

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de
Master en Science de la nature et de la vie
Option : Transformation et conservation des produits agricoles

Thème

**Suivi de la chaîne de fabrication d'une crème glacée produite
au niveau de l'unité GINI glace et évaluation de sa qualité
microbiologique**

Réalisé par : Mr TAFAT Mouloud
Mr TEMOUCHE Loucif

Présenté devant le jury :

Président : Mr AMIR Y. Professeur à l'UMMTO
Examineurs : Mme REMANE Y. Maitre assistante à l'UMMTO
Mr SADOUDI R. Maitre de conférences à l'UMMTO
Promotrice : Melle LAMMI S. Maitre assistante à l'UMMTO

Promotion 2015-2016

Liste des abréviations

µm : micromètre

°C : degré Celsius

E.S.D.L : l'extrait sec dégraissé lactique

EST : extrait sec total

FMAT : flore mésophile aérobie totale

g: gramme

HACCP: *Hazard Analysis Critical Control Point*

J.O.R.A : journal officiel de la république algérienne

Kcal: kilocalorie

KJ: kilo Joule

Km : kilomètre

L : litre

m² : mètre carré

mg : milligramme

Min : minute

ml : millilitre

NaOH: Hydroxyde de sodium

NEP: nettoyage en place

Pa : pascal

PCA : plate count agar

S.L.N.G : Solides de lait non gras

UFC : unité formant colonie

v/v : volume par volume

VRBG : Violet red bile glucose

PCA : Plate count agar

Liste des figures

Figure 1 : structure d'une crème glacée	07
Figure 2 : image d'un Homogénéisateur	13
Figure 3: image d'un pasteurisateur	14
Figure 4 : image des cuves de maturation	15
Figure 5 : image d'un freezer	16
Figure 6 : image de la machine de fabrication de corneo.....	17
Figure 7 : diagramme des étapes de fabrication des crèmes glacées	18
Figure 8 : organigramme représentant un plan de contrôle microbiologique	34
Figure 9 : représentation graphique des résultats des tests physico-chimiques effectués sur le mix.....	35
Figure 10 : résultats du calcul du taux de foisonnement	37

Liste des tableaux

Tableau I: Composition des crèmes glacées.....	03
Tableau II : compositions moyenne des crèmes glacées et sorbets.....	08
Tableau III : Teneurs moyennes en élément minéraux des glaces, crèmes glacées et Sorbets	09
Tableau IV : Teneur moyenne (par kg) en vitamines de la crème glacée	10
Tableau V : les différents produits fabriqués par GINI GLACE	
Tableau VI : Résultat des analyses physico-chimique sur le Mix.....	22
Tableau VII : Résultat du calcul du taux de foisonnement	34
Tableau VIII : résultats du test microbiologiques des surfaces du circuit de fabrication après nettoyage	35
Tableau IX : Résultats de l'analyse microbiologique des surfaces au niveau du circuit de fabrication après la désinfection.....	37
Tableau X : Résultats du test microbien sur le personnel	38
Tableau XI : Résultats du test d'ambiance au niveau de la chambre froide et de l'atelier de production.....	39
Tableau XII : résultats du test microbiologique effectué sur le mix.	40
Tableau XIII : résultats du test microbien sur le produit fini	41

RESUME

Ce travail est réalisé au sein de l'entreprise GINI Glaces. Son objectif consiste d'une part, à suivre le processus de fabrication d'une crème glacée, entre autres le *Cornéo*, depuis les matières premières utilisées jusqu'au produit fini ; d'une autre part, des analyses physicochimiques et microbiologiques, sont effectuées à différentes étapes de la chaîne de fabrication ainsi que le produit fini, pour vérifier les paramètres qui influencent la qualité de ce dernier.

L'ensemble des résultats des analyses effectuées, indiquent que la crème glacée *Cornéo* est de qualité satisfaisante ; ce qui témoigne d'une bonne maîtrise du processus de fabrication par l'unité GINI Glaces et le respect des conditions d'hygiène.

Mots clés : Crème glacée, processus de fabrication, analyses microbiologiques, analyses physicochimiques.

ABSTRACT

This work is realized within the company GINI ices. Its objective consists on one hand, to follow the manufacturing process of an ice cream, among others *Cornéo*, since raw materials used up to the finished product; of one somewhere else, physico-chemical and microbiological analyses, are made in various stages of the assembly line as well as the finished product, to verify the parameters which influence the quality of the latter.

All the results of the made analyses, indicates that the ice cream *Cornéo* is of satisfactory quality; what shows of a good control (master's degree) of the trial of manufacturing by the unity GINI Ices, and the respect for the sanitary conditions.

Keywords: ice cream, manufacturing process, microbiological analyses, physico-chemical analyses.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction 01

Partie bibliographique

I. Généralités sur les crèmes glacées 02

I.1. Origine et historique 02

I.2. Définition 03

I.3. Composition des crèmes glacées.....03

I.3.1. L'extrait sec dégraissé lactique ou solide de lait non gras 04

I.3.2. La matière grasse 04

I.3.3. Sucres 04

I.3.4. L'eau 05

I.3.5. L'air 05

I.3.6. Les stabilisants 05

I.3.7. Les émulsifiants 06

I.3.8. Les aromatisants et les colorants 06

I.4. Structure et rhéologie de la crème glacée 06

I.4.1. Structure 06

I.4.2. Propriétés rhéologiques..... 07

I.5. Valeurs nutritionnelle et sensorielle des crèmes glacées 08

I.5.1. Crèmes glacées et minéraux..... 08

I.5.2. Crèmes glacées et vitamines 09

I.6. Consommation et place des crèmes glacées en Algérie et dans le monde 10

II. Technologie de fabrication des crèmes glacées..... 12

II.1. Mélange des ingrédients et agitation 12

II.2. Homogénéisation 12

II.3. Pasteurisation et réfrigération 13

II.4. Maturation du mélange	14
II.5. Glaçage ou pré-surgélation	15
II.6 Le foisonnement	15
II.7 Le formage.....	16
II.8 Durcissement	16
II.9 Conditionnement ..	17
II.10 Emballage et stockage	17
III. Microbiologie des crèmes glacées	19
III.1. La flore mésophile aérobie totale	19
III.1.1. Effets pathogènes	19
III.2. Les coliformes totaux et fécaux	19
III.2.1. Effets pathogènes	20
III.3. Les <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	20
III.3.1. Effets pathogènes	20
III.4. Les levures et moisissures	20
III.4.1.Effets pathogènes	20
III.5. <i>Salmonelles</i>	21
III.5.1. Pouvoir pathogène.....	21
III.6. <i>Staphylococcus aureus</i>	21
III.6.1. Pouvoir pathogène.....	21

Partie expérimentale

I. Présentation de l'unité « GINI GLACE »	22
a. Salle de la physico-chimie.....	23
b-salle de la microbiologie	23
c. Salle des traitements des eaux	23
d. Salle de préparation des milieux de culture	23
e. Bureau du responsable de qualité	23

II. Protocol expérimental	24
II.1. Analyses physicochimiques.....	24
II.1.1. Le produit fini	24
II.1.2. Le mix.....	25
II.1.3. Poudre de lait écrémée (0% de matière grasse).....	26
II.1.4. Poudre de cacao et chocolat.....	28
II.1.5. Eau de processus et eau de la sortie de la chaudière.....	29
II.2. Analyses microbiologiques	30
II.2.1. Prélèvements pour le contrôle de l'équipement et du matériel	30
II.2.2. Prélèvements pour le contrôle de l'ambiance.....	30
II.2.3. Prélèvements pour le contrôle du personnel.....	31
II.2.4. Prélèvements pour le contrôle du produit fini	31
II.3. Les principaux germes dénombrés	31
III. Résultats et discussions	35
III.1. Résultats des analyses physico-chimiques sur le mix	35
III.2. Résultats des analyses physico-chimiques sur le produit fini (<i>Corneo-vanille</i>)	36
III.2.1. Résultats des analyses microbiologiques	38
III.2.2. Résultats de l'analyse microbiologique des surfaces au niveau du circuit de fabrication après nettoyage.....	38
III.2.3. Résultats des analyses microbiologiques des surfaces du circuit de fabrication après désinfection	39
III.2.3. Résultats des analyses microbiologiques sur le personnel	40
III.2.4. Résultats des analyses microbiologiques de l'air (test d'ambiance)	40
III.2.5. Résultats des analyses microbiologiques sur le mix	41
III.2.6. Résultats des analyses microbiologiques sur le produit fini.....	42
Conclusion	43

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

La crème glacée est un produit très apprécié partout dans le monde, du Japon au Nevada et de l'Islande jusqu'en Afrique du sud, pour sa valeur nutritionnelle et ses caractéristiques organoleptiques. En plus de son goût sucré, la crème glacée donne une sensation de fraîcheur.

La découverte et la fabrication des crèmes glacées remontent à la période avant le moyen âge ; c'est à la civilisation chinoise que revient le mérite de la confection de ce produit alimentaire .De retour de son voyage en orient, Marco Polo reporta en Italie des recettes glacées rafraichissantes (MAICENT et BRUNET, 1987).

En ces temps, le contrôle de qualité était quasi absent. Il aura fallu attendre la fin du 20^{ème} siècle pour qu'un système de contrôle de qualité soit mis en place, grâce à l'avancée de la technique frigorifique (VEISSEYRE, 1979).

Aujourd'hui, la consommation de la crème glacée ne cesse d'augmenter et sa production est en évolution continue, à fin d'obtenir une glace de bonne qualité, avec une panoplie de goûts et une meilleure conservation. D'une autre part, la sécurité des aliments constitue, dans les temps modernes, une préoccupation majeure non seulement, pour tout intervenant à différents niveaux de processus de fabrication, mais aussi pour les consommateurs qui ont en font un critère important.

L'entreprise « GINI glaces », a réussi à développer un des meilleurs processus de fabrication à l'échelle nationale, en témoigneront plusieurs prix obtenus et ce, grâce à l'exploitation de l'expérience européenne dans le domaine.

Etant donné que la crème glacée est un produit laitier très sensible, notamment à des augmentations de températures qui lui font perdre ses qualités organoleptique et favorisent la prolifération microbienne ; le contrôle de la qualité de la crème glacée est d'une grande importance. Ces dernières, doivent répondre à des critères de pureté et de stabilité bien précis, pour protéger le consommateur.

C'est dans cet axe que s'enregistre notre étude, réalisée au niveau de l'unité « GINI glaces », qui dispose d'un laboratoire perfectionné de microbiologie permettant de s'acquitter de l'état microbiologique de la matière première jusqu'au produit fini ; dont l'objectif, consiste à suivre la chaîne de fabrication et d'évaluer la qualité microbiologique d'une crème glacée élaborée par cette usine et très appréciée par le consommateur algérien surtout en période estivale.

Partie

Bibliographique

Chapitre I :

Généralités

sur les

crèmes

glacée

I. Généralités sur les crèmes glacées

I.1. Origine et historique

Les glaces sont des préparations alimentaires relativement ancestrales qui ont connu une évolution parallèle à celle de l'utilisation du froid par l'Homme. 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.

En l'an 1292, Marco Polo, de retour de son périple asiatique, rapporte la première recette 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 «gelati » par les Italiens.

Au XVIIe siècle Gérard TERSAIN, grand cuisinier français de Charles Ier, roi d'Angleterre, a eul'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 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 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 *IceCream and Co.* En 1870, l'Allemand Kral VON LINDE met au point un compresseur frigorifique, suivi en 1880 par le Français Ferdinand CARRE, qui lui, découvre le principe de la production du 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).

I.2. Définition

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

Les nomenclatures « crèmes glacées », *Ice-cream*, glaces à la crème ; sont exclusivement réservées aux produits obtenus par la congélation d'un mélange pasteurisé appelé « Mix », qui peut être composé de lait, de crème, de sucre, des fruits, des œufs et de jus de fruits (JACQUET et THEVENOT, 1961). La dénomination doit être obligatoirement suivie de l'indication de fruits ou des arômes mis en œuvre.

I.3. Composition des crèmes glacées

La composition des crèmes glacées est résumée dans le tableau suivant :

Tableau I: Composition des crèmes glacées (BOUTONNIER *et al.*, 2002)

Composés	% en masse	% typique
Solides de lait	9-11,5	10
Matière grasse	7-12	10
Sucre	12-16	14
Sirop de glucose ou fructose	4-6	4
Emulsifiant + stabilisant	0,45-0,65	0,5 (0,2+0,3)
Arôme + colorant	<0,2	<0,2
Solides totaux	34-38	38
Eau	60-62	62
Air (% en volume)	45-55	50

I.3.1. L'extrait sec dégraissé lactique (E.S.D.L) ou solides de lait non gras (S.L.N.G)

La matière sèche dégraissée du lait représente environ 10% de la masse de la crème glacée, elle peut être apportée sous diverses formes :

- Lait écrémé ou concentré ;
- Lactosérum déshydraté ;
- Casemates de sodium, de calcium ;
- Protéines de lactosérum concentré par ultrafiltration.

Une augmentation de la teneur en matière sèche donne une très grande résistance à la fonte en rendant la crème glacée plus compacte et crée une texture plus fondante car la quantité d'eau à congeler est moins importante. Certains auteurs ont confirmé que le diamètre des cristaux est inversement proportionnel à la teneur en matière sèche. Cependant, une teneur très élevée en ESDL peut provoquer une cristallisation du lactose conduisant à un sablage. (**MAHAUT et al., 2008**)

I.3.2. La matière grasse

En ce qui concerne les crèmes glacées, cette matière grasse est exclusivement d'origine laitière, elle peut être apportée par la crème fraîche, le beurre.

Certaines formulations incorporent depuis quelques années des matières grasses végétales, qui peuvent être soit des graisses végétales, soit des huiles partiellement hydrogénées.

La présence de la matière dans une crème glacées présente de nombreux avantages tels que la réduction de la vitesse de foisonnement, la stabilisation de la mousse, l'amélioration de la texture du corps et de la saveur du produit fini, ainsi que l'accroissement de sa valeur énergétique (**BOUTONNIER, 2000**)

I.3.3. Sucres

Les sucres les plus utilisés sont ; le sirop de glucose, le saccharose et le fructose ; ils représentent en générale de 16 à 20 % de la masse de la crème glacée.

Une augmentation de la teneur en sucre abaisse le point de congélation et donc une diminution de la proportion d'eau congelée, ainsi qu'une augmentation de la viscosité inhibant la croissance des cristaux de glace (**LUQUET et DEVEAUX, 1990**).

I.3.4. L'eau

On lui confie une tâche fondamentale dans la production de la crème glacée, dont elle constitue les deux tiers des matières premières utilisées. La fonction de l'eau dans la production de la crème glacée est celle de changer son état c'est-à-dire de se cristalliser ; c'est l'unique matière première qui gèle durant le procédé de congélation et de durcissement.

De plus, plusieurs tâches sont confiées à l'eau :

- Elle est le solvant des sucres.
- Elle est nécessaire pour reconstituer les produits en poudre et ceux lyophilisés.
- pour hydrater les stabilisants et les protéines.

Pour disperser les graisses et distribuer les arômes, spécialement ceux des fruits (**GELIN et TAILLIEZ, 2002**).

I.3.5. L'air

Après maturation, le mix subit une pré-congélation dans le freezer, ou de l'air à raison de 50 % (v/v) lui est incorporé, c'est ce qui est appelé le foisonnement (**EISNER et al, 2005**)

L'air préalablement filtré qu'on incorpore à débit variable dans un mélange de produits laitiers glacés remplit plusieurs rôles, de tout premier plan, dans les produits laitiers glacés.

C'est ainsi que, lorsque le taux de foisonnement augmente, on constate une réduction de la taille des cristaux de glace et de bulles d'air, ce qui contribue à une amélioration de la texture du produit fini. La présence d'air dans les produits laitiers glacés permet d'alléger leur valeur énergétique de même que de réduire leur prix de revient. L'air étant un isolant thermique, il confère à la glace une meilleure résistance à la fonte lors d'une élévation de température et procure une sensation de froid moins intense, donc plus agréable, lors de la dégustation (**VIGNOLA, 2002**).

I.3.6. Les stabilisants

Les stabilisants sont des hypocyloïdes, c'est-à-dire des polymères qui se dispersent dans l'eau et qui ont comme principale propriété d'absorber une partie importante de l'eau libre. Certains sont des polysaccharides ou dérivés, d'autres sont des protéines ou des amines. Ces hypocyloïdes (longues molécules linéaires) vont se déplier, s'hydrater et construire un réseau qui détruit la mobilité de peau restante et donc épaissir le système (eau, stabilisant) (**TIRARD-COLLET, 1996**).

I.3.7. Les émulsifiants

Dans la première étape de la fabrication des crèmes glacées, c'est-à-dire l'élaboration du mix ; on doit réaliser une émulsion dans laquelle la phase aqueuse doit disperser la phase grasse. Pour cela, il faut trouver dans le milieu des agents tensioactifs très hydrophiles, c'est le cas des produits laitiers et de lécithine de jaune d'œuf.

En suite lors de la transformation du mix en crème glacée dans le freezer, on recherche une déstabilisation partielle de cette émulsion de manière d'une part, à faciliter lors de foisonnement, la dispersion de l'air dans la phase liquide sous forme de fines bulles et d'autre part, à flocculer la phase grasse par agglomération partielle des globules gras, cela à fin de stabiliser la dispersion d'air dans le mix.

Les émulsifiants utilisés sont : les mono et les glycérides d'acide gras (E 471) ou encore les polysorbates (E 462, E463, E464, E465, E466) (**MARION et DOUTIEZ, 2002**).

I.3.8. Les aromatisants et les colorants

Les aromatisants les plus utilisés sont la vanille, le chocolat, la fraise, le nougat, le jus de fruits, la pistache et la noix. Les colorants sont des additifs qui donnent à la crème glacée une apparence attrayante et améliorent la couleur des aromatisants de fruits. Le colorant est généralement ajouté sous forme concentrée (**PASCAL, 1998 cité in BOUDLO, 2015**).

I.4. Structure et rhéologie de la crème glacée

I.4.1. Structure

Sur le plan physico-chimique, la structure d'une crème glacée est extrêmement complexe puisque l'on observe les trois états de la matière, le tout étant organisé de telle sorte que l'on n'observe pas moins de six systèmes dispersés différents. Par ailleurs, sa richesse en eau et en air fait un produit très intéressant.

L'eau est à la fois dispersante et dispersée ; en effet, une fraction de celle-ci est dispersée à l'état solide sous forme de cristaux.

De même en tant que phase dispersante, elle se présente sous forme d'eau liée à des polymères tels que les protéines et les hydro colloïdes ajoutés. Les bulles d'air sont maintenues en suspension par la matière grasse globulaire partiellement coalescée et par un réseau de cristaux de glace, le tout étant dispersé dans une phase aqueuse, dite continue, contenant les sucres, les protéines et les stabilisants (Mahaut et *al.* 2008).

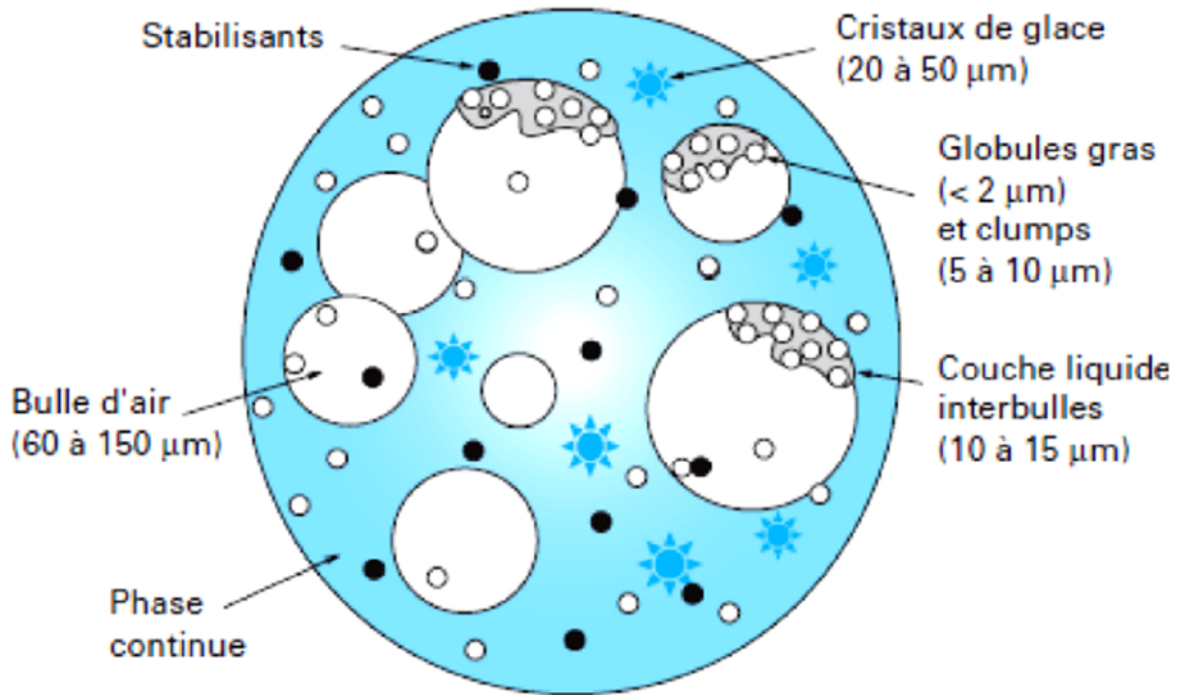


Figure 1: structure d'une crème glacée (MAHAUT et al., 2008)

La perception de la texture de la crème glacées lors de sa consommation (lisse, brute, etc.) est basée sur sa structure qui est composée de trois phases :

- L'eau forme deux phases à la sortie de la congélation continue, 50% sous forme de cristaux de glace ;
- Les protéines n'ont pas le même comportement dans l'eau, certaines sont solubles (les protéines de sérum) et d'autres sont présentes sous forme de micelles (les caséines) ;
- La solution aqueuse forme une seule phase et comprend de nombreux composants en solution (sucres totaux, arômes, colorants ...etc.) (TIRARD COLLET, 1996).

I.4.2. Propriétés rhéologiques

La rhéologie est l'étude de l'écoulement et de la déformation de la matière. La crème glacée présente à la fois les propriétés d'un solide et d'un liquide. Elle est considérée comme une émulsion viscoélastique (LIEW et al. 2001).

L'étude de la rhéologie de la crème glacée commence par la connaissance de la viscosité des mix, plus elle est élevée plus l'énergie nécessaire à la congélation est importante et elle

doit atteindre une valeur assez élevée pour permettre une bonne rétention d'air. En revanche, la capacité au fouettage diminue avec cette viscosité (ROUTOT, 2002).

I.5.Valeurs nutritionnelle et sensorielle des crèmes glacées

Les crèmes glacées constituent des aliments agréables, très riches, de digestion plus facile en raison de l'homogénéisation qu'elles ont subie. Toutes les glaces à base de lait ont les qualités diététiques des produits laitiers avec un apport en protéines de bonne qualité, lipides, calcium et sucre, augmentées éventuellement par l'ajout d'œufs et de crème.

La valeur nutritionnelle des crèmes glacées et des sorbets, diffère selon les ingrédients utilisés (tableau 2). Un sorbet riche en fruits contient des vitamines alors qu'une crème glacée apporte du calcium et des protéines ; 100g de crème glacée contiennent en moyenne 180calories, 3 à 4 % de protéines, 7à 8 % de lipides et 26 % de glucides (BERTHIER, 1990).

Tableau II : compositions moyenne des crèmes glacées et sorbets en gramme pour 100 g de produit (LUQUET et DEVEAUX, 1990)

Ingrédients	Lipides	Protéines	Glucides	Valeur énergétique	
				Kcal	KJ
Glace	11,7	3,9	20,2	202	845
Sorbet	1,8	1,5	28,8	137	572
Glace au lait	5,1	4,8	22,4	152	635
Crèmes glacées aux fruits	5,49	-	22,07	137	575
Glace	11,7	3,8	19,8	195-205	815-855

I.5.1. Crèmes glacées et minéraux

Le tableau ci-dessous résume les teneurs moyennes en éléments minéraux des glaces, crèmes glacées et sorbets.

Tableau III : Teneurs moyennes en élément minéraux des glaces, crèmes glacées et Sorbets exprimées en mg pour 100g de produit (POULOT et SIMPSON, 2002)

	Sodium	Magnésium	Phosphore	potassium	Calcium	manganèse	Fer Total
Glaces et crèmes	30	100	330	110	0.11	1.9	0.09
Sorbets	9	4	-	45	13	-	-

D'une façon générale, les crèmes glacées constituent un aliment plus énergétique que les sorbets par leur richesse en lipides.

Connaissant les risques d'une consommation excessive de sucre et de graisse saturées ; les consommateurs soucieux d'un meilleur équilibre devront tenir compte de cet apport en saccharose et en matière grasse dans la notion globale d'une journée. Une part des crèmes glacées (125 ml), permet de satisfaire environ 11% des besoins classiques des enfants et des adultes et 7% de ceux de l'adolescent.

I.5.2. Crèmes glacées et vitamines

Les teneurs moyennes en vitamines des crèmes glacées varient selon la composition, mais aussi selon les traitements technologiques appliqués. Le tableau 4 représente la composition vitaminique des crèmes glacées :

Tableau IV: Teneur moyenne (par kg) en vitamines de la crème glacée (Lubin, 1998).

Vitamines	Crème glacée (mg)
Carotène	1,96
A	11,4
Bi	0,42
B₂	2,0
B₆	0,55
Acide nicotinique	1,25
B12	Trace (en µg)
Folates	0,08
Acide pantothénique	5,0
Biotine	0,02
C	5
D	10
E	1,2
K	2,1

I.6. Consommation et place des crèmes glacées en Algérie et dans le monde

L'Algérie est l'un des grands pays consommateurs des produits laitiers. En raison du manque flagrant du lait frais, l'état se voit obligé de se remettre à l'importation de la poudre de lait, qui représente $\frac{3}{4}$ de la consommation nationale et qui s'étend à 120 litres/habitant en une année.

Les produits laitiers sont d'une grande diversité par leur composition et leur richesse nutritionnelle. Les crèmes glacées qui en font preuve en partie, trouvent une place exceptionnelle dans la société algérienne ; en effet, leur production a connu une expansion remarquable à partir des années 2000. Cependant, avec une consommation de 30 million de l/an, l'Algérie reste bien en arrière en comparaison avec les Etats-Unis et l'Europe qui atteignent les 5 milliards de litres.

Aux Etats-Unis, les crèmes glacées sont consommées par 91% de la population avec plus de 22 l/an et par habitant. Dans ce pays, elles sont considérées comme aliment, alors que dans d'autres pays elles restent un dessert (MANN, 1982).

Il faut savoir aussi que ce secteur porteur n'est pas un grand créateur d'emplois. La majorité des employés dans les glaces sont des saisonniers et ne travaillent que durant la période estivale. Les emplois permanents ne dépassent pas une moyenne de quarante.

En Algérie, peu d'industriels se soucient de la qualité hygiénique de ce produit ; alors que celui-ci, est d'une grande sensibilité aux contaminations extérieures. Un manque de suivi peut être la cause d'infections graves, d'où la nécessité de la présence d'un laboratoire d'analyse dans chaque unité, ce qui n'est pas le cas de toutes les entreprises.

En dépit des quelques progrès que connaît l'industrie algérienne des glaces, par la présentation de nouvelles recettes ou l'introduction de nouvelles techniques de production ; l'algérien reste un petit amateur de glaces qu'il consomme uniquement comme rafraichissant et jamais un dessert qui se déguste toute l'année. (ANONYME 2013)

Chapitre II

Technologie de fabrication des crèmes glacées

II. Technologie de fabrication des crèmes glacées

La fabrication des produits laitiers glacés comprend deux grandes phases :

- La préparation d'un mélange à partir de diverses matières et additifs mis en œuvre ;
- La transformation du mélange en crème glacée, par le biais de deux opérations principales qui sont le foisonnement (incorporation de l'air contrôlée) et la surgélation (abaissement rapide de la température au cœur du produit à -30°C) (**CAROLE et VIGNOLA, 2002**).

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.1. Mélange des ingrédients et agitation

Les différents ingrédients solides ou liquides sont entreposés dans des réservoirs de grande capacité et sont dosés et acheminés automatiquement, selon un programme correspondant à une formulation, dans une cuve de préparation.

Cette cuve de section carrée à fond pyramidal comprend à la base un système combiné de pompage et de dispersion rotatif développant des forces de cisaillement très intenses. Le mélange circule en circuit fermé dans cette cuve de préparation pendant plusieurs minutes, tout en passant dans un échangeur afin d'augmenter la température de façon à préchauffer le mélange, faciliter la dissolution des poudres et à en réduire la viscosité.

Cette préparation s'opère donc par cuves successives de l'ordre de 250 à 1000 L. On introduit d'abord les phases liquides aqueuses, viennent ensuite les poudres qui sont hydrosolubles, puis arrive enfin la phase grasse. Cette première opération dure environ 30 à 60 minutes et se réalise à une température d'environ 30 à 50°C (**CAROLE et VIGNOLA, 2002**).

II.2. Homogénéisation

L'opération de mélange terminée, on obtient une dispersion grossière insuffisante pour aboutir à un produit d'excellente qualité. On procède alors à une homogénéisation de la dispersion grâce à une opération physique qui met en œuvre des pressions relativement élevées. Avant cela, le mélange est filtré puis chauffé à une température d'environ 60°C, afin de s'assurer que toute la phase grasse est à l'état liquide, condition indispensable pour une bonne muséification.

L'homogénéisation joue de nombreux rôles dans le processus de fabrication ; ainsi, elle permet de stabiliser l'émulsion par diminution de la taille des éléments dispersés (particules solides et gouttelettes liquides dont, le diamètre recherché varie entre 0,3 et 0,8 μ m).

L'homogénéisation autorise l'utilisation de matières grasses non émulsionnées (beures concentrés, huile de beurre) et la réduction de la durée de maturation du mélange. Elle entraîne une augmentation de la capacité de foisonnement du mélange par contrôle de sa viscosité. De plus, elle prévient les risques de barattage (formation de micro grains de beurre dans le pré surgélateur continue). Elle améliore l'onctuosité et les propriétés de la résistance à la fonte de produit fini. En outre, l'homogénéisation permet d'amener, grâce à une pompe à piston intégré l'appareille mélangé à une pression élevée, puis de le détendre brutalement. Cet appareil développe plusieurs principes pour réduire la taille des éléments dispersés et conduire à un mélange finement homogénéisé, tels que des chocs très violents, des variations brutales de vitesse et par conséquent de pression, des forces intenses de cisaillement ainsi que des phénomènes de cavitation. Pour ce fait, les appareils sont en général équipés de deux têtes d'homogénéisation en série, la pression au premier étage étant de l'ordre 50 à 200 Pa le deuxième étage travaillant à une pression de 10 à 30 Pa (CAROLE et VIGNOLA, 2002).



Figure 2 : image d'un Homogénéisateur (GINI GLACE)

II.3. Pasteurisation et réfrigération

Dès la sortie de l'homogénéisateur, le mélange est véhiculé en continu vers un échangeur où il est à la fois pasteurisé puis refroidi. Outre l'optimisation de l'hydratation et de la dissolution des poudres, cette opération a pour principal but de détruire tous les micro-organismes pathogènes, éventuellement présents dans le mélange, ainsi qu'une grande majorité de la flore d'altération. On veut ainsi obtenir un produit fini conforme aux exigences réglementaires visant à préserver la santé du consommateur.

On applique un barème de chauffage (couple temps/ température) plus ou moins intense au mélange de manière à atteindre les objectifs précédemment évoqués ; ce faisant, on peut opérer pendant 25 secondes à 80°C, 3 secondes à 90°C et dans certains cas on peut aller jusqu' à un traitement de type ultra haute température, c'est-à-dire 1 à 2 secondes à 140°C.

Cette opération, qui est immédiatement suivie d'un refroidissement du mélange à 4°C, s'effectue en continu dans un échangeur thermique à plaque qui autorise un coefficient de récupération énergétique relativement élevé. La réfrigération du mélange, quant à elle, vise, d'une part, à éviter une prolifération des microorganismes ayant survécu au traitement thermique (CAROLE et VIGNOLA, 2002).



Figure 3 : image d'un pasteurisateur (GINI GLACE)

II.4. Maturation du mélange

La maturation du mélange est la seule opération qui, dans la fabrication des produits laitiers glacés, est discontinue en raison d'un temps de séjour du mélange dans les cuves de maturation de quelques heures. Ces cuves peuvent également, pour une période de plusieurs jours, servir de réservoirs de stockage dans l'attente de la transformation.

La deuxième phase de la fabrication de ces produits laitiers, comporte cinq opérations successives : le foisonnement et le glaçage réalisés dans un seul et même appareil appelé le pré-surgélateur continu ou échangeur à surface raclée, ainsi que le conditionnement, la surgélation finale et le stockage des produits finis (CAROLE et VIGNOLA, 2002).



Figure 4 : image des cuves de maturation (GINI GLCE)

II.5. Glaçage ou pré-surgélation

Le glaçage est une opération complexe et fondamentale de la fabrication. Elle assure le refroidissement rapide du mélange, la cristallisation de 30 à 70% de l'eau et la répartition homogène de fins cristaux (DEVAUX, 1990).

II.6. Le foisonnement

Cette opération, qui se déroule au freezer consiste à ajouter 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 de produit fini (BOUTONNIER, 2001).

Lors de l'étape d'aération au cours de laquelle une phase de 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).



Figure 5 : image d'un freezer (GINI GLACE)

II.7. Le formage

Au cours de cette opération, les glaces acquièrent leur présentation définitive depuis les bacs mono parfums jusqu'à la composition complexes inspirée de recette pâtisseries, en passant par les portions individuelles comme les cornets, les bâtonnets ou les barres glacée **Sandrine HORNYCH**.

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

1-Moulage-démoulage ;

2-Remplissage direct des conditionnements commerciaux, à l'aide de doseuses volumiques.

II.8. Durcissement

Il peut être effectué par trois méthodes possibles :

➤ Par immersion

Elle peut s'appliquer qu'à des moules étanches. Les moules trempés dans une saumure à -40°C soumis à une forte agitation pour assurer le maintien constant des gradients d'échange entre le

médium et le moule. L'emploi d'un médium liquide permet à ce système d'assurer l'échange le plus rapide et le plus efficace (DEVAUX *et al.* 1990).

➤ **Par contact**

Cette technique est applicable pour des produits présentant au moins deux faces planes parallèles. Les produits sont serrés entre deux plaques creuses à l'intérieur desquelles, une détente d'ammoniac -40°C est produite.

➤ **Par passage**

En tunnel de congélation à -40°C avec une vitesse d'air de 3 à 8 m/s, cette technique permet de congeler des produit de différentes formes (MAHAUT*etal.*, 2000).

II.9. Conditionnement

Le produit est aseptiquement conditionné à l'aide d'une conditionneuse aseptique pour éviter sa contamination.

Les récipients utilisés sont de forme tétraédrique, ils sont formés de quatre couches de matériaux : polyéthylène, le plastique, aluminium et le papier, ils sont opaques imperméable aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans faveur ni odeur et d'utilisation facile, ils sont préalablement stérilises par un jet de peroxyde d'hydrogène à 35% (CAQUE, 2002 *cité in OUKOUAK.N, 2008*).

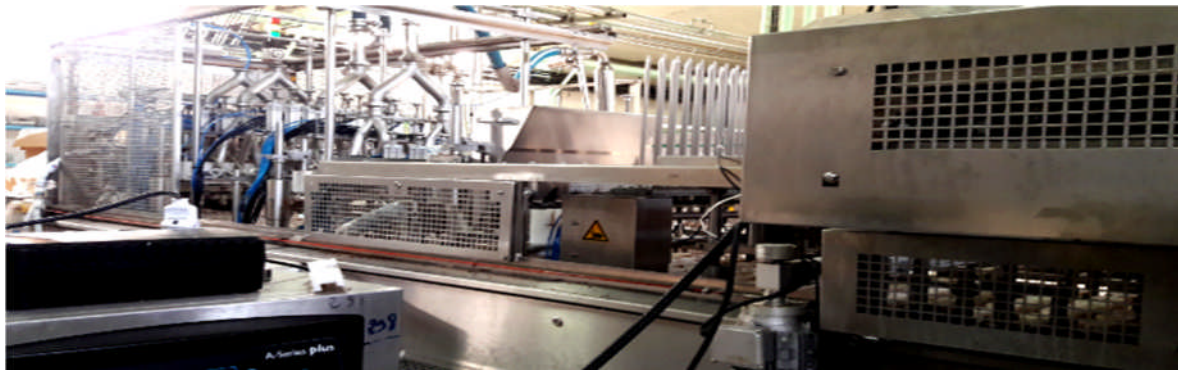


Figure 6 : image d'une machine de fabrication de *cornéo* (GINI GLACE)

II.10. Emballage et stockage

Les crèmes glacées sont emballées dans des caisses en carton, puis entreposées dans des chambres froide (-25°C), leurs séjours dans ces chambres peut durer plusieurs mois (8 à 10 mois) ; en attendant leur livraison en véhicules frigorifique (-20°C) (MARSHALL et ARBUCKLE, 1998).

Le schéma suivant résume les différentes étapes de fabrication des crèmes glacées.

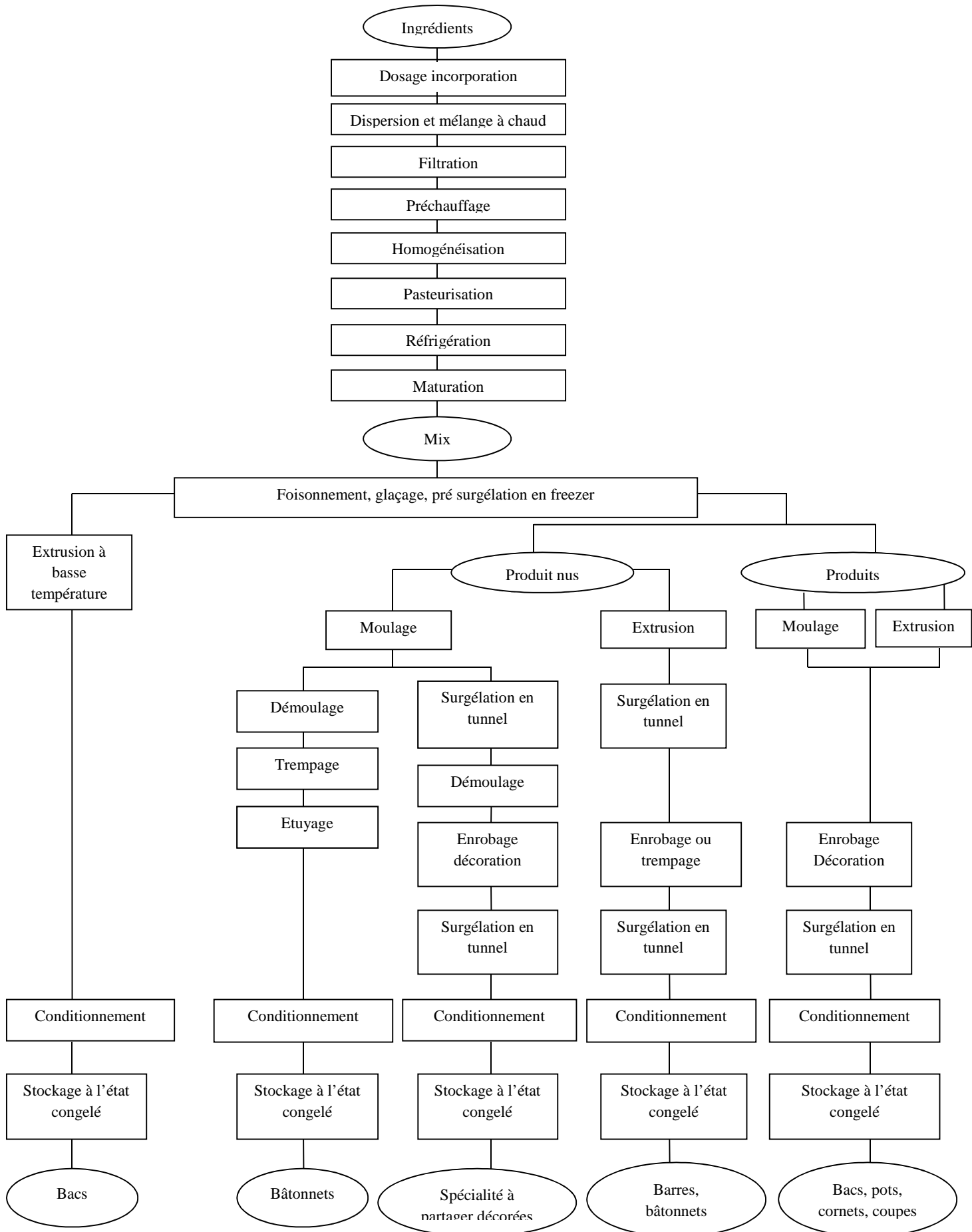


Figure 7 : diagramme des étapes de fabrication des crèmes glacées (Vignola, 2008)

Chapitre III :
Microbiologie
des crèmes
glacées

III. Microbiologie des crèmes glacées

Vue leurs compositions, les crèmes glacées peuvent être le siège de différentes contaminations microbiennes. Parmi les principaux germes rencontrés, on citera :

III.1. La flore mésophile aérobie totale

Les germes aérobies mésophiles correspondent à l'ensemble des germes saprophytes et pathogènes, capables à se multiplier à l'air libre avec une croissance optimale à une température entre 20 à 45°C(VIGNOLA, 2002).

III.1.1. Effets pathogènes

- Ils sont responsables de gastro-entérites infantiles ;
- Ils secrètent une toxine voisine de la toxine des Shigelles ;
- Ils sont responsables de diarrhées infantiles dans les pays chauds à hygiène déficiente et de la diarrhée des voyageurs et peuvent créer des ulcérations du gros intestin ;
- Leur pouvoir pathogène est lié à la production de 2 toxines : une toxine thermolabile par *E.coli* entérohémorragique (E.C.E.H.) cholérique et une toxine thermorésistante préférentiellement au sérotype O157 H7.
- Ils produisent une diarrhée hémorragique pouvant se compliquer au syndrome hémolytique et urémique (ASSAMA, 2002).

III.2. Les coliformes totaux et fécaux

• Les coliformes totaux

Les coliformes totaux regroupent plusieurs espèces bactériennes de la famille des Entérobactéries, qui sont aérobies et anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées en formes de bâtonnet, capable de fermenter le lactose avec production de gaz à une température de 35°C. Leur présence indique un traitement thermique inefficace, ils peuvent aussi démontrer un mauvais nettoyage et/ou une mauvaise désinfection.

Les coliformes totaux sont des microorganismes dont le dénombrement permet de détecter le niveau de pollution d'origine organique dans les eaux de surface, les eaux souterraines, et les sources d'approvisionnement ou les canalisations d'eau potable. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*(Cuq J.L. (2007).

• Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux, capable de fermenter le lactose à une température de 44°C, c'est un indice de contamination fécale. (Cuq J.L. (2007).

Synthèse bibliographique

III.2.1. Effets pathogènes

Les symptômes les plus courants sont les suivants : nausée, vomissements et diarrhée. Les enfants en bas âge, les personnes âgées, ainsi que les personnes dont le système immunitaire est affaibli, peuvent avoir des symptômes plus graves. Dans les cas extrêmes, certains pathogènes peuvent infecter les poumons, la peau, les yeux, le système nerveux, les reins, ou encore le foie, et les effets peuvent être plus graves, chroniques, voire mortels. Il ne faut jamais supposer que l'eau que nous consommons est bonne à boire simplement parce qu'elle ne nous a jamais rendu malades. Si des bactéries sont présentes dans une eau, les risques de maladies sont réels (CEAEQ, 2009).

III.3. Les Clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des micro-organismes anaérobies à métabolisme oxydatif, caractérisés par la production d'énergie en réduisant les sulfates en sulfures ; ce sont surtout des bactéries de l'environnement (LOUBINOUX, 2001).

III.3.1. Effets pathogènes

Les symptômes apparaissent entre 6 et 24 heures, généralement 10 à 12 heures après l'ingestion du repas contaminé. Ils se traduisent par une intoxication qui se manifeste par une diarrhée et de violents maux de ventre, parfois de nausées, douleurs abdominales aiguës, vomissements, fièvres, frissons ou prostration sont rares (AMAT-ROSE, 2011).

III.4. Les levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des champignons microscopiques, dont la présence dans les produits alimentaires est indésirable, car ils détruisent leur qualité organoleptique et chimique (THURIAUX, 2004)

III.4.1 Effets pathogènes

On distingue :

- Symptômes des voies respiratoires : toux, irritation du nez et de la gorge, écoulement nasal ;
- Allergies respiratoires : bronchites, asthme, pneumonies d'hypersensibilité ;
- Symptômes non respiratoires : irritation des yeux, allergies cutanées (irritation de la peau....) ;
- Effets toxiques généraux : fièvre, frissons, maux de tête, nausées, vomissements, diarrhée, fatigue, perte des cheveux (ANONYME, 2016).

Synthèse bibliographique

III.5. Salmonelles

Les *salmonelles* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. En microscopie optique elles apparaissent comme des bâtonnets, ce sont des Gram négatif souvent mobile grâce à leur ciliature peritriche (rarement immobile), non sporulées, sont des aéro-anaérobies facultatifs, ce sont des bacilles qui fermentent le glucose avec ou sans production de gaz, ils réduisent les nitrates en nitrites, ils possèdent une catalase, ce sont des mésophiles qui développent à une température optimale entre 35 et 37°C et un pH entre 4,5 et 9 et une activité de l'eau (AW) supérieure à 0,93 (**KORSAK, 2004**).

III.5.1. Pouvoir pathogène

La salmonellose c'est une maladie grave qui peut être mortelle et ses principaux symptômes sont :

➤ Des diarrhées, des douleurs abdominales, nausées, céphalées, vomissement et parfois la fièvre 39-40°C surviennent généralement 12 à 36 heures après l'ingestion (**JACQUET, 2009**).

III.6. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est une coccobactérie à Gram positif, catalase positif, appartenant à la famille des *Staphylococcaceae*, il a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5µm, immobile, asporulé, aéro-anaérobie facultatif. Il est habituellement disposé en grappe et la température optimale de croissance est de 37°C et un pH compris entre 4 et 9,8, cette espèce tolère une concentration très élevée de Na Cl (jusqu'à 20%) et une activité de l'eau (AW) très réduite (0,83).

Staphylococcus aureus fait partie de la flore humaine et est surtout présente dans le nez et sur la peau (**BECKER, 2004**).

III.6.1. Pouvoir pathogène

La présence de *Staphylococcus aureus* dans les aliments, constitue un risque pour la santé humaine par ce que certaines souches sont capables de produire des entérotoxines dont l'ingestion provoque une intoxication.

Les symptômes apparaissent brutalement : nausées, douleurs abdominales et surtout vomissement violents et répétés souvent accompagnés de diarrhée il n'y a généralement pas de fièvre, des complications peuvent survenir en fonction de la dose ingérée et de la sensibilité individuelle : déshydratation, prostration, hypotension.

Les symptômes apparaissent habituellement 30 minutes à 8 heures après la consommation des aliments contaminés (**BRUN, 2000**).

Partie Expérimentale

Matériels
Et
Méthodes

Partie expérimentale

Objectif de l'étude

Ce travail a pour objectif le suivi de la chaîne de fabrication d'une crème glacée « *Cornéo* » de large consommation, en particulier pendant la saison estivale et d'évaluer sa qualité hygiénique.

A cet effet, nous avons effectué un mois de stage pratique au niveau de l'unité GINI GLACE au cours duquel, on a pu découvrir la technologie de fabrication de ce produit et effectuer différentes analyses.

I. Présentation de l'unité « GINI GLACE »

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

La création de l'unité revient à 1987 avec une surface de production de 200m², elle s'étale aujourd'hui à 800m².

L'activité de l'entreprise est saisonnière (Mars- Septembre) avec un effectif de 300 employés, dont 50 sont permanents et 250 saisonniers ; formés en interne permettant ainsi d'atteindre une capacité de production de 30.000 de mix/par jour ou plus.

En terme de production de crèmes glacées, l'unité GINI GLACE suit un processus de fabrication approprié disposé d'une centrale « NEP » nettoyage en place, qui procède à un lavage automatisé de toutes les installations, sans oublier la mise en place du système HACCP en cours, afin de présenter au client un produit tout à fait sain et conforme aux normes.

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

Le laboratoire de l'unité comprend 3 salles d'analyses : physicochimique, microbiologique, traitement des eaux ainsi qu'une salle de préparation des milieux de cultures et un bureau du responsable de la qualité.

Partie expérimentale

a. Salle de la physico-chimie

Elle est de 3 à 4m², équipée d'un matériel de pointe nécessaire à la bonne maîtrise des analyses (EST, pH, température, poids, teneur en matière grasse, Taux de foisonnement, Taux de protéines ...) et ce dans de parfaites conditions d'hygiène et de propreté.

b.salle de la microbiologie

D'une surface de 3m², elle sert pour les analyses microbiologiques, qui portent essentiellement sur la recherche et le dénombrement des flores et des germes pathogènes nocifs, pour la santé de l'homme (coliformes totaux et fécaux, les staphylocoques, Flore mésophile aérobie totale, salmonelles). Les levures et moisissures sont recherchées uniquement pour les tapis, avec un matériel stérile sophistiqué et dans des conditions irréprochables.

c.Salle des traitements des eaux

Le suivi permanent des eaux de lavage et les eaux utilisées dans le processus de fabrication ainsi que celui de la chaudière est nécessaire. Les analyses qui s'effectuent se résument en : TH, titre alcalimétrique, titre alcalimétrique complet, taux de chlore libre.

d. Salle de préparation des milieux de culture

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

e. Bureau du responsable de qualité

C'est dans celui-ci, que la responsable de qualité se charge de la révision des résultats d'analyses effectuées quotidiennement puis rangées par ordre chronologique.

Les résultats des analyses sont consignées sur le cahier de charge qui est présenté aux agents de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de la wilaya lors de leurs visites.

Tableau V : Les différents produits fabriqués par GINI glaces

Crèmes glacées	Sorbet
Bâtonnets(Skipper)	Bâtonnets(Skipper)
Cornets(Cornéo)	Scoubidou
Pots	Pots
Coupes (marquises)	Coupes (marquises)
Crustibars chocolat et vanille	Cariocas (citron et menthe)
Boites familiales1/2L et 1L	Boites familiales1/2L et 1L
Bacs 5L	Bacs 5L

II. Protocol expérimental (GINI GLACE)

Avant de procéder aux différentes analyses, nous avons pu suivre tout le procès de fabrication de la crème glacée (*Cornéo*) qui illustré dans l'annexe n VIII

Nous avons effectué différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques sur le circuit de fabrication ainsi que le produit fini.

II.1. Analyses physicochimiques

II.1.1. Le produit fini

a. Le taux de foisonnement

➤ Principe

Le taux de foisonnement et la quantité d'air injectée dans la crème glacée est exprimé en pourcentage, il se fait à l'aide d'un freezer.

➤ Mode opératoire

- Remplir une capsule de mix et peser le poids ;
- Remplir la même capsule de glace obtenue par le même mix foisonné et peser son poids.

Partie expérimentale

➤ Expression des résultats

Le taux de foisonnement est exprimé comme suit :

$$\text{TF}(\%) = (P_1 - P_2) / P_2 \cdot 100$$

P₁ : poids du mix (g)

P₂ : poids de glace(g)

TF : taux de foisonnement(%)

b. Le poids P₂

P₂ est le poids de la glace après la sortie du freezer.

➤ Mode opératoire

- Remplir une capsule de glace et peser son poids sur une balance ;
- Prélèvement de produit liquide (Mix) ;
- Pour le mix, nous avons flambé le robinet, puis nous avons laissé couler pendant quelque second avant le prélèvement, puis nous avons rempli des sachets stériles avec le produit à analyser.

3.1.2. Le mix

a. Extrait sec total (EST)

➤ Principe

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

➤ Mode opératoire

Mettre une capsule dans le dessiccateur, tarer et peser 5g de mix puis lancer à une température de 102°C pendant 30 à 50 minutes.

➤ Expressions des résultats

L'extrait sec est directement lu sur le dessiccateur.

b. Poids P₁

C'est le poids du mix en (g).

Partie expérimentale

➤ Mode opératoire

Remplir une capsule du mix et peser le poids sur une balance de précision.

b. pH

Mesuré directement par un PH-mètre.

c. L'acidité

➤ Le principe

La mesure de l'acidité consiste à déterminer la teneur en acide lactique par une neutralisation à la soude DORNIC (NaOH N/9) en présence d'un indicateur coloré : phénophtaléine 1%. **Mode opératoire**

- Mettre 10g de mix dans un bécher ;
- Ajouter quelques gouttes de phénophtaléine ;
- Titrer avec une solution de NaOH N/9 jusqu'au virage rose.

➤ Expression des résultats

L'acidité est exprimée en degré DORNIC (D°) comme suit :

$$\text{Acidité} = V (D^\circ)$$

V : Volume versé de NaOH.

D° : degré DORNIC

d. Température

Mesurée directement par un Thermomètre.

3.1.3. Poudre de lait écrémée (0%de matière grasse)

a. Détermination de l'humidité

L'humidité correspond à l'élimination de l'eau contenue dans la poudre de lait par un dessiccateur. Elle est exprimée en pourcentage(%).

La poudre de bonne qualité doit présenter une humidité < 4%.

➤ Mode opératoire

Peser 5g de poudre de lait dans un dessiccateur électronique, réglé à une température de 102°C Pendant 30 minutes.

Partie expérimentale

➤ Expression des résultats

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

EST : extrait sec total lue sur le dessiccateur.

b.Détermination de l'acidité

➤ Principe

Consiste à déterminer la teneur en acide lactique par une neutralisation à la soude DORNIC (NaOH N/9) en présence d'un indicateur coloré : phénophtaléine 1%.

➤ Mode opératoire

Mettre 10g de poudre de lait dans un bêcher. Ajouter 90ml d'eau distillée homogénéisée puis laisser reposer 5mn.

De ce mélange prendre 10ml dans un autre bêcher. Titrer le mélange avec la soude DORNIC après avoir ajouté quelques gouttes de phénophtaléine jusqu'à l'apparition d'une couleur rose.

➤ Expression des résultats

L'acidité est exprimée en degré DORNIC (D°)

$$\text{Acidité}=\text{V (D}^\circ\text{)}$$

c. Détermination du pH

Elle se fait à l'aide d'un pH mètre.

➤ Mode opératoire

- peser 3g de poudre de lait dans un bêcher ;
- Ajouter 30ml d'eau distillée ;
- mélanger à l'aide d'une baguette en verre jusqu'à la dissolution totale de la poudre ;
- placer le mélange dans le réfrigérateur pendant quelques minutes pour avoir une température environs 20°C.

Partie expérimentale

➤ Résultat

La valeur de pH est lue directement sur le pH-mètre.

d .La solubilité

Son principe consiste à vérifier la solubilité de la poudre de lait dans l'eau à une température de 50°C.

➤ Mode opératoire

Mettre dans deux tubes 10ml de mélange poudre de lait et eau distillée et les mettre dans la centrifugation réglée à une température de 50°C pendant 5mn, à une vitesse 1200Tr/mn.

➤ Expression des résultats

Si le mélange reste homogène, alors la poudre de lait est soluble facilement dans l'eau à une température de 50°C, donc elle est de bonne qualité.

S'il y'aura la formation de deux phases, donc la poudre de lait est de mauvaise qualité.

3.1.4. Poudre de cacao et chocolat

a.Détermination de l'humidité

L'humidité correspond à l'élimination de l'eau présente dans le chocolat par un dessiccateur, elle exprimée en pourcentage(%).

➤ Mode opératoire

Peser 5g de chocolat ou de poudre de cacao dans un dessiccateur électroniques réglé à une température de 102°C.

➤ Expression des résultats

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

H : taux de l'humidité.

EST : extrait sec total.

La poudre du cacao de bonne qualité doit présenter une humidité<5%.

Partie expérimentale

3.1.5. Eau de processus et eau de la sortie de la chaudière

Les différentes analyses effectuées pour l'eau sont :

a. Détermination de la dureté totale (TH).

La dureté d'une eau est un critère essentiel pour anticiper l'entartrage des conduites d'eau dans l'industrie. Elle a deux origines :

-La dureté due aux espèces carbonatées estimées par le **TA** (titre alcalimétrique), qui donne la concentration en ions hydroxyde OH^- et en carbonate CO_3^- et le **TAC** (titre alcalimétrique complet), qui détermine la concentration en ions hydroxyde OH^- , carbonates CO_3^- , et en carbonates HCO_3^- .

-La dureté due aux ions calcium et magnésium estimée par le **TH** (titre hydrométrique)

Le titre hydrométrique d'une eau indique la teneur total en sel de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}), la dureté totale est la concentration en ions (Ca^{2+}) et (Mg^{2+})

$$\text{TH} = (\text{Ca}^{2+}) + (\text{Mg}^{2+})$$

➤ Principe

Ce test se base sur l'identification de la coloration bleue en utilisant la solution tampon ammoniacal et du noir d'Eriochrome T comme indicateur coloré.

Dans le cas contraire ou cette coloration n'est pas remarquée, on poursuivra le test en titrant avec la solution EDTA jusqu'à l'obtention de la coloration bleu.

➤ Mode opératoire

- Prendre un échantillon de 100ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 5ml de la solution ammoniacale tampon ;
- Mettre 15 gouttes de noir d'Eriochrome T ;
- Si la coloration vire au bleu, cela indique un $\text{TH}=0$
- Si la coloration vire au violet, titrer avec la solution d'Ethyle Diamino Tetracique (E.D.T.A) (N/50) jusqu'au virage au bleu.
- Prendre le volume de titrage.

Partie expérimentale

- Expression des résultats

Le TH est exprimé en degré français (F°).

$$\text{TH (F°)} = V$$

V : volume de la solution E .D.T.A versée en ml

TH : titre hydrométrique en degré français

3.2. Analyses microbiologiques

La prolifération des micro-organismes est d'autant plus variée que le produit est riche en éléments nutritifs, ce qui est le cas des crèmes glacées.

Les différents germes dénombrés quotidiennement dans l'entreprise sont : la flore mésophile aérobie total (FMAT), coliformes fécaux et totaux, staphylocoque, les levures et les moisissures.

3.2.1. Prélèvements pour le contrôle de l'équipement et du matériel

Nous avons procédé au contrôle microbiologique du matériel entrant en contact direct avec le produit à différents stades de fabrication.

Les prélèvements sont effectués par balayage des surfaces à analyser, à l'aide d'écouvillons stériles. L'écouvillon est ensuite transféré dans 10ml d'eau peptonée.

A partir de cette suspension, on a effectué des ensemencements selon le protocole classique de l'analyse microbiologique.

3.2.2. Prélèvements pour le contrôle de l'ambiance

L'évaluation de la qualité microbiologique de l'air est effectuée au niveau des salles suivantes : la chambre froide et la salle de production.

La technique la plus simple pour déterminer la bio-contamination aéroportée, consiste à disposer des boîtes de pétri ouvertes aux endroits que l'on veut étudier. Dans les boîtes de pétri, nous avons préalablement coulé les milieux de culture correspondant aux germes que l'on veut détecter, les particules en suspension dans l'air se développent par sédimentation à la surface du milieu.

Partie expérimentale

Après exposition de 5 à 10min, les boîtes sont refermées et mises à incuber. Les micro-organismes capables de se développer sur le milieu y donnent des colonies.

3.3.3. Prélèvements pour le contrôle du personnel

Pour évaluer l'état d'hygiène du personnel, nous avons procédé par la méthode la plus simple, qui consiste à réaliser des empreintes digitales des différents milieux gélosés (selon les germes recherchés).

Pour notre étude, nous avons effectué des prélèvements sur un nombre des travailleurs qui interviennent dans la préparation et le conditionnement.

3.3.4. Prélèvements pour le contrôle du produit fini

3.3.4.1. Les principaux germes dénombrés

a. La flore mésophile aérobie totale

Les germes aérobies mésophiles correspondent à l'ensemble des germes saprophyte et pathogènes, capables à se multiplier à l'aire libre avec une croissance optimale à une température entre 20à45°C (VIGNOLA,2002).

➤ **Mode opératoire**

A partir d'une dilution décimale 10^{-1} , porter aseptiquement à l'aide d'une pipette 1ml dans une boîte de pétri, ensuite verse de la gélose «PCA» maintenue en surface à 45°C, faire des mouvements circulaires, puis laisser à solidifier sur la paillasse pendant 15minutes, puis incuber les boîtes à 30°C pendant 24 à 48heures.

➤ **Lecture**

Retenir les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300, les autres boîtes sont indénombrables.

➤ La norme fixée pour la FMAT est de $2,5 \cdot 10^4$ UFC/ml. (J.O.R.A.1989).

b. Les coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont des Entérobactéries, aérobies et anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, capables de fermenter le lactose avec production de gaz à une température de 35°C(VIGNOLA,2002).

Partie expérimentale

➤ **Mode opératoire**

Prélever aseptiquement 1ml de chaque dilution dans une boîte de pétri, ajouter ensuite une quantité de milieu de culture (15 à 20ml) «VRBG», maintenue en surface à 45°C, laisser solidifier sur la paillasse.

- Une série de boîte sera incubée à 37°C pendant 24 heures pour la recherche des coliformes totaux ;
- La deuxième série sera incubée à 44°C pendant 24 heures pour la recherche des coliformes fécaux.

➤ **Lecture**

Les colonies à considérer sont violettes à rose-rouge, d'un diamètre voisin de 0,5 à 1mm et entourées d'un rougeâtre de précipité de sel biliaires quand ceux-ci sont modifiés. Les colonies lactose sont incolores elles sont dues à la dégradation du lactose.

- La norme fixée pour les coliformes totaux est de 10 UFC/ml, quant aux coliformes fécaux elle est de 1 UFC/ml (**J.O.R.A.1989**).

c.Clostridium sulfito-réducteur

Ce sont des micro-organismes anaérobies à métabolisme oxydatif, caractérisés par la production d'énergie et réduction des sulfates en sulfures, ce sont surtout des bactéries de l'environnement. (**LOUBINOUX, 2001**).

➤ **Mode opératoire**

La recherche des clostridium Sulfito-réducteurs se fait sur la gélose viande-foie qui contient de l'amidon et du sulfite.

Prendre 1ml de l'échantillon à analyser dans une boîte de pétri, ensuite verser environ 15 ml de gélose viande-foie maintenue en surfusion à 45°C. Puis laisser à solidifier sur la paillasse pendant quelques minutes, ensuite incubé à 44°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture**

Les Clostridium sulfito- réducteurs, donnent après incubation des colonies noires par réduction du sulfite et production de sulfure de fer.

L'absence des Clostridium sulfito- réducteurs se traduit par l'absence de colonies noires.

Partie expérimentale

d. *Staphylococcus aureus*

Coque à Gram positif, non sporulé, immobile, aéro-anaérobies facultatif, appartenant à la famille des *Staphylococcaceae* qui se développe à une température de 37°C (BECKER, 2004).

➤ **Mode opératoire**

A partir d'une dilution décimale 10^{-1} porter aseptiquement, à l'aide d'une pipette 1ml de la solution préparée dans une boîte de pétri contenant environ 15ml de milieu de culture «Chapman» maintenue en surface à 45°C. Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis laisser se solidifier sur la paillasse pendant 15 minutes, puis incuber les boîtes à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture**

Les colonies de *Staphylococcus aureus* sont rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune-doré ; elles sont entourées d'un halo jaune correspond à une acidification à partir du mannitol (mannitol+).

- La norme fixée pour les staphylocoques aureus est de 10 UFC/ml (J.O.R.A.1989).

e. Les levures et moisissure

Les levures et les moisissures sont des champignons microscopiques, dont la présence dans les produits alimentaires est indésirable (THURIAUX, 2004).

➤ **Mode opératoire**

A partir de la dilution décimale 10^{-1} porter aseptiquement 1ml, à l'aide d'une pipette dans une boîte de pétri contenant de la gélose SABOURAUD refroidie. Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile puis, incuber la boîte à 30°C pendant 3 à 5 jours.

➤ **Lecture**

Les colonies de levure ressemblent à des bactéries, elles sont brillantes rondes et bombées, de couleurs différentes, alors que celles des moisissures ont un aspect velouté et sont plus grandes de couleur blanche ou pigmentées. Les résultats sont exprimés en UFC par (g) de produit.

Partie expérimentale

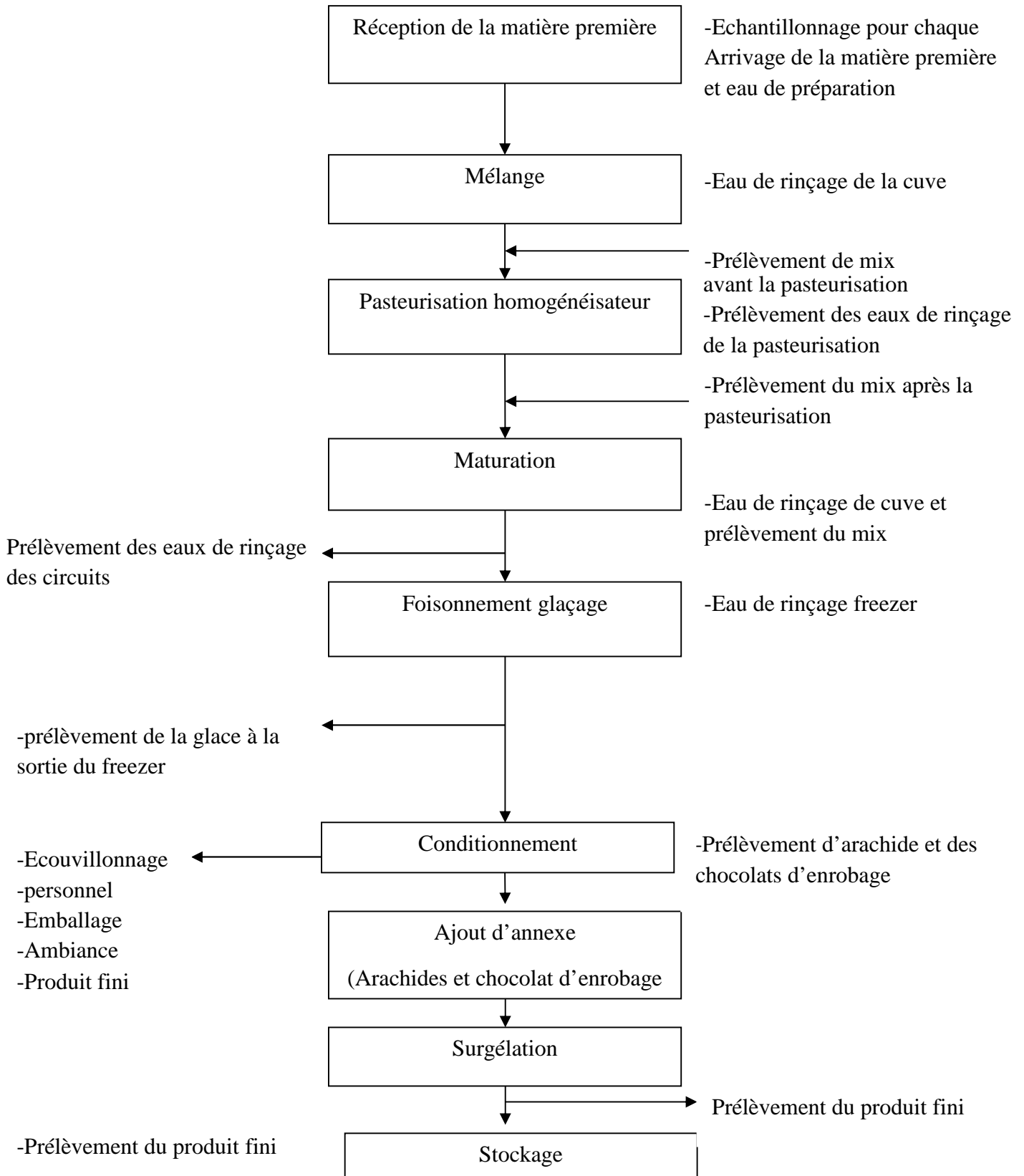


Figure 8 : Organigramme représentant un plan de contrôle microbologique (GINI GLACE).

Résultats
Et
Discussion

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les différents tests physico-chimiques effectués sur le mix et sur le produit fini ont permis d'obtenir les résultats suivant :

III.1.1. Résultats des analyses physico-chimiques sur le mix

Les tests effectués sur le mix ont permis de dresser le tableau VI qui regroupe les moyennes \pm écart type pour chaque test, ainsi que la norme (AFNOR, 2006) de référence correspondante.

Tableau VI : Résultats et normes des analyses physico-chimiques sur le Mix

Paramètres	Prélèvements						Moyennes \pm écart type	Normes
	1	2	3	4	5			
Poids (g)	33.72	33.78	33.85	33.79	33.88	33.804 \pm 0.06	33.60 – 33.89	
Température (°C)	06	05	05	05	05	5.2 \pm 0.45	02 – 06	
EST %	33.02	33.67	33.89	33.25	33.21	33.414 \pm 0.37	33.40 \pm 0.5	
pH	6.89	6.97	6.93	6.95	6.83	6.914 \pm 0.06	6 \pm 08	
Acidité (°D)	15	14	15	15	14	14.6 \pm 0.55	16 \pm 1	

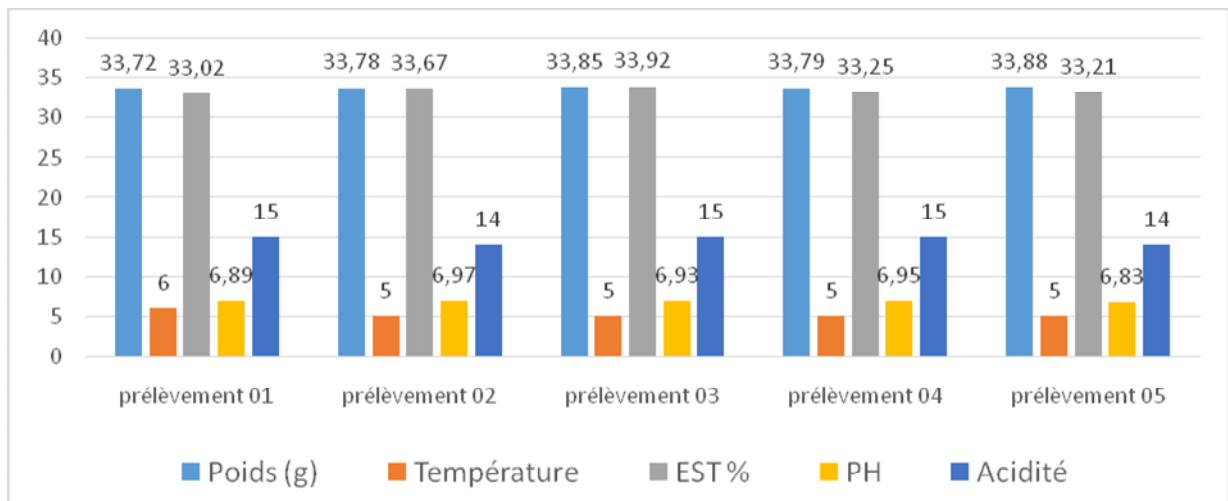


Figure 9 : Histogramme des résultats des analyses physico-chimiques sur le Mix

D'après le tableau VI et la figure 4, il apparaît que les résultats des analyses physico-chimiques du Mix répondent tous aux normes AFNOR établies pour les crèmes glacées. En effet, nous avons enregistré des valeurs moyennes de 33.8 ; 5.2 ; 33.4 ; 6.9 et 14.6 respectivement pour le poids, la température, l'extrait sec total, le pH et l'acidité.

Ces résultats qui concordent parfaitement avec les normes AFNOR et font état d'un bon mélange entre la matière première et la préparation homogène de l'extrait sec et ce, grâce à la bonne maîtrise de la préparation du mix.

Nos résultats concordent avec une récente étude menée par Boudi et Hami (2015), qui portait sur les paramètres physicochimiques des crèmes glacées élaborées par l'unité GINI. En effet, leurs résultats sont de 33.74, 34.17, 6.87, 16.33 et respectivement pour le poids, l'extrait sec, le pH et l'acidité.

1.2. Résultats des analyses physico-chimiques sur le produit fini (Cornéo-vanille)

Le calcul du taux de foisonnement a permis d'obtenir les résultats illustrés dans le tableau VII qui correspondent au taux de foisonnement pour chaque prélèvement, ainsi que le taux moyen \pm écart type.

Tableau VII : Résultats du calcul du taux de foisonnement

Paramètres	Prélèvements						Moyenne \pm écart type	Normes
	1	2	3	4	5			
P1 (g)	33,72	33,78	33,85	33,79	33,88	33,80 \pm 0,063	-	
P2 (g)	16,34	16,41	16,1	16,7	16,66	16,44 \pm 0,246	-	
TF %	106,4	105,9	110,2	102,3	103,4	105,63 \pm 3,079	100 – 110 %	
P3 (g)	75 - 74 - 80	81 - 79 - 80	73 - 72 - 82	83 - 73 - 81	83 - 72 - 81	77,1 \pm 3,84	75 – 80 g	
	81 - 76 - 81	80 - 73 - 75	77 - 72 - 75	79 - 75 - 76	80 - 70 - 74			

P1 = poids du mix ; P2 = poids de la glace après sortie du ; P3 = poids brut freezer

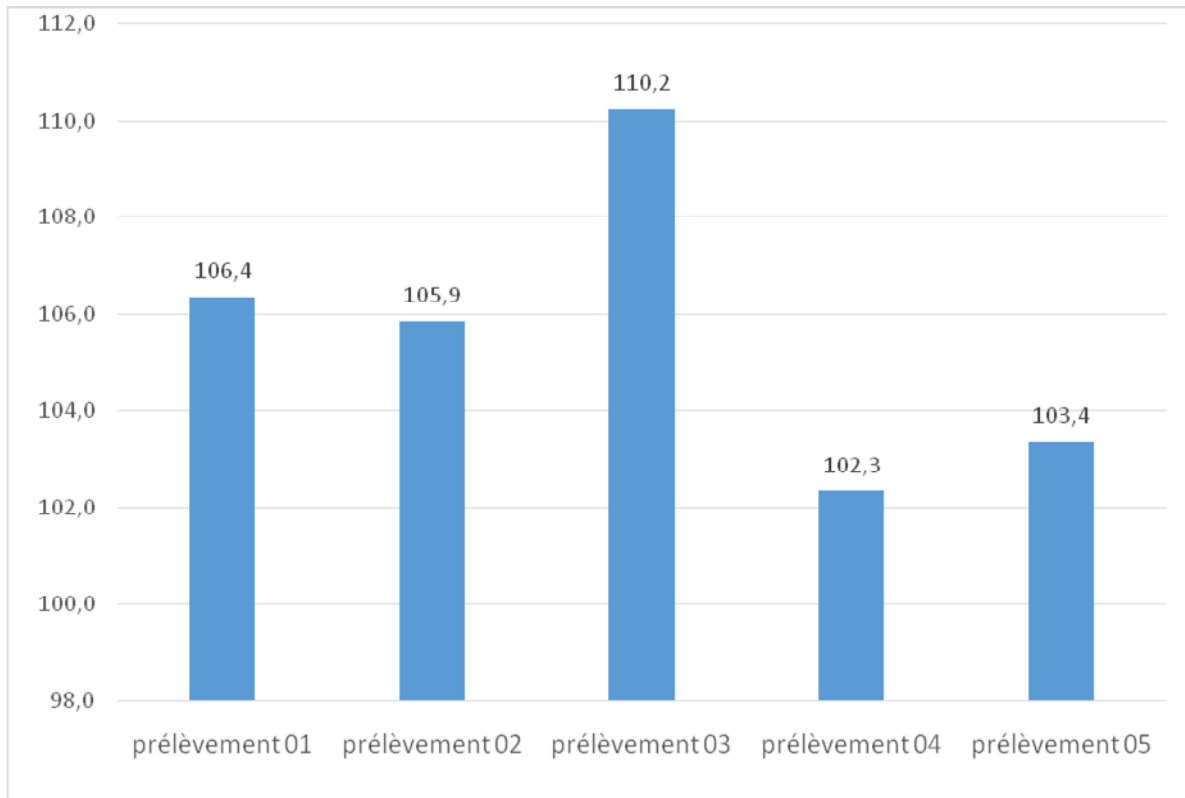


Figure10 : Taux de foisonnement

D'après le tableau VII et la figure 10, nous constatons que les taux de foisonnement des différents prélèvements sont compris entre 102,3 et 110,2 %. Ces résultats répondent à la norme AFNOR qui prévoit des taux de foisonnement devront être compris entre 100 et 110 %.

Selon la même norme, un taux de foisonnement correct est dû au bon fonctionnement du freezer (injection de l'air).

La comparaison de nos résultats avec ceux retrouvés dans la bibliographie, indique que ceux-ci correspondent à ceux obtenus par Ouakouak (2008), dont l'étude portait sur l'évaluation des bonnes pratiques d'hygiène chez GINI Glaces. En effet, cette étude a rapporté des résultats de 90 ; 96 et 89 % sur des glaces de type bâtonnets et dont la norme AFNOR exige des résultats compris entre 80 et 90.

III.2. Résultats des analyses microbiologiques

Les différents tests microbiens effectués sur le produit, le personnel, l'air et les surfaces du circuit de fabrication et ce, après nettoyage puis après désinfection ont permis d'obtenir les résultats suivant :

III.2.1. Résultats de l'analyse microbiologique des surfaces au niveau du circuit de fabrication après nettoyage

Le test microbien après nettoyage nous a permis de tracer le tableau VII, qui révèle la présence ou l'absence des Flore microbienne aérobie, Coliforme, *Staphylococcus* et Levures et moisissures. Les prélèvements ont été effectués à 7h30 et l'incubation à 13h.

Tableau VIII : Résultats du test microbiologiques des surfaces du circuit de fabrication après nettoyage

N	Nature de l'échantillon	FMAT	Coliformes Fécaux à 44°C	Coliformes totaux à 37°C	ST à 37°C	LM à 30°C
01	Circuit <i>Cornéo</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
02	Eau de freezer	16	6	10	Absence	Absence
03	Doseur glace <i>Cornéo</i>	12	3	7	Absence	Absence
04	Pince blanche <i>Cornéo</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
05	Doseur arachide <i>Cornéo</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
06	Mix vanille	100	Absence	Absence	Absence	Absence
07	<i>Cornéo</i> vanille	200	Absence	Absence	Absence	Absence
08	Chocolat <i>Cornéo</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

Le tableau VIII révèle la présence de germes de Flore microbienne aérobie, et de Coliforme, au niveau de l'eau du freezer et du doseur glace *Cornéo*. Par ailleurs, dans le mix vanille et *Cornéo* vanille, il n'y a eu que la présence de Flore microbienne aérobie. Pour les autres machines testées, nous avons observé une absence des germes testés.

Ce test indique que le nettoyage ne suffit pas à éradiquer les germes potentiellement dangereux pour l'Homme. En effet, le passage par une phase de désinfection s'avère indispensable.

III.2.2. Résultats des analyses microbiologiques des surfaces du circuit de fabrication après désinfection

Les résultats du test microbien, qui consistait à déterminer la présence ou non de la Flore mésophile aérobie, des Coliformes, du *Staphylocoques* et les levures et moisissures, sont résumés dans le tableau VIII

Tableau IX : Résultats de l'analyse microbiologique des surfaces au niveau du circuit de fabrication après la désinfection

Nature de l'échantillon	Heure de Prélèvement	FTAM à 30°C	Coliformes fécaux à 44°C	Coliformes totaux à 37°C	ST à 37°C	LM à 30°C
Circuit <i>Cornéo</i>	07H45	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Eau de freezer	07H45	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Mix vanille	07H45	100	Absence	Absence	Absence	Absence
<i>Cornéo</i> vanille	07H45	200	Absence	Absence	Absence	Absence
Chocolat <i>Cornéo</i>	07H45	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Doseur glace <i>Cornéo</i>	07H45	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Pince blanche <i>Cornéo</i>	07H45	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Doseur arachide <i>Cornéo</i>	07H45	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Norme	/	5 x 10⁴	1	10²	10	Absence

Le tableau IX montre de bonnes conditions d'hygiène contre la Flore mésophile aérobie, des Coliformes, du *Staphylococcus aureus* et les levures et moisissures et ce, après la désinfection. Cette dernière est assurée en utilisant l'ANIOSTERIL EAS ECO durant la première semaine et ANIOSTERIL EAS 200 durant la semaine suivante.

Cette méthode de désinfection par alternance de deux produits, permet une meilleure efficacité du processus de désinfection en garantissant que le germe ne puisse pas développer de résistance au produit d'entretien utilisé.

Il est à noter que les résultats du test microbien effectué après désinfection sont conformes aux normes fixés par le Journal Officiel Algérien datant du 27 mai 1998.

III.2.3. Résultats des analyses microbiologiques sur le personnel

Le test des coliformes sur le personnel a permis de dresser le tableau suivant :

Tableau X: Résultats du test microbien sur le personnel

Machine utilisée par le personnel	Cornéo (couverts)	Bâtonnets Skipper 2	Tapis Skipper 2	Bâtonnets scoubidou
Germes Recherchés (coliforme fécaux)	00	00	00	00

Machine utilisée par le personnel	Tapis scoubidou	Couverts coupe	Bâtonnets Skipper 1	Couverts bac
Germes Recherchés (coliforme fécaux)	00	00	00	00

Le tableau IX révèle une hygiène irréprochable du personnel. En effet, aucun germe de coliforme fécaux n'a été retrouvé chez le personnel quelque soit la machine sur laquelle il intervient. Il est donc à signaler que l'entreprise respecte les bonnes pratiques d'hygiène et elle veille avec rigueur, à ce que le personnel s'y conforme.

III .2.4. Résultats des analyses microbiologiques de l'air (test d'ambiance)

Le test d'ambiance qui vise à indiquer la présence de levures et de moisissures au niveau de la chambre froide et de l'atelier de production a permis d'obtenir les résultats rapportés sur le tableau X.

Tableau XI : Résultats du test d'ambiance au niveau de la chambre froide et de l'atelier de production.

Salles Germes	Salle de production	Chambre froide
Levures	00	06
Moisissures	08	02

Le tableau XI, indique la présence de moisissures au niveau de la salle de fabrication, ainsi que dans la chambre froide. D'autre part, les levures ne sont présentes que dans la chambre froide. Cependant, le taux de présence est très faible pour représenter un danger. En effet, le plus haut taux est celui des moisissures retrouvées dans la salle de production avec seulement 8 colonies sur les 4 boîtes de Pétri testées.

III.2.5. Résultats des analyses microbiologiques sur le mix

Le tableau XII représente les résultats obtenus après avoir soumis le mix aux tests microbiologiques. Les résultats sont donnés en UFC/ml.

Tableau XII : résultats du test microbiologique effectué sur le mix.

ECHANTILLON Germe	01	02	03	04	05	Normes
<i>FMAT</i> à 30°C (UFC/ml)	350	300	210	280	305	2.5 x 10⁴
<i>Coliformes totaux</i> (UFC/ml)	absence	absence	Absence	absence	absence	10
<i>Coliformes fécaux</i> (UFC/ml)	absence	absence	Absence	absence	absence	1
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/ml)	absence	absence	Absence	absence	absence	10

Depuis le tableau XI, nous remarquons l'absence de germes Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *Staphylococcus* dans le mix.

Par contre, la Flore mésophile aérobie est présente dans les cinq prélèvements du mix avec des valeurs comprises entre 210 et 350 UFC/ml. Cependant, ces valeurs restent négligeables dans la mesure où la norme prévoit un seuil de 2.5×10^4 UFC/ml.

La présence d'un certain nombre négligeable de germes mésophile aérobie peut provenir des matières premières mises en œuvre ou de l'air ambiant dans lequel le mélange a été préparé.

III.2.6. Résultats des analyses microbiologiques sur le produit fini

Nous avons soumis le produit fini à un test microbien, concernant la Flore mésophile totale, les coliformes fécaux et totaux, ainsi que *Staphylococcus aureus* et dont les résultats sont résumés dans le tableau XI

Tableau XIII : résultats du test microbien sur le produit fini

Germes recherchés	1^{er} jour	2^{eme} jour	3^{eme} jour	4^{eme} jour	5^{eme} jour
Flore aérobie	430	380	220	400	320
Mésophile totale (/ml)					
Coliformes totaux (/ml)	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Coliformes fécaux (/ml)	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
<i>Staphylococcus aureus</i> (/ml)	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent

Le tableau XII montre l'absence totale des germes coliformes fécaux et totaux, ainsi que du *Staphylococcus aureus* sur le produit durant 5 jours. Par ailleurs, nous constatant la présence de Flore mésophile totale avec une valeur maximale de 430 UFC/g ; néanmoins, cette valeur reste inférieure au seuil toléré par la norme, citée dans le journal officiel Algérien du 27 mai 1998.

Ce test indique donc une qualité microbiologique satisfaisante du produit fini.

Conclusion

Au terme de notre étude, qui vise à effectuer un suivi de la chaîne de fabrication d'une crème glacée produite au niveau de l'unité GINI glace « Fréha », ainsi que l'évaluation de sa qualité microbiologique ; nous pouvons conclure que :

D'une part, l'unité GINI Glace a montré une bonne maîtrise du processus de fabrication depuis la matière première jusqu'au produit fini et ce, avec des paramètres physicochimiques répondant aux normes. A juste titre, la température, l'extrait sec, le pH et l'acidité du mix sont respectivement de 5,2°C ; 33,414 % ; 6,917 et 14,6. Par ailleurs, le produit fini a montré un taux de foisonnement de 105,63%.

D'autre part, les résultats des différents tests microbiens effectués, ont révélé une grande efficacité du nettoyage et désinfection avec l'absence de Coliformes, *Staphylococcus aureus*, de moisissures et levures dans tous le circuit de fabrication, à part la présence d'une certaine charge de la flore mésophile aérobie, qui néanmoins reste inférieur au seuil autorisé.

Par ailleurs, les mêmes résultats ont été observés au niveau des analyses microbiologiques effectués sur le mix et sur le produit fini.

De plus, le personnel a montré une hygiène irréprochable, avec une absence de colonies de Coliformes fécaux au niveau des mains et ce, grâce à une désinfection régulière.

Enfin, le test d'ambiance a révélé la présence de moisissures dans la chambre froide et dans la salle de production, avec un taux maximal de 8 colonies. Ce taux reste très faible et ne représente pas de risque de contamination. Aussi, les levures n'ont été observées que dans la chambre froide avec un taux de 6 colonies inférieur au risque d'infection.

A l'issu de ces résultats, il apparait que le produit de Gini Glace est élaboré selon les normes de fabrication et d'hygiène, ce qui lui confère une bonne qualité.

Cependant, afin de préserver cette qualité de la crème glacée, nous préconisons certaines recommandations :

- Veiller toujours au respect d'un plan d'hygiène rigoureux et de bonnes pratiques de fabrication ;
- Respecter la chaîne du froid au niveau de tous les points de distribution du produit fini ;
- Organiser un plan de formation continu du personnel de cette unité, pour être informé des nouvelles technologies et des dernières normes dans ce domaine.

Références bibliographiques

Amat-Rose JM. , (2011). Les toxi-infections alimentaires collectives, aspect chimique et épidémique, dynamique porteuse de risque en europe lettre de l'infetiologue.1997, 12, 326, 327. Université, médicale virtuelle francophone.

ASSAMA OUDA. (2002).dénombrement de la flore mésophile aérobie totale, Dakar, Sénégal .bp.12635 colabane.

Becker K., Harmsen. D, Mellmann. A, Meier. C, Schumann, Peters, G. & von Eiff. (2004). Development and evaluation of a quality-controlled ribosomal sequence database for 16S ribosomal DNA-based identification of *Staphylococcus* species.*Journal of Clinical Microbiology*, 42(11), 4988-4995. Doi : 10.1128/JCM.42.11.4988-4995.2004.

BERTHIER A.M. (1990).Fondre de plaisir avec les glaces. Revue laitière française.494 :42.

BOUTINNIER JEAN LUC. (2000).Crèmes glacées, glaces et sorbet. Formulation et fabrication technique de l'ingenieur.F8010p1-10.

BOUTONNIER J.L. (2001).Crèmes glacées et sorbets : formulation et fabrication Techniques de l'ingénieur, F8010.14p.

Brun Y., Bes M. (2000) .*Staphylococcus*. Dans « Précis de bactériologie clinique », Eds (Freney J., Renaud F., Hansen W., Bollet C.), ESKA, Paris, 783-830.

CAROL L.VIGNOLA. (2002).Science et technologie du lait-Transformation du lait éditrice scientifique. Edition presses internationaux polytechnique.

CEAEQ (2009b). Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 20 p.

COLIN P., (2009). Fiche de description de danger microbiologique transmissible par les aliments : *Salmonella*. Afssa.

Cuq J.L. (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp : 20-25.

GELINJ., C et TAILLIEZ. (2002).Influence des constituants biochimique sur la stabilité des crèmes glacées.

KORSAK N., Clinquart. A, Daube. G. (2004). Salmonella spp dans les denrées alimentaires d'origine animale: un réel problème de santé publique. Ann.Med.Vet.148, 174-193.

LIEW MYB., GHAZALIH.M, and LAI O.-M (2001).Rheological properties of ice cream emulsion prepared from lipase-catalized trances terrified palm kernel olein: anhydrous milk fat mixture. Faculty of food Science and Biotechnology University putra Malaysia palm, Oil Research Institute of Malaysia Agriculture Research and Development Institute.

LOUBINOUX J. (2001).les bactéries sulfito-réducteurs humains, caractérisation et pouvoir pathogène .thèse de doctorat. Université Henry Poincayet de Nancy .faculté de médecine.

LUQUE F-M., DEVEAUX R. (1990).Les produit lactières (vache, brebis, chèvre) transformation et technologie .2^{ème}Edition tec et doc Lavoisier.

MACHI 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 la santé P7.

MAHAUT H., JEANET R., BRULET G., schuck p. (2000).Les produits industriels laitiers ; Edition : Tec-Doc Lavoisier : 152,153, 155.

MAHAUT H., JEANET R., BRULET G., schuck p., CROGUENEC T. (2008).Les produit lactières ,2^e Edition Tec-Doc Lavoisier : 87,88, 89, 100.

MARION D., DOUITEZ J P. (2002).Additifs et auxiliaire de fabrication dans les industries agro-alimentaire. 3^{ème}Eddition. Tec et doc p 458.

MARSHALL R.T., et ARBUCKLE W .S. (1998).Ice cream 5^{ème} Edition aviobook, New York p 483.

POULOT M., SIMPSON R. (2002).Science et technologie du lait transformation du lait. Edition polytechnique .De Montréal p417-440.

ROUDOT A-C., (2002).Rhéologie et analyse de la texture des aliments. Edition, techniques et documentation.

THURIAUX P. (2004).Les organismes modelles les levures. Edition belin.

TIRARD-COLLET P. (1996).La technologie des desserts congelés. Institut de technologie agro-alimentaire de Saint-Hyacinthe et le centre d'innovation technologique agroalimentaire.

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

VIGNOLA C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.

Mémoire

OUAKOUAK. N. (2008). Evaluation des bonnes pratiques d'hygiènes chez GINI GLACE Thèse pour obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en agronomie. Université SAAD DAHLAB de Blida Algérie.

BOUDI.O. (2015). Effets de la température, du temps de maturation sur le taux de foisonnement, les paramètres physicochimiques et microbiologiques des crèmes glacées GINI GLACE (Freha). Thèse pour obtention du diplôme de Master en Alimentation Humaine et Qualité des Produits. Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou.

ANNONYME, (2013)[http:// www.djazairress.com/fr/elwatan.html](http://www.djazairress.com/fr/elwatan.html).2013.

ANINYME. (2016).un environnement sain -source de santé c 2016-AES
Environnement.com, aireau sol Environnement Montréal

.com, WWW.aesenvironnement.com.

Annexes

AnnexI : Liste du matériel utilisé pour les analyses physicochimiques

<ul style="list-style-type: none">- pH mètre- balance de précision- distillateur- thermomètre- agitateur- four pasteur	<ul style="list-style-type: none">- Pipettes graduées- Erlenmeyer- Tubes à essai- Béchers- Eprouvette- Ballon- Entonnoir- Burette- Flacons- Baguette	<ul style="list-style-type: none">- Phénolphtaléine- Solution alcaline (NaOH)- Méthylorange- HCl- Eau distillée- Eau peptonnée- Noir d'trichrome- Solution tampon ammoniacale- EDTA (éthyle Diamine Tétrarchique)- Acide sulfurique- Alcool iso amylique	<ul style="list-style-type: none">- Capsule- Papier aluminium- Papier filtre- Portoirs- spatule
---	---	--	---

Annexe II

CCP

+4C°±2 jusqu'à +6C°

-Cuve de maturation

-Nettoyage

Annexes (arôme et colorants)

CCP

Température
-5C°à -8C°

-Nettoyage

CCP

-Nettoyage

-Personnel

-Emballage

-Annexes de fabrication

-L'ambiance

Température
<-20

-Nettoyage

Température
-30C° ±5C°

Température
<-20C°

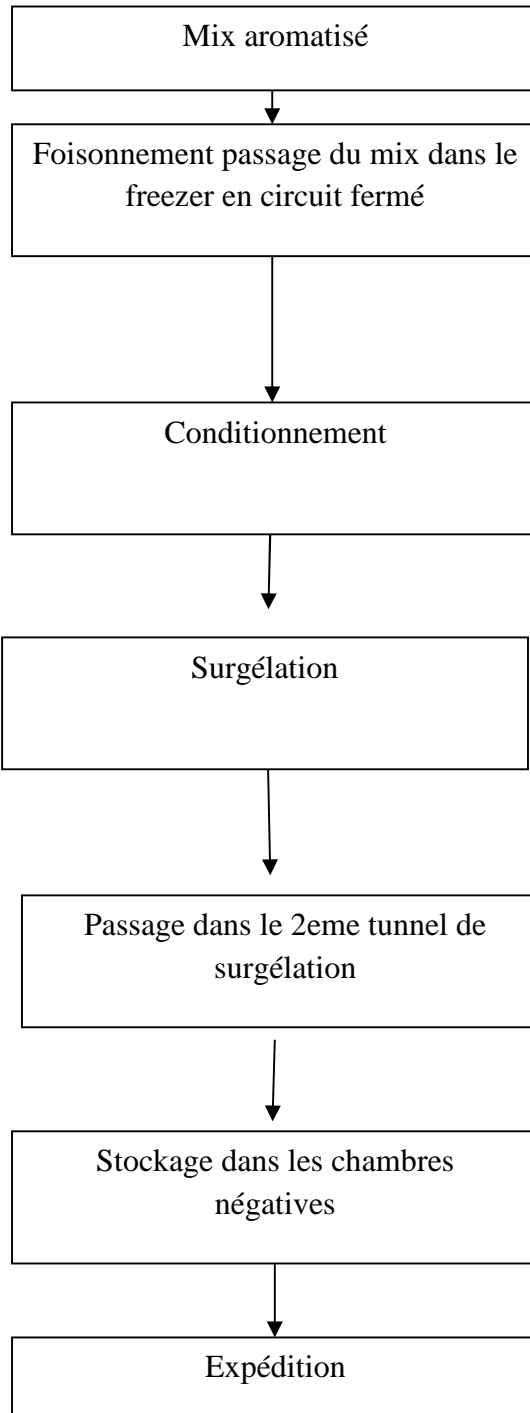


Diagramme de fabrication de produit fini (corneo)

Annexes III

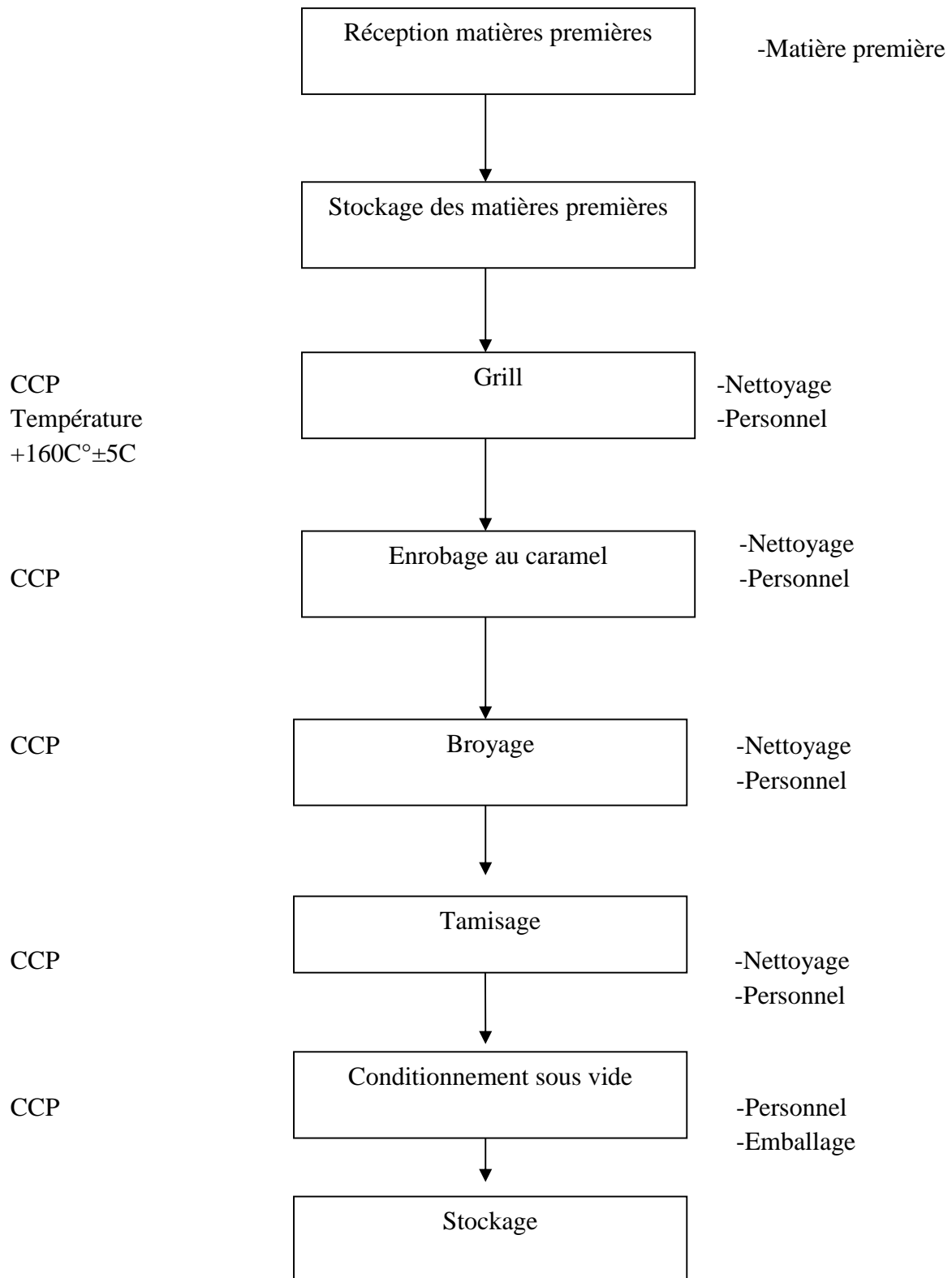


Diagramme de fabrication des cacahuètes

Annexe IV

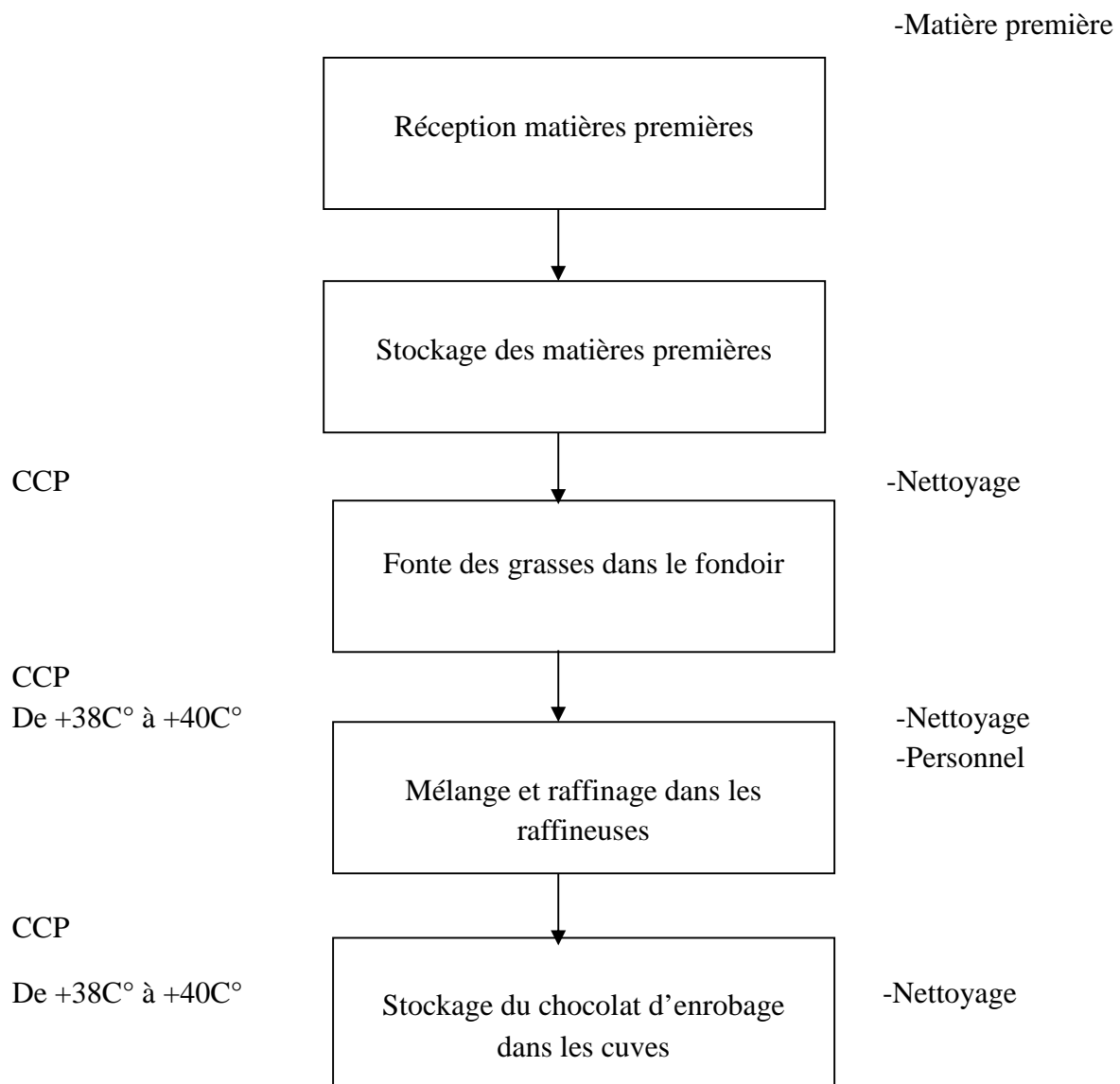


Diagramme de fabrication des enrobages

Annexe V

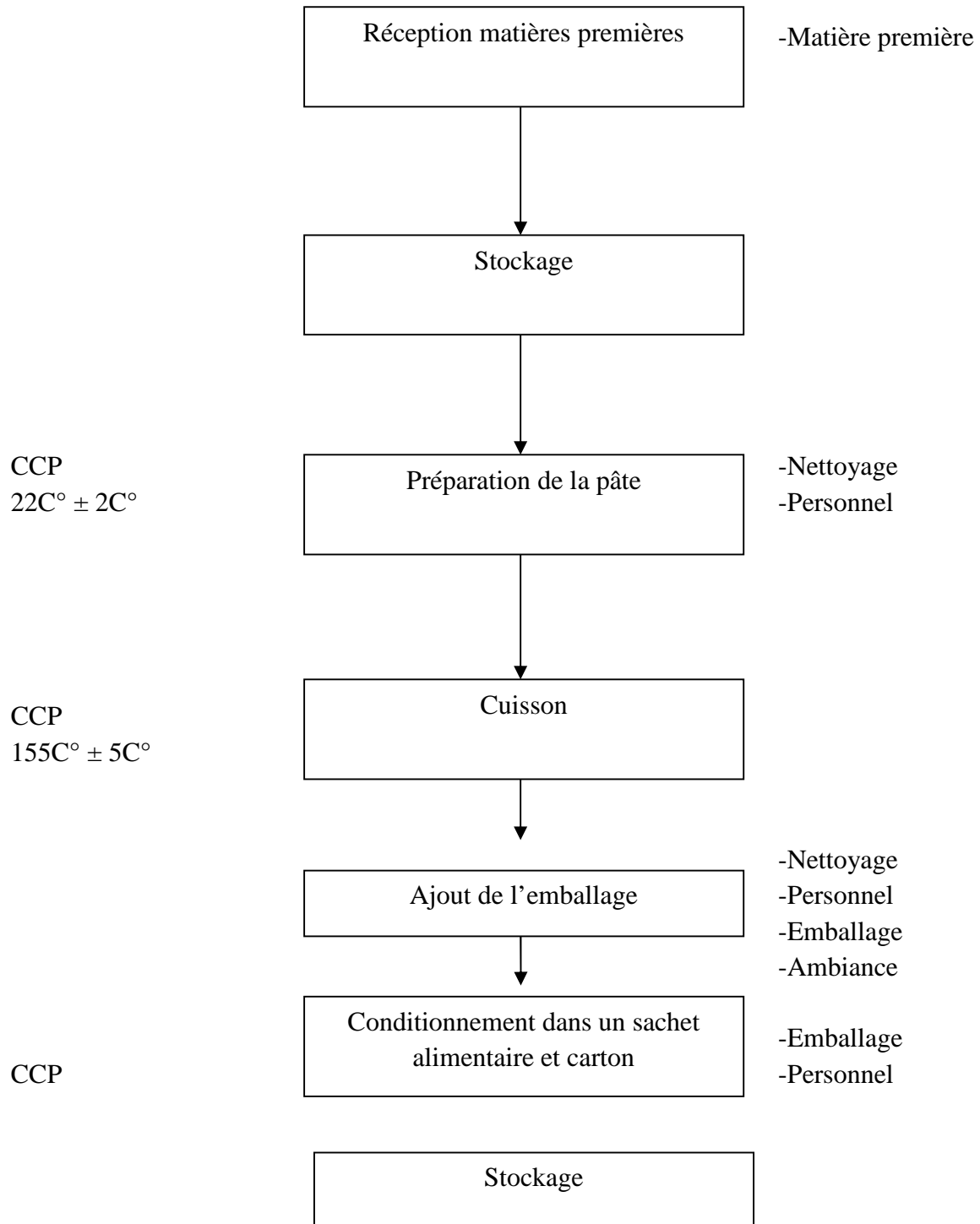


Diagramme de fabrication des gaufres

Annexe VI

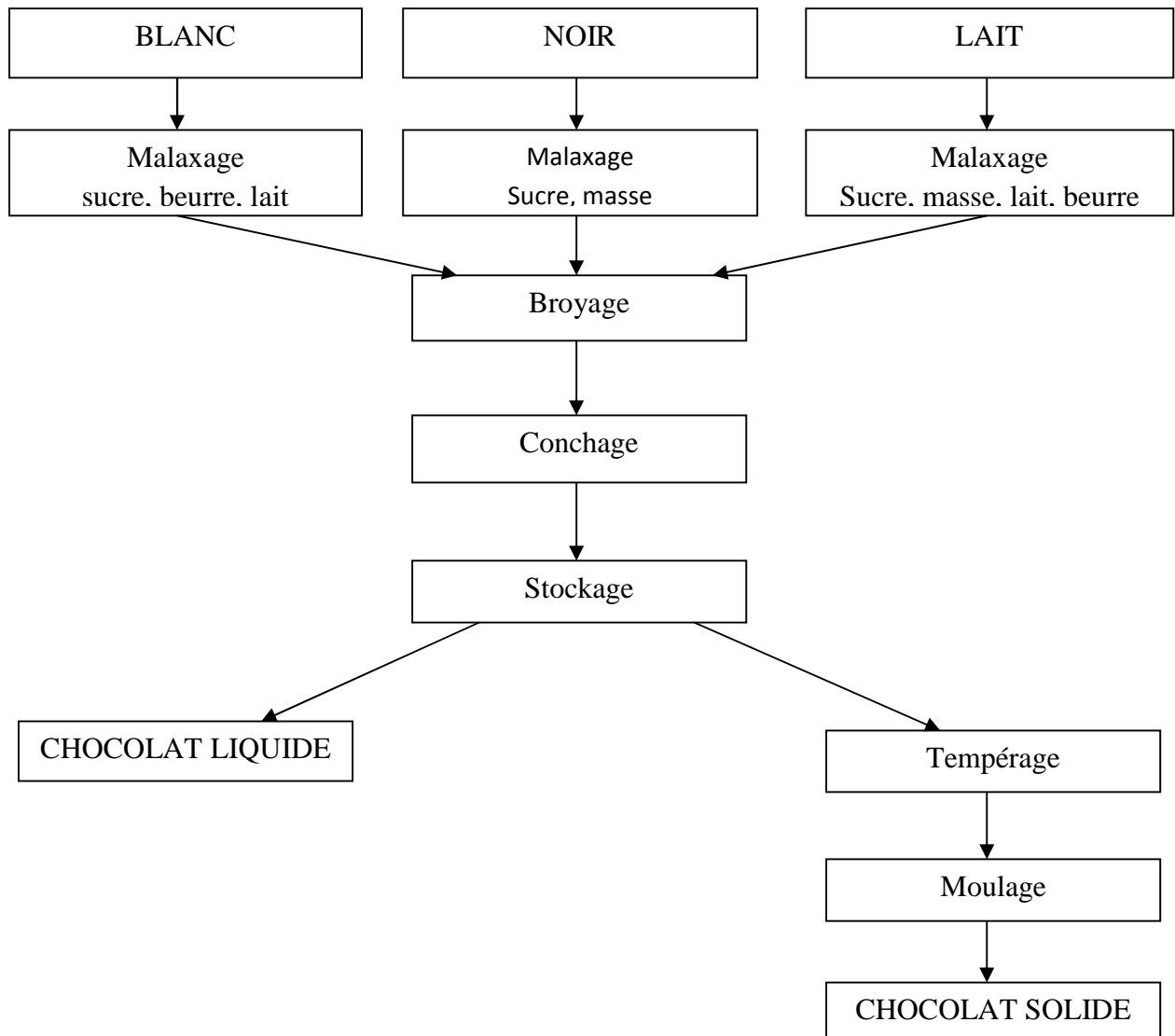


Diagramme de fabrication du chocolat

Annexe VII

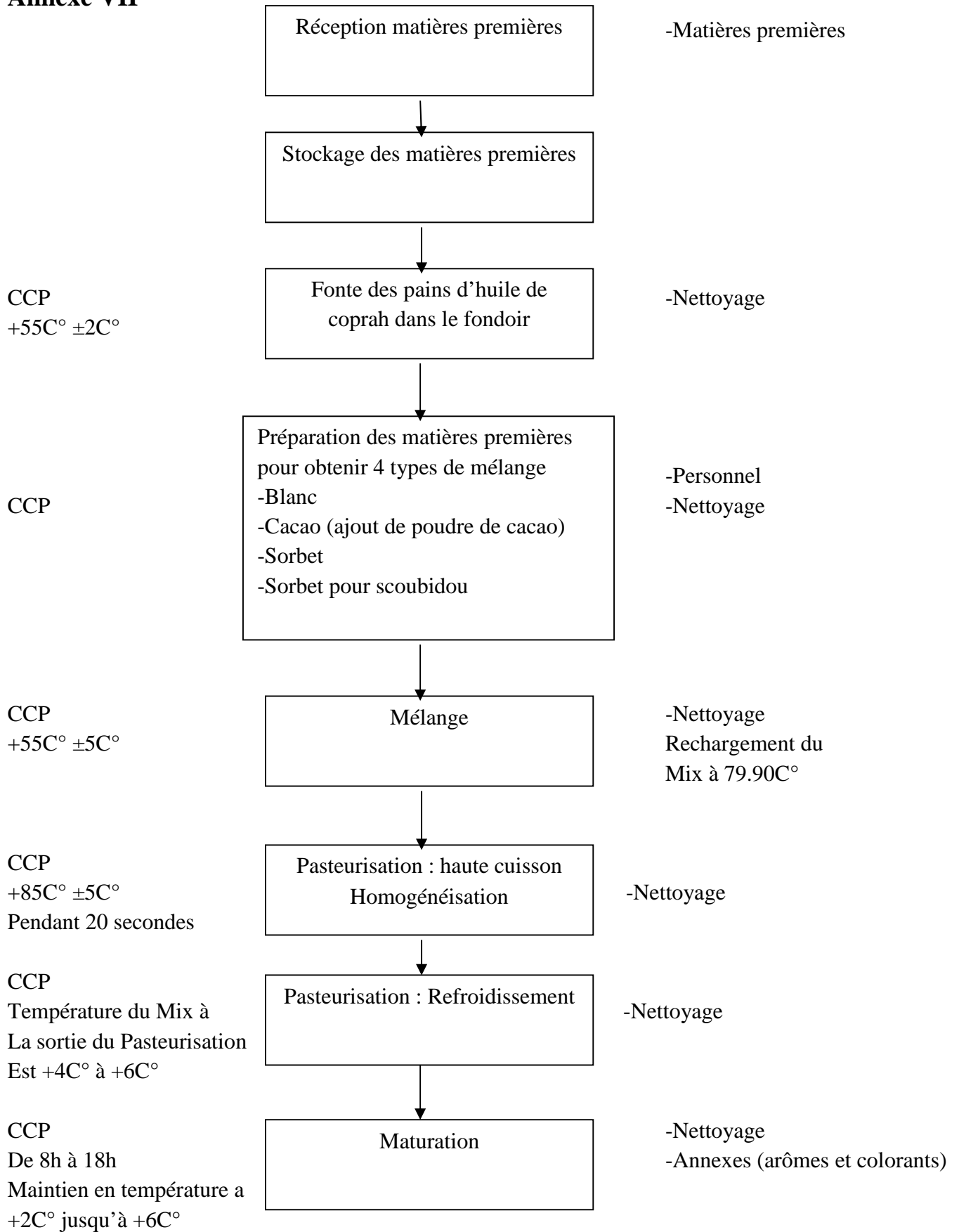
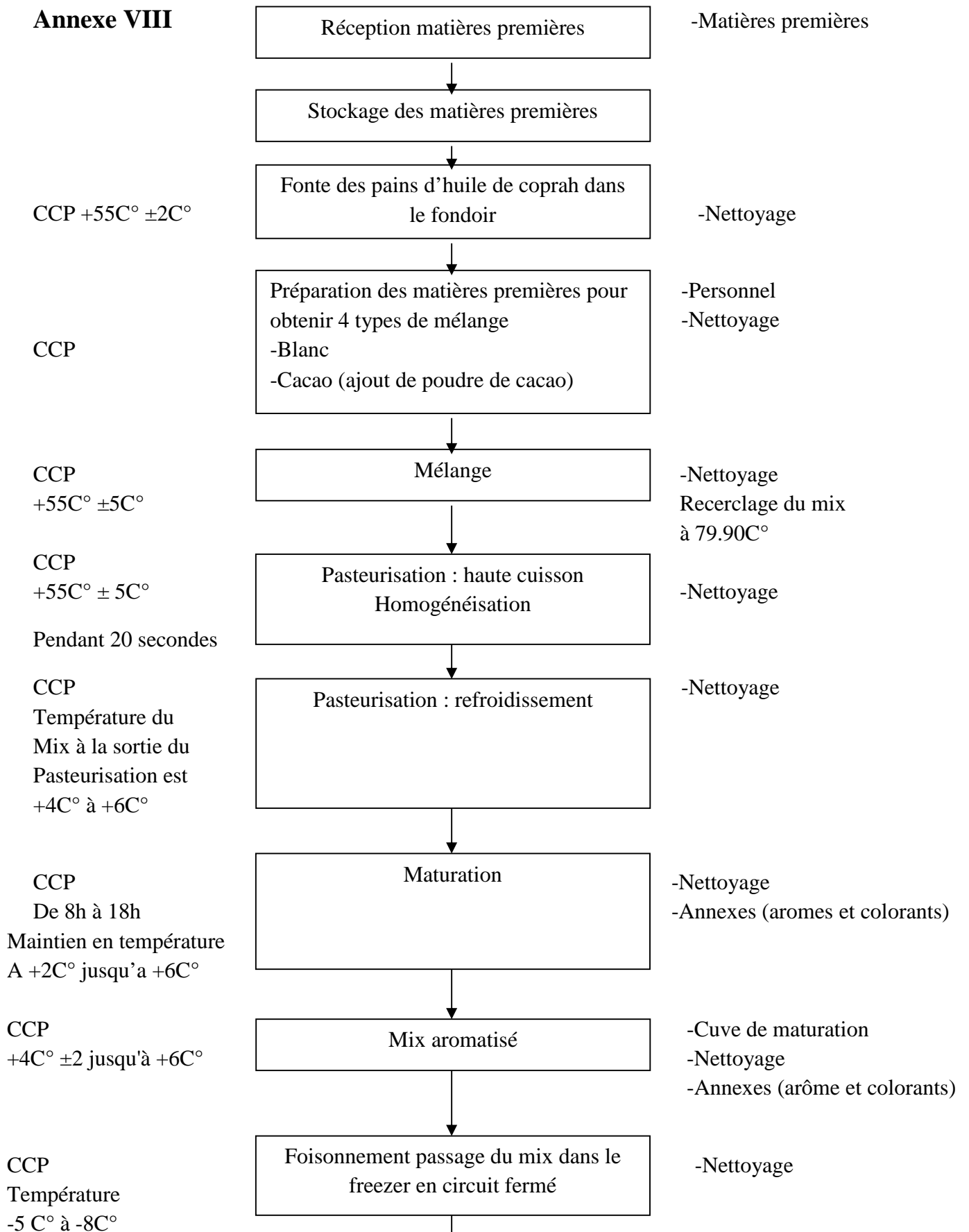
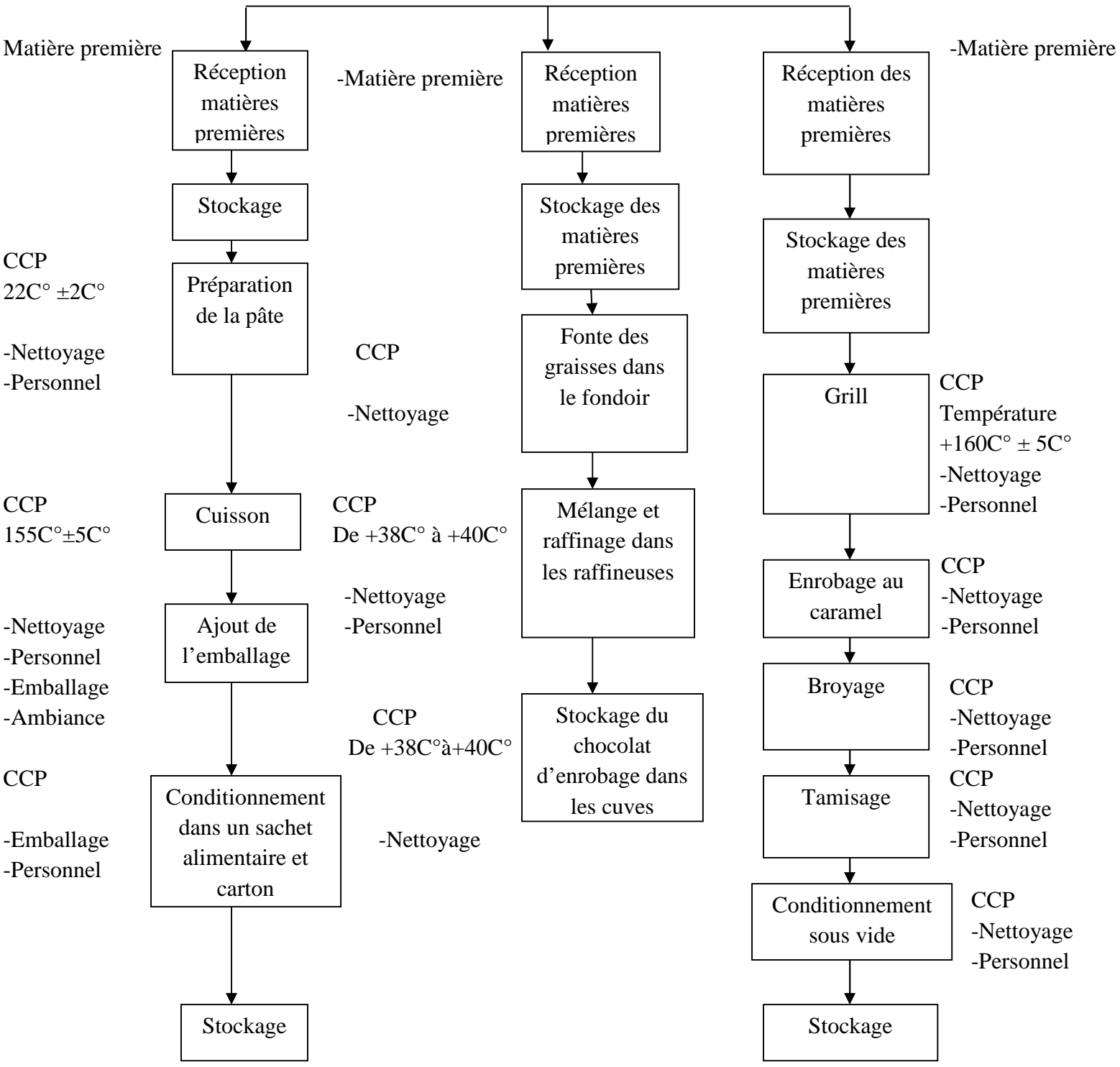


Diagramme de fabrication du Mix

Annexe VIII





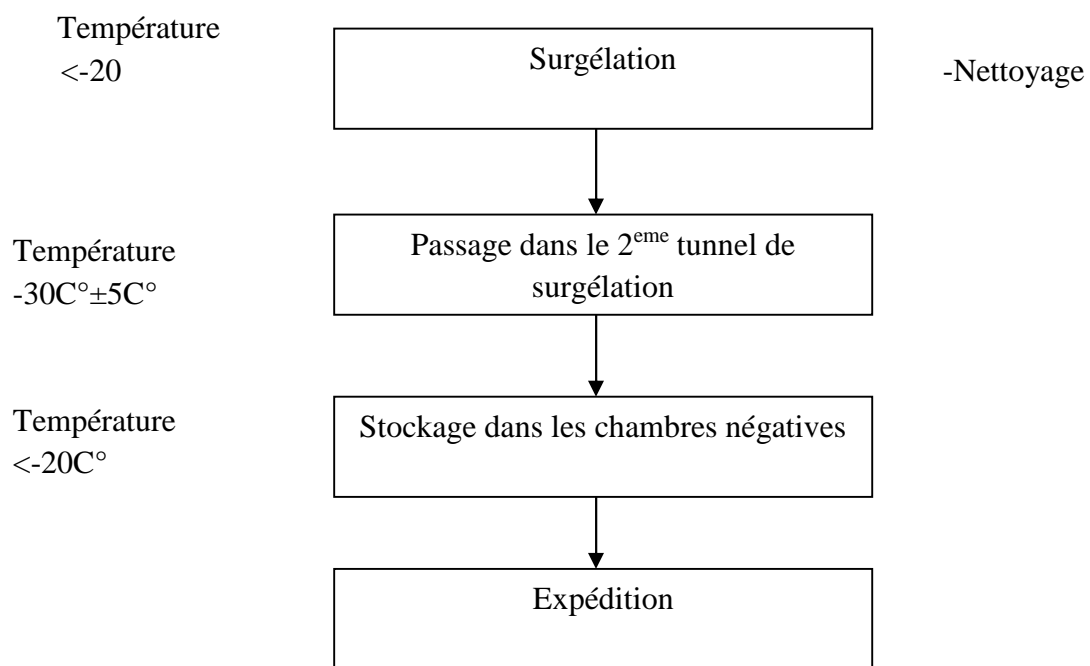


Diagramme de fabrication du Cornéo

Annexe IX : Plan de nettoyage de freezers

nettoyage	L'eau	/	04
LES ETAPES DE NETTOYAGE	PRODUIT UTILISE	CONCENTRATION	TEMPS DE CONTACTE (minutes)
Phase alcalin	Soude+ Désinfectant(EAS)	1,8%	08
Rinçage	L'eau	/	06
Phase acide	Acide nitrique+ DESINFECTANT(EAS)	1%	06
Rinçage	L'eau	/	06

Annexe X : liste du matériel et appareils utilisés dans le laboratoire physico-chimique



Spectrophotomètre



pH mètre



balance de précision



Dessiccateur à infrarouge



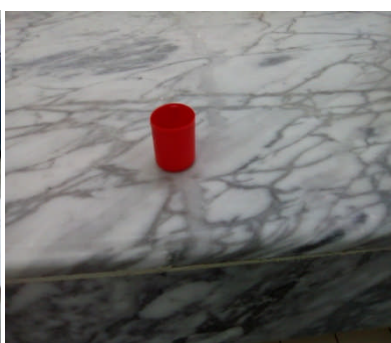
Réfractomètre



pipete



Indicateur coloré
(Phénolphaléine 1%)



Capsule



Soude DORNIC ($\text{NaOH}^{/9}$)

Annexe XI: liste du matériel et appareils utilisés dans le laboratoire de microbiologie



Hote stérile



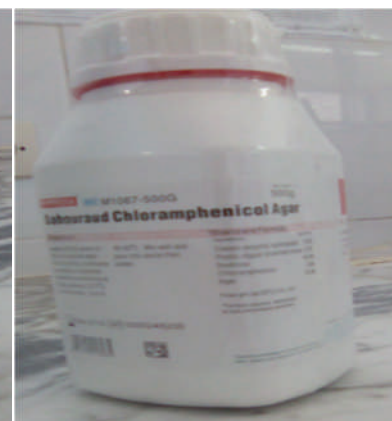
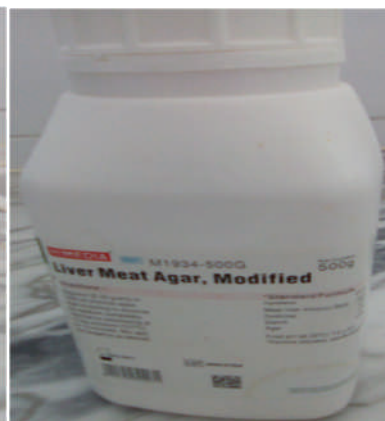
Colony Counter



Bain marie



Etuves d'incubations



Milieus de culture

Annexe XII : Organigramme général de S.A.R.L GINI

