

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

THESE DE DOCTORAT

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Nutrition et transformation des aliments

ETUDE DE L'APPLICATION DE L'HACCP ET DE LA TRAÇABILITE, EN
SYSTEME INTEGRE, SELON LA NORME ISO 22000: 2005, DANS
UNE GLACERIE ALGERIENNE.

par

Saliha ALLATA

Devant le Jury composé de :

Mr. M.BENCHABANE	Professeur, U. de Blida 1	Président
Mr. A. BADIS	Professeur, U. de Blida 1	Examinateur
Mme. S. OUAFI	Professeur, USTHB, Alger	Examinatrice
Mme. S. BECILA	Maître de conférences A, INATAA, Constantine 1	Examinatrice
Mme. C.TOUIL-BOUKOFFA	Professeur, USTHB, Alger	Examinatrice
Mme. L. BOUTEKRABT-BENHADJA	Professeur, U. de Blida 1	Directrice de thèse

Blida, Janvier 2019

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier, et en premier lieu, ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail.

Je tiens à remercier le professeur *BOUTEKRABT LYNDA*, ma Directrice de thèse, qui malgré ses nombreuses activités, elle m'a toujours réservé un accueil chaleureux, en me donnant l'avantage de bénéficier de son soutien et son encouragement. Je lui exprime ma vive reconnaissance.

Je remercie vivement le professeur *BENCHABANE MESSAOUD*, de l'université Saad DAHLAB de Blida 1, pour le grand honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de mon jury de thèse, et le professeur *BADIS ABDEL MALEK*, de l'université Saad DAHLAB de Blida 1, qui m'a honoré en acceptant d'examiner ce travail. Mes sincères remerciements.

Mes remerciements vont également aux professeurs *OUAFI SAIDA* et *TOUIL-BOUKOFFA CHAFIA* de l'Université des Sciences et de la Technologie *Houari Boumediene (USTHB)* d'Alger ainsi qu'au docteur *BECILA SAMIRA*, de l'Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires (INATAA) de l'université de *Constantine 1*, qui m'ont fait l'honneur de participer à mon jury de thèse. Qu'elles trouvent ici l'expression de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à tous les membres de l'entreprise EURL MAZAFROID d'Alger et à l'équipe du laboratoire vétérinaire régional de Laghouat.

Enfin, je voudrais adresser des remerciements particuliers à mes parents, à mes frères et sœurs et à tous mes amis.

الملخص

ان تطبيق نظام تحليل المخاطر وتحديد النقاط الحرجة (HACCP) اصبح الزاميا في المنشآت الجزائرية التي يرتبط نشاطها بالمنتجات الحيوانية و ذات المصدر الحيواني. تهدف دراستنا الى تطبيق نظام التتبع و تحليل المخاطر وتحديد النقاط الحرجة في منشأة لإنتاج المثلجات. حددنا المعلومات الاساسية للتسجيل وهذا لتتبع المثلجات في كل مراحل انتاجها. البرامج التحضيرية (PRPs) تم تطبيقها. المخاطر البيولوجية، الكيميائية، الفيزيائية و المسببة للحساسية ذات الصلة بسلامة و جودة المثلجات و نقاط التحكم الحرجة (CCsP) والبرامج التحضيرية للتشغيل (oPRP) تم تحديدهم. المراحل التالية: التنظيف في المكان، التصفية، البسترة، التبريد، التخزين والنقل تم تحديدها كنقاط التحكم الحرجة. الحدود الحرجة والاجراءات التصحيحية تم تحديدها ايضا. تحاليل مكروبيولوجية اجريت لدراسة تأثير تطبيق نظام تحليل المخاطر وتحديد النقاط الحرجة على الاخطار البيولوجية (البكتيريا الهوائية و الكوليفورم) في المثلجات بنكهة الفانيلا، الفراولة و الشكولاتة. اظهرت نتائج التحاليل انخفاض في مستويات البكتيريا الهوائية في جميع العينات المدروسة من المثلجات و لوحظ انخفاض في مستويات الكوليفورم من 1.76 ± 2.39 إلى 1.42 ± 2.11 لوغاريثم وحدة تشكيل مستعمرة / غرام في عينات المثلجات بنكهة الشكولاتة ، ومن 1.62 ± 2.54 إلى 1.15 ± 2.02 لوغاريثم وحدة تشكيل مستعمرة / غرام في عينات المثلجات بنكهة الفراولة.

كلمات مفتاحية

المثلجات، تحليل المخاطر وتحديد النقاط الحرجة ، البرامج التحضيرية، البرامج التحضيرية للتشغيل، نظام التتبع، ايزو 22000 (2005) ، التحليل الميكروبيولوجي

RÉSUMÉ

La mise en place de la démarche HACCP est une obligation réglementaire imposée aux industries du secteur agroalimentaire (IAA), dont l'activité est liée aux produits d'origine animale, par la réglementation algérienne. L'objectif de ce travail est l'étude de la mise en place de la traçabilité et du système HACCP en approche intégrée, conformément à la norme ISO 22000 (2005), dans un processus de production des crèmes glacées. Les informations de traçabilité nécessaire à enregistrer dans le processus de production des crèmes glacées ont été déterminées. Les programmes prérequis (PRPs) ont été appliqués. Les dangers physiques, chimiques, biologiques et allergènes liés à la sécurité des crèmes glacées ont été identifiés. Les programmes prérequis opérationnels et les points critiques pour la maîtrise ont été sélectionnés à l'aide de l'arbre de décision. Le nettoyage en place, la filtration, la pasteurisation, le refroidissement, le stockage et le transport ont été identifiés comme des CCPs. Les limites critiques des CCPs, les procédures de surveillance et les actions à entreprendre en cas de dépassement des limites critiques ont été établies. Enfin, l'impact de la mise en place du système HACCP sur le niveau de réduction de la flore aérobies mésophiles à 30°C et des coliformes totaux dans les crèmes glacées à la vanille, à la fraise et au chocolat a été étudié. Les résultats de l'adoption du système HACCP ont montré une réduction du niveau de contamination de la flore aérobie mésophile dans tous les échantillons de crèmes glacées testés. Une diminution significative des coliformes totaux de $2,39 \pm 1,76$ à $2,11 \pm 1,42$ et de $2,54 \pm 1,62$ à $2,02 \pm 1,15$ log UFC/g a été observée dans les échantillons de crèmes glacées au chocolat et à la fraise, respectivement.

Mots clés

Crèmes glacées, HACCP, PRPs, oPRP, CCPs, système de traçabilité, ISO 22000 (2005), analyses microbiologiques.

Abstract

The implementation of HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) is a mandatory imposed by Algerian regulations on the food businesses whose activities are related to product of animal origin. The aim of this work is to study of implementing the HACCP and traceability system, under the ISO 22000 (2005) standard, in a company producing ice cream. We have determined the corresponding traceability information to be recorded in ice cream process. Prerequisite programs (PRPs) were applied. Biological, physical, chemical and allergens hazards that could emerge at each stage of the production were identified. The critical control points (CCPs) and operational prerequisite programs (oPRPs) were selected using a decision Tree. Results showed that cleaning-in-place, filtration, pasteurization, cooling, storage and transport stages were identified as CCPs. Critical limits, monitoring methods and actions to be taken when critical limits are exceeded were established. Finally, the impact of implementation of food safety system (HACCP) on mesophilic aerobic microorganisms and coliforms in vanilla, strawberry and chocolate flavoured ice cream was investigated. The results of HACCP adoption showed the reduction of mesophilic aerobic microorganisms in all flavours of the ice cream samples tested. Besides, a significant decrease of coliforms from 2.39 ± 1.76 till 2.11 ± 1.42 and 2.54 ± 1.62 till 2.02 ± 1.15 log CFU/g was observed in ice cream samples with a chocolate and strawberry flavour, respectively.

Keywords

Ice cream, HACCP, PRPs, oPRPs, CCPs, traceability system, ISO 22000 (2005), microbiological analyses.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	2
RESUME	3
TABLE DES MATIERES	6
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	10
LISTE DES ABREVIATIONS	12
INTRODUCTION GENERALE	15
CHAPITRE 1 : HACCP- SYSTEME DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS	18
1.1. Concept, historique et principe	18
1.2. Les programmes prérequis (PRPs)	19
1.3. Etapes de la mise en place du système HACCP	19
1.3.1. Etape 1 : Constitution de l'équipe HACCP	19
1.3.2. Etape 2 : Description du produit	20
1.3.3. Etape 3 : Identification de l'usage prévu du produit	20
1.3.4. Etape 4 : Construction du diagramme du procédé de fabrication	20
1.3.5. Etape 5 : Confirmation du diagramme sur le site	20
1.3.6. Etape 6 : Analyse des dangers	21
1.3.7. Etape 7 : Détermination des points critiques pour leur maîtrise (CCPs)	21
1.3.8. Etape 8 : Etablissement des limites critiques pour chaque CCP	22
1.3.9. Etape 9 : Etablissement d'un système de surveillance	22
1.3.10. Etape 10 : Détermination des mesures correctives	23
1.3.11. Etape 11 : Application des procédures de vérification	23
1.3.12. Etape 12 : Etablissement d'un système documentaire	23
1.4. Contexte réglementaire et normatif	23
1.4.1. Réglementation algérienne	24
1.4.2. Principales dispositions du règlement européen	25
1.4.2.1. Directive 93/43/CEE	25
1.4.2.2. Réglementation n°178/2002	25
1.4.2.3. Réglementations n°852/2004 et n°853/2004	26
1.4.3. Dispositions normatives	26
1.4.3.1. ISO 22000 : 2005	26
1.4.3.2. Référentiels BRC et IFS	27
1.5. Le système HACCP et la norme ISO 22000	27
1.5.1. ISO 22000 (2005) : Généralités	27
1.5.2. Différence entre la norme ISO 22000 et le système HACCP	28
1.6. Le système HACCP et le commerce international	29
1.7. Impact du système HACCP en industrie alimentaire	30
1.7.1. Impact sur la sécurité sanitaire des aliments	30
1.7.2. Impact sur l'économie : Coûts et bénéfices du système HACCP	30
1.8. Conclusion	31

CHAPITRE 2 : TRAÇABILITÉ DES PRODUITS ALIMENTAIRES	32
2.1. Définitions	32
2.2. Approches liées à la traçabilité	33
2.2.1. Traçabilité ascendante et descendante	33
2.2.2. Traçabilité logistique et traçabilité produit	34
2.2.3. Traçabilité amont, aval et interne	34
2.2.4. Traçabilité globale	34
2.2.5. Traçabilité statique et dynamique	34
2.3. Etapes d'installation d'un système de traçabilité	35
2.4. Outils de la traçabilité	37
2.4.1. Codes à barres	37
2.4.2. Identification par radiofréquence (RFID)	38
2.5. Enjeux de la traçabilité	39
2.5.1. La traçabilité et le principe de précaution	39
2.5.2. La traçabilité, le Live Blanc, le dossier d'agrément sanitaire et L'HACCP	40
2.5.3. Un outil de gestion des retraits et rappels des produits	41
2.5.4. La traçabilité et les dispositions réglementaires et normatives	41
2.5.4.1. Réglementation algérienne	41
2.5.4.2. Réglementations européennes	42
2.5.4.3. Dispositions normatives	43
2.5.5. Un outil de segmentation marketing	43
2.6. Conclusion	44
CHAPITRE 3 : CREMES GLACEES	45
3.1. Qu'est-ce qu'une crème glacée	45
3.2. Ingrédients et leurs fonctionnalités	45
3.2.1. Eau et air	46
3.2.2. Solides de lait	47
3.2.3. Matières grasses	47
3.2.4. Hydrates de carbone	48
3.2.5. Emulsifiants et stabilisants	48
3.2.6. Épaississants, gélifiants, arômes et colorants	49
3.3. Procédé de fabrication	49
3.3.1. Préparation du mix	49
3.3.2. Transformation du mix en crèmes glacées	50
3.4. Structure des crèmes glacées	51
3.5. Qualité microbiologique des crèmes glacées	52
3.6. Conclusion	53
CHAPITRE 4 : MATERIELS ET METHODES	54
4.1. Description de la compagnie	54
4.2. Programmes prérequis (PRPs)	54
4.3. Mise en place des principes du système HACCP	55
4.3.1. Étapes initiales permettant l'analyse des dangers	55
4.3.2. Analyse des dangers	56
4.3.3. Établissement des programmes prérequis opérationnels (oPRP)	58

et du plan HACCP	
4.3.4. Établissement d'un plan de vérification	58
4.3.5. Établissement de la documentation	58
4.4. Système de traçabilité	59
4.4.1. Application des principes du système de traçabilité	59
4.4.2. Test de traçabilité	59
4.5. Analyses microbiologiques des crèmes glacées	60
4.5.1. Matériel de laboratoire	61
4.5.2. Prélèvement des échantillons	61
4.5.3. Préparations des échantillons	61
4.5.4. Dénombrement de la flore mésophile à 30°C	61
4.5.5. Dénombrement des coliformes totaux	62
4.6. Analyse statistique	63
CHAPITRE 5 : RESULTATS ET DISCUSSION	64
5.1. Etablissement des programmes prérequis (PRPs)	64
5.1.1. PRP hygiène du personnel	64
5.1.2. PRP hygiène des bâtiments et des locaux	67
5.1.3. PRP contamination croisée	68
5.1.4. PRP alimentation en eau	69
5.1.5. PRP stockage et transport	69
5.1.6. PRP gestion des approvisionnements et manutention des produits	70
5.1.7. PRP air comprimé	71
5.1.8. PRP équipements et leur maintenance	72
5.1.9. PRP nettoyage et désinfection	73
5.1.10. PRP élimination des déchets et des eaux usées	74
5.1.11. PRP lutte contre les nuisibles	74
5.2. Mise en place du système HACCP	76
5.2.1. Étapes préliminaires à l'analyse des dangers	76
5.2.1.1. Équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires	76
5.2.1.2. Caractéristiques du produit et usage prévu	77
5.2.1.3. Diagrammes de flux et étapes de processus de fabrication	77
5.2.2. Analyse des dangers	81
5.2.2.1. Sélection et classement des mesures de maîtrise	83
5.2.2.1.1. Les programmes prérequis (PRPs) et la maîtrise des sources de contamination.	85
5.2.2.1.2. Les programmes prérequis opérationnels (oPRPs) et points critiques pour leur maîtrise (CCPs)	86
5.2.3. Etablissement des programmes prérequis opérationnels (oPRP) et du plan HACCP	88
5.2.4. Etablissement d'un plan de vérification	89
5.2.5. Etablissement des documents et des enregistrements	89
5.3. Système de traçabilité	89
5.3.1. Installation d'un système de traçabilité	89
5.3.2. Gestion et intégration des documents de traçabilité	91
5.3.3. Résultats du test de traçabilité	92
5.4. Effet de l'implantation du système HACCP sur le taux des FMAT et les coliformes dans les crèmes glacées.	92

CONCLUSION GENERALE	111
APPENDICES	113
A. Etiquettes et puces RFID	113
B. Organigramme de l'organisme EURL MAZAFROID	114
C. Matériel utilisé et milieux de cultures	115
D. Exemple de plan de nettoyage et de désinfection	116
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	117

LISTE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX

Figure 1.1 :	Arbre de décision selon ISO/TS 22004 : 2005.	22
Figure 2.1 :	Exemple d'un code EAN-13	39
Figure 2.2 :	Principes d'échanges d'informations en RFID	39
Figure 2.3 :	Plan de maîtrise sanitaire	40
Figure 3.1 :	Procédé de fabrication de la crème glacée	53
Figure 3.2 :	Structure de la crème glacée	53
Figure 4.1 :	Arbre de décision : Adoptée de Horchner et <i>al.</i> (2006).	60
Figure 5.1 :	Diagramme de flux des crèmes glacées.	79
Figure 5.2 :	Processus de fabrication des crèmes glacées et de circulation des informations de traçabilité	80
Figure 5.3 :	Détermination des germes aérobies mésophiles (log UFC/g) dans différents échantillons de crèmes glacées conditionnés avant et après application du système HACCP dans une glacerie.	110
Figure 5.4 :	Détermination des coliformes totaux (log UFC/g) dans différents échantillons de crèmes glacées conditionnés avant et après l'application du système HACCP dans une glacerie.	110
Tableau 3.1 :	Composition générale d'un mix et les ingrédients habituellement utilisés dans sa formulation	46
Tableau 4.1 :	Critères d'évaluation des dangers.	57
Tableau 5.1 :	Équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires.	76
Tableau 5.2 :	Description et usage prévue de la crème glacée Coppa Stella	78
Tableau 5.3 :	Identification des dangers.	84
Tableau 5.4 :	Analyse des dangers des crèmes glacées.	95
Tableau 5.5 :	Programme prérequis opérationnel (oPRP), étape de la maturation.	101
Tableau 5.6 :	Plan HACCP 01	101

Tableau 5.7 :	Plans HACCP 02, 03 et 04.	102
Tableau 5.8 :	Plans HACCP 05 et 06.	103
Tableau 5.9 :	Plan de vérification des PRPs, du programme prérequis opérationnel et des plans HACCP.	104
Tableau 5.10 :	Collecte et enregistrement des informations de traçabilité.	109

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
ISO	International Standard Organisation
DIS	Projet de norme international
TS	Spécification technique
IFS	International Food Standard
BRC	British Retail Consortium
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
JO	Journal Officiel
AFNOR	Association française de normalisation
FAO	Food and Agriculture Organisation
CAC	Commission du Codex Alimentarius
NASA	National Aeronautic and Space Administration
ANOVA	Analyse de la variance
Valeur p	Valeur de probabilité
<i>FMAT</i>	<i>Flore Mésophile Aérobie Totale</i>
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
VRBA	Violet Red Bile Agar
UFC	Unités Formant Colonies.
UPC	Universal Product Code
PME	Petites et Moyennes Entreprises
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
BPF	Bonnes Pratiques de Fabrication
BPH	Bonnes Pratiques d'Hygiène
CCP	Critical control point
PRP	Programmes prérequis
PRPo	Programmes prérequis opérationnel
DLUO	Date Limite d'Utilisation Optimale
CIP	<i>Clean-in-Place</i>
NEP	<i>Nettoyage en place</i>
SMSDA	Système de management de la sécurité des denrées alimentaires

RMQSDA	Responsable management qualité et sécurité des denrées alimentaires
IAA	Industrie Agro-Alimentaire
°C	Dégréé Celsius
g	Gramme
ml	<i>Millilitre</i>
MPa	Méga pascal
pH	<i>Potentiel hydrogène</i>
%	<i>Pourcentage</i>
Log	Logarithme
S	Seconde
mn	minutes
mm	Millimètre
ml	Millilitre
µm	Micromètre
h	heure
T	Température
5M	Matière première, matériel, milieu, main d'œuvre, méthode.
FIFO	First In First Out
C	Contamination
P	Persistence
M	Multiplication
P	Probabilité
G	Gravité
Q	Question
N°	Numéro
E	Additif alimentaire
Enreg	Enregistrement
ppm	Partie par million
AFM1	Aflatoxine M1
As	Arsenic,
Cu	Mercure,
Cd	Cadmium,
E.P.T.	Eau peptonée tamponnée stérile

NaOH	Hydroxyde de sodium
HNO ₃	Acide nitrique
GS1	Global Standards 1
PMS	Plan de maitrise sanitaire
Art.	Article
GTIN	Global Trade International Number
UPC	Universal Product Code
EAN	Electronic Article Number
RFID	Radio frequency identification
GPS	Global Positioning System
CE	<i>Commission européenne</i>
CEE	<i>Communauté économique européenne</i>
<i>DLC</i>	<i>date limite de consommation</i>
Enreg.	Enregistrement

INTRODUCTION GENERALE

La crème glacée est un produit laitier surgelé, préparé en réalisant de façon simultanée la congélation et l'aération par battage d'un mélange d'ingrédients, appelé mix, pasteurisé et homogénéisé. C'est un aliment agréable au goût tout en étant nutritif, mais il constitue un milieu favorable à la prolifération microbienne en raison de sa valeur nutritive élevée (lactose, protéines, etc.) et de son pH presque neutre (pH~6-7) [1] [2].

Plusieurs cas de toxi-infection alimentaires (TIA) liés à la contamination des produits glacés par *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* et *Listeria monocytogenes* ont été enregistrés en Asie, en Europe et en Amérique [3] [4].

Devant le risque sanitaire lié la consommation des crèmes glacées, la prise de mesures de contrôle s'impose à l'égard de la santé des consommateurs mais également aux intérêts économiques du pays [5].

Au niveau des organismes alimentaires, le système analyse des dangers et points critiques pour leurs maitrises (HACCP) est identifiée comme un outil de gestion capable d'assurer la sécurité des aliments. Son implantation est considéré comme bénéfique à la fois à l'amélioration de la qualité sanitaire des crèmes glacées et aux ventes des produits [6].

Aussi, comparé aux méthodes traditionnelles d'inspection et de contrôle de qualité basés sur l'analyse des produits finis, le système HACCP est considéré comme un outil important dans la réduction des maladies portées par les aliments, une référence en termes de la sécurité des aliments et il est recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé et le *Codex Alimentarius* [6].

En Algérie, la mise en place de la démarche HACCP est devenue une obligation réglementaire pour les *industries agroalimentaires* depuis 2010, avec l'établissement du décret exécutif n°10-90 du 10 mars 2010 fixant les conditions et les modalités d'agrément sanitaire des établissements dont l'activité est liée aux animaux, produits animaux et d'origine animale [7]. L'implantation de la présente démarche est également devenue une référence normative depuis 2005 avec l'apparition de la norme ISO 22000.

Toutefois, l'application du système HACCP ne permet pas d'assurer une transparence des informations relatives à l'origine des produits concernés, c'est pourquoi il est indispensable de faire appel à la traçabilité.

Dans un contexte de mondialisation qui a entraîné une concurrence entre les pays et entre les entreprises, il devient indispensable pour toute entreprise d'adopter des stratégies afin d'établir une relation de confiance avec le consommateur final, de permettre une meilleure organisation du travail et ainsi une augmentation de la productivité. C'est dans ce cadre qu'apparaît la traçabilité qui s'apprécie comme un facteur clé de succès de la compétitivité de toute entreprise tant au niveau national que mondial [8].

L'installation d'un système de traçabilité permet aux exploitants du secteur alimentaire à être en mesure de tracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement des denrées alimentaires ou de toute autre substance destinée à être incorporée dans des aliments [9].

L'objectif de ce travail est l'étude de l'installation des systèmes de traçabilité et de sécurité sanitaire des aliments (HACCP) conformément à la norme ISO 22000 (2005) au sein de la glacerie EURL MAZAFROID en Algérie en menant une analyse des dangers sur la ligne de production de crèmes glacées afin de mettre en place un système préventif efficace qui conduira à une meilleure gestion de la sécurité sanitaire des aliments.

Autour de cette thématique des problématiques ont été posées. La première problématique est liée à la mise en place du système HACCP, selon la norme ISO 22000 (2005), dans une glacerie. La deuxième problématique porte sur l'implantation de la traçabilité en système intégré et l'étude de sa capacité à identifier et à tracer les produits. Enfin, la troisième problématique porte sur l'impact de la mise en œuvre du système HACCP sur l'amélioration de la qualité microbiologique des crèmes glacées.

Dans la partie bibliographique, une revue de la littérature sur le système HACCP est présentée en premier chapitre. Nous verrons dans ce chapitre les principes et les étapes de l'HACCP ainsi que l'intérêt de son éventuelle utilisation en industrie agro-alimentaire. Le second chapitre présente les étapes liées à l'installation de la traçabilité ainsi que les outils et les enjeux de cette démarche. Le chapitre trois est consacré à une synthèse bibliographique axée sur la présentation de la structure et du procédé de fabrication des crèmes glacées. Le chapitre quatre décrit la méthodologie de la recherche utilisée dans notre étude à savoir les principes suivis

pour la mise en œuvre du système HACCP et de la traçabilité. Par ailleurs, tout en tentant d'étudier l'impact de l'application du système HACCP sur la maîtrise des dangers microbiologiques des produits et l'efficacité du système de traçabilité, la qualité microbiologique des crèmes glacées est évaluée et un test de traçabilité est mené.

Le cinquième chapitre, résultats et discussion, est consacré à la présentation des résultats obtenus lors de notre étude et à leur analyse. L'exposé des résultats débute par l'établissement des programmes prérequis et la mise en place du système HACCP dans une glacerie. Nous présentons les étapes appliquées et les mesures prises pour l'implantation de cette démarche. Les mesures de maîtrises déterminées pour la maîtrise des dangers identifiés et le contrôle des CCPs et des oPRPs ont été également présentées en cette partie. Elle se poursuit par la mise en œuvre de la traçabilité. Nous interprétons par la suite les effets de l'implantation du système HACCP sur la qualité microbiologique des crèmes glacées produites.

CHAPITRE 1

HACCP- SYSTEME DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS

1.1. Concept, historique et principes

La méthode HACCP '*Hazard Analysis Critical Control Point*' est une approche développée dans les années 1960 dans le but d'améliorer la sécurité sanitaire des produits. Il s'agit d'une approche préventive, reposant sur des bases scientifiques et fondée sur l'analyse des dangers et la maîtrise des « points critiques » que cette analyse a permis d'identifier pendant la transformation du produit. Elle vise à démontrer ainsi la sécurité du processus de production [10].

Le concept HACCP est né de la collaboration entre une entreprise américaine, *The Pillsbury Company*, l'armée américaine et la NASA. Cette dernière réclamait la sécurité sanitaire des aliments fournis aux astronautes, qui ne pouvait être garanti par l'approche classique des tests et des vérifications. La méthode développée permet d'inclure la sécurité sanitaire en amont, au stade de la conception des produits et lors du contrôle des processus [11].

Le succès de la démarche HACCP, reconnu par le *Codex Alimentarius* comme le système de référence en matière de prévention des risques liés à l'alimentation, lui a permis de s'étendre à l'ensemble de l'industrie alimentaire aux États-Unis, puis à d'autres pays [12] [11].

La méthode HACCP repose sur des principes applicables à chaque étape de la chaîne alimentaire, et décrite par Mayes & Mortimore (2003) comme suit :

1. Analyse des dangers ;
2. Détermination des « points critiques » ;
3. Fixation de ou des seuil(s) critique(s) ;
4. Mise en place d'un système de surveillance ;
5. Détermination des mesures correctives ;
6. Application des procédures de vérification;
7. Etablissement d'un système documentaire [13].

Ces principes qui constituent la base des étapes de la démarche HACCP [14], seront détaillés dans le point 3 de cette première partie.

1.2. Les programmes prérequis (PRPs)

Les programmes prérequis constituent un préalable à l'application de la méthode HACCP dans un organisme. Selon la norme ISO 22000, 2005, ces programmes correspondent aux « *conditions et activités de base nécessaires pour maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise à disposition de produits finis sûrs et de denrées alimentaires sûres pour la consommation humaine* » [15]. Ils incluent l'hygiène du personnel, le programme de nettoyage, la sélection des fournisseurs, etc.

Selon le Codex Alimentarius, l'application de ces programmes prérequis permettent d'assurer : (i) l'innocuité des produits qui est « *l'assurance que les aliments ne causeront pas de dommage au consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés* » ; (ii) la salubrité des produits qui est « *l'assurance que les aliments, lorsqu'ils sont consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés, sont acceptables pour la consommation humaine* » [12].

Une application correcte des programmes prérequis rend la mise en œuvre de l'HACCP plus facile. En effet, une application inadéquate des PRPs peut mener à des plans HACCP plus complexes avec un nombre plus important de CCPs [15] [16] [17]. Le rôle des programmes prérequis pour l'exécution du système HACCP a été rapporté par plusieurs auteurs. Selon Lee & Hathaway (1998) l'élaboration d'un plan HACCP devrait être précédée par l'établissement d'un programme préalable composé de bonnes pratiques d'hygiène [17].

1.3. Etapes de la mise en place du système HACCP

L'application des principes HACCP consiste en l'exécution des étapes suivantes :

1.3.1. Etape 1 : Constitution de l'équipe HACCP

Une des conditions de l'exécution du système HACCP est relié à l'implication du personnel dans l'application du programme défini. L'équipe HACCP, responsable de la mise en application du plan HACCP, doit être multidisciplinaire et formée aux conditions de la production, aux aspects de la technologie utilisée, etc. [6]. Le responsable de l'équipe HACCP, nommé par la direction, a la responsabilité de diriger l'équipe formée, de garantir que le système est mis en œuvre, etc. [18].

Une fois que l'équipe est réunie et le responsable de l'équipe est nommé, « *[Le champ d'application] du plan HACCP [devrait] être défini* ». Ce champ d'application décrit « *le segment de la chaîne alimentaire concerné ainsi que les classes générales de dangers à couvrir...* » [12].

1.3.2. Etape 2 : Description du produit

Il s'agit de procéder à une description détaillée du produit fini et des matières premières. Cette description devra permettre ultérieurement d'apprécier au mieux le rôle joué par les facteurs liés au produit dans l'origine des dangers étudiés ou leur accroissement jusqu'à un niveau inacceptable ainsi que les éléments nécessaires à leur maîtrise [19]. Cette description doit porter sur les éléments suivants : l'origine ; la composition ; les caractéristiques physiques et chimiques, microbiologiques; les traitements subis; le conditionnement et l'emballage; les conditions de conservation (température, hygrométrie, durée de vie, etc.); le mode de distribution [6] [19] [20].

1.3.3. Etape 3 : Identification de l'usage prévu du produit

L'usage auquel est destiné le produit doit être défini en fonction de ... l'utilisateur [final] ou [le] consommateur [...] [19]. Cette étape conduit à : (i) identifier les consommateurs, les populations à risque et les utilisations normales et raisonnablement prévisibles du produit ; (ii) définir les modalités de conservation (températures de conservation, durée de vie, etc.) et les conditions du transport [19] [21].

1.3.4. Etape 4 : Construction du diagramme du procédé de fabrication

« *...l'équipe HACCP ... [devrait] établir le diagramme [du procédé]...* ». (Codex Alimentarius, 2003). Le diagramme de fabrication décrit toutes les étapes de production et définit les conditions de fabrication (la température, pression, etc.) [19] [21].

1.3.5. Etape 5 : Confirmation du diagramme sur le site

Cette étape est indispensable pour s'assurer à la fois de la fiabilité du diagramme élaboré à l'étape précédente et de l'exclusivité des informations recueillies. La confirmation du diagramme du procédé aura lieu sur site pour chacune des étapes élémentaires identifiées et « *[devrait] être effectuée par une (ou des) personne(s)*

possédant une connaissance suffisante du déroulement des opérations de transformation » [12] [20].

1.3.6. Etape 6 : Analyse des dangers

« L'équipe HACCP ...devrait ensuite procéder à une analyse des dangers [pour identifier ceux dont la nature est telle que leur élimination ou leur réduction à un niveau acceptable est essentielle pour] obtenir des aliments [sûrs] ». Conduire une analyse des dangers consiste : (i) à identifier les dangers potentiels (biologique, physique ou chimique) associés à chaque étape de production, qu'il y a lieu de prévenir, d'éliminer ou de ramener à un niveau acceptable ; (ii) à évaluer la probabilité que ces dangers se concrétisent ; (iii) à établir les mesures préventives nécessaires à leur maîtrise [12].

1.3.7. Etape 7 : Détermination des points critiques pour leur maîtrise (CCPs)

L'identification des points critiques pour la maîtrise constitue l'étape clé de la démarche. Cela consiste à identifier des étapes aux niveaux desquels un contrôle est indispensable pour prévenir ou éliminer un danger ou pour le ramener à un niveau acceptable afin d'assurer la sécurité du produit fini [22] [23]. Leur détermination *« peut être facilitée par l'application d'un arbre de décision ... »* [12]. Un exemple d'arbre de décision permettant de déterminer les CCPs est présenté dans la figure 1.1.

Selon l'étude menée par Bonne (2013), un point étudié est considéré comme critique si :

- l'étape étudiée constitue une source potentielle de ce danger au-delà de la limite acceptable.
- il n'existe pas d'étape ultérieure permettant d'éliminer ce danger.
- l'étape étudiée est la seule étape permettant d'éliminer ce danger [15].

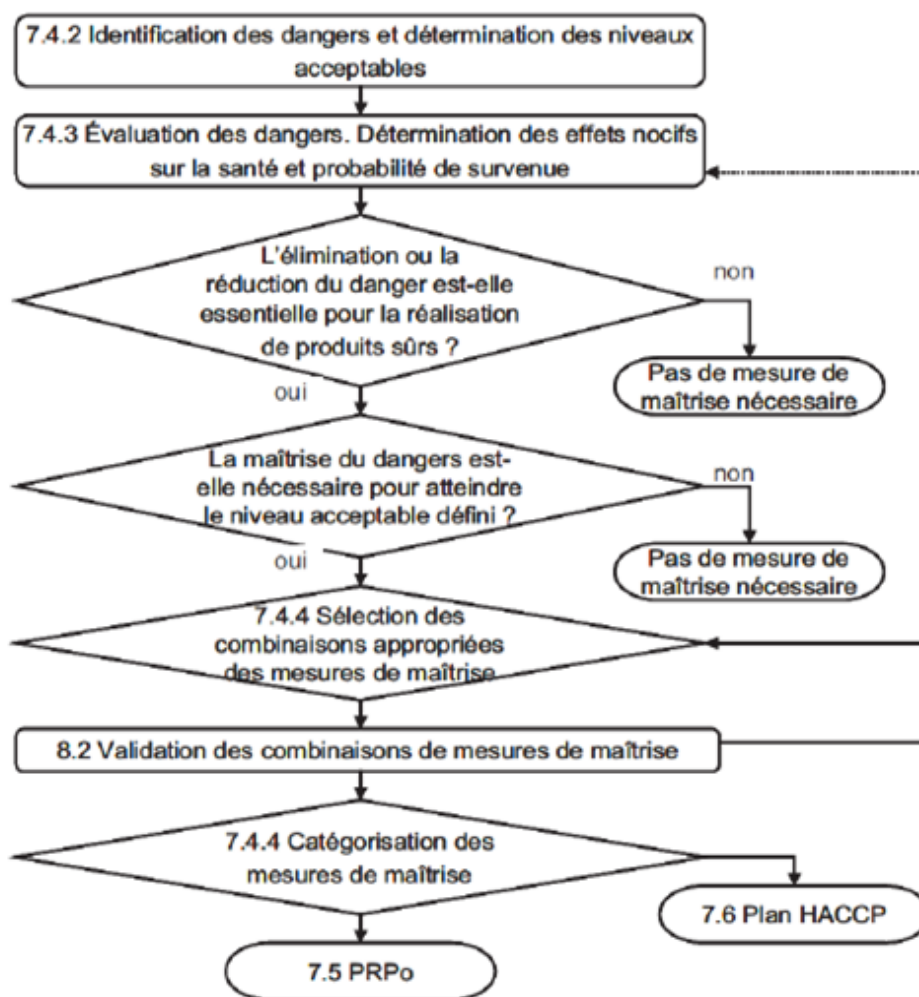


Figure 1.1 : Arbre de décision selon ISO/TS 22004 : 2005.

1.3.8. Etape 8 : Etablissement des limites critiques pour chaque CCP

Cette étape consiste à établir, aux points critiques de maîtrise, des limites critiques qui distinguent l'acceptabilité de la non acceptabilité, pour la prévention, l'élimination ou la réduction des dangers identifiés [18] [24].

1.3.9. Etape 9 : Etablissement d'un système de surveillance

Il s'agit de mettre en place des procédures de surveillance des points critiques de maîtrise afin « de s'assurer de l'application des mesures de maîtrise correspondant à chaque CCP, selon une procédure préétablie » [12] [24]. La surveillance doit être continue, ou « suffisamment fréquent[e] et approfondi[e] pour garantir la maîtrise [au] CCP ». « [Les mesures] physiques et chimiques [sont souvent préférées aux] essais microbiologiques, car [elles] sont plus rapides [à faire] et permettent souvent

d'indiquer aussi [la maîtrise] microbiologique du produit » [12]. Cette surveillance doit être décrite par des procédures opérationnelles avec une définition des responsabilités. Les résultats doivent être enregistrés et interprétés [25].

1.3.10. Etape 10 : Détermination des mesures correctives

Cela consiste à établir les actions correctives à mettre en œuvre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP n'est pas maîtrisé [24]. Ces actions « *doivent garantir que le CCP a été maîtrisé* » et doivent « *prévoir le sort qui sera réservé au produit en cause* » [12].

1.3.11. Etape 11 : Application des procédures de vérification

Il s'agit d'instaurer des procédures de vérification, qui comprennent des tests de vérification, d'audit, etc., pour déterminer si le système HACCP fonctionne correctement et éventuellement pour déterminer les défauts et les écarts qui doivent être rectifiés [19]. La vérification « *devraient être suffisamment fréquent[e]s pour confirmer le bon fonctionnement du système [HACCP]* » et « *...devrait être effectuée par une personne autre que celle chargée de procéder à la surveillance et aux [actions] correctives* » [12].

1.3.12. Etape 12 : Etablissement d'un système documentaire

Le système documentaire comporte deux types de document : (i) le manuel HACCP qui comprend l'ensemble des documents définis lors de l'énumération des différentes étapes (Procédures, diagramme de fabrication, liste de dangers, etc.); (ii) les enregistrements (Ecart et actions correctives, bulletins d'analyses, etc.) [21].

1.4. Contexte réglementaire et normatif

En raison de son caractère général, la méthode l'HACCP est d'application multidisciplinaire, et permet une certaine flexibilité dans l'adaptation aux conditions d'une filière de production particulière. Ceci explique sans doute aussi son important succès (dès la fin des années 1980) auprès des entreprises, mais aussi des gouvernements. La démarche HACCP est en effet l'une des normes privées reprise par des législations nationales, voire des normes internationales. Elle a été reprise par la législation américaine dès 1992, ainsi que par la législation européenne concernant les produits à base de viande (1992) puis les produits alimentaires en

général. Elle a été également reprise par le *Codex Alimentarius* dans le cadre d'une norme internationale en 1993 [10]. En effet, le Comité du *Codex Alimentarius* a publié en 1969, un « *code d'usages international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire* ». La première partie de ce « code d'usages international » est consacrée à l'hygiène des denrées alimentaires, tandis que la seconde partie est consacrée à la méthode HACCP [15].

1.4.1. Réglementation algérienne

En Algérie, la sécurité sanitaire des aliments, issus essentiellement des industries agroalimentaires, a fait l'objet de plusieurs textes réglementaires (la loi n°09-03, le décret exécutif n° 2010-90 du 10 mars 2010, etc.). Ces réglementations reposent sur l'obligation de l'application des bonnes pratiques d'hygiène et la mise en place de systèmes de contrôle HACCP (système d'analyse de dangers et maîtrise des points critiques). L'article 6 de la loi n°09-03 du 25 février 2009 précise que « *Tout intervenant dans le processus de mise à la consommation des denrées alimentaires doit veiller au respect des conditions de salubrité et d'hygiène des personnels, des lieux et locaux de fabrication, de traitement, de transformation ou de stockage ainsi que des moyens de transport de ces denrées et s'assurer qu'elles ne peuvent pas être altérées par des agents biologiques, chimiques ou physiques* ».

Par la suite et avec l'adoption du décret exécutif n° 2010-90 du 10 mars 2010, la mise en place de la démarche HACCP est devenue une obligation réglementaire pour les établissements dont l'activité est liée aux produits animaux et d'origine animale. Ce décret stipule via l'article 3 que l'industriel est tenu d'assurer la sécurité des aliments qu'il fabrique par la mise en œuvre de mesures et des procédures écrites, au niveau des établissements dont l'activité est liée aux produits animaux et d'origine animale, permettant d'évaluer les dangers et d'identifier les points critiques : « *Système Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) : ensemble des actions et des procédures écrites à mettre en place au niveau des établissements dont l'activité est liée aux produits animaux et d'origine animale pour évaluer les dangers et identifier les points critiques qui menacent la salubrité et la sécurité des aliments dans le but de les maîtriser* » (Art. 3.).

Le décret exécutif n° 17-140 du 11 avril 2017, ayant pour objet de fixer les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise de la consommation humaine des denrées alimentaires, impose l'obligation de la mise « ... *en place des*

procédures en vue de s'assurer de la salubrité et de la sécurité des denrées alimentaires ... fondées sur les principes du système « HACCP » (Art. 5.). Les dispositions du présent décret s'appliquent « à toutes les étapes du processus de mise à la consommation des denrées alimentaires englobant la production, ...» (Art. 2.). Ce décret établit l'obligation de la mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiène (Art. 4.), en recommandant, dans l'article 57, de s'appuyer sur des guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP selon le Codex Alimentarius :

« A toutes les étapes citées à l'article 2 ..., l'intervenant doit veiller :

-au respect des règles générales d'hygiène ...

-à ce que les denrées alimentaires soient protégées contre toute source de contamination ou altération susceptibles de les rendre impropres à la consommation humaine » (Art. 4.).

« Des guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes « HACCP » peuvent être utilisés par les intervenants concernés pour les aider à satisfaire aux exigences fixées par le présent décret ». « Ces guides, élaborés par les professionnels et/ou leurs associations, doivent ... se référer aux codes d'usage pertinents du Codex Alimentarius » (Art. 57).

1.4.2. Principales dispositions du règlement européen

1.4.2.1. Directive 93/43/CEE

La mise en place de la démarche HACCP est devenue une obligation réglementaire pour les IAA depuis 1993, avec l'adoption de la Directive 93/43/CE, relative à l'hygiène des denrées alimentaires, abrogée et remplacée en 2004 par le règlement n°852/2004 [24]. Cette directive demande, dans l'article 3 à ce que « *les entreprises du secteur alimentaire identifient tout aspect de leurs activités qui est déterminant pour la sécurité des aliments et (qu') elles veillent à ce que des procédures de sécurité appropriées soient établies, mises en œuvre, respectées et mises à jour en se fondant sur les principes [...] utilisés pour développer le système HACCP* » [26].

1.4.2.2. Réglementation n°178/2002

Aussi appelé « Food Law », ce règlement (texte socle du Paquet Hygiène) stipule que l'industriel est tenu d'assurer la salubrité des denrées alimentaires qu'il fabrique

et de garantir qu'à toutes les étapes de leur fabrication les denrées alimentaires répondent aux prescriptions de la législation en matière d'hygiène décrites à l'article 14 [14]. Il déclare qu' « aucune denrée alimentaire n'est mise sur la marché si elle est dangereuse » et qu'une denrée alimentaire est dite dangereuse si elle est considérée comme « ...préjudiciable à la santé [ou comme] impropre la consommation humaine » (Art.14). Il déclare, en paragraphe 5 de l'article 14, que « pour déterminer si une denrée alimentaire est impropre à la consommation humaine, il est tenu compte de la question de savoir si cette denrée alimentaire est inacceptable pour la consommation humaine compte tenu de l'utilisation prévu, pour des raisons de contamination, ..., ou par putréfaction, détérioration ou décomposition ». Cet article détermine les bases à respecter pour la mise sur le marché de tout type de produit en provenance d'une industrie du secteur alimentaire. Cependant, il ne précise pas quels outils sont les mieux adaptés pour s'assurer de la sécurité des produits : « sont considérés comme sûres les denrées alimentaires conformes à des dispositions communautaires spécifiques régissant la sécurité des denrées alimentaires » [26].

1.4.2.3. Réglementations n°852/2004 et n°853/2004

Fixant des règles spécifiques relatifs à l'hygiène des denrées alimentaires (réglementation n°852/2004) et applicables aux denrées alimentaires d'origine animale (réglementation n°853/2004), ces réglementations exigent notamment la mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiènes et précisent l'obligation de la mise en place du système HACCP (système d'analyse de dangers et maîtrise des points critiques) selon les 7 principes du Codex Alimentarius et recommandent de s'appuyer sur les Guides de Bonnes Pratiques d'Hygiène spécifiques au secteur considéré [14] [27].

1.4.3. Dispositions normatives

1.4.3.1. ISO 22000 : 2005

La norme ISO 22000 : 2005, « *Système de management de la sécurité des denrées alimentaires – exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire* », spécifie les exigences relatives à un système de management de la sécurité des aliments (SMSDA) lorsqu'un organisme a besoin de montrer son aptitude à maîtriser les dangers liés à la sécurité des aliments afin de garantir en

permanence la fourniture de produits sûrs répondant aux exigences convenues avec les clients et celles de règlements applicables en matière. La présente norme internationale a intégré les principes du système HACCP ainsi que les phases d'application mises au point par la Commission du Codex Alimentarius et elle les a associés aux programmes prérequis (PRP) [18][28].

1.4.3.2. Référentiels BRC et IFS

L'IFS (International Food Standard) et le BRC (British Retail Consortium), respectivement d'origine allemande et anglaise, sont des référentiels d'audit des fournisseurs de produits à marque de distributeur, élaborés par la profession de la distribution pour permettre de s'assurer de la conformité des produits vis à vis des spécifications (cahiers des charges), de la réglementation en vigueur et des pratiques d'hygiène. Ces référentiels énumèrent le plus souvent une liste impressionnante d'exigences, y compris l'application du système HACCP, ainsi que le respect des modalités d'audit et de certification [20] [29].

1.5. Le système HACCP et la norme ISO 22000

1.5.1. ISO 22000 (2005) : Généralités

La norme ISO 22000:2005, *Systèmes de management de la sécurité des produits alimentaires – Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire*, est une norme internationale relative au management de la sécurité des denrées alimentaires.

Cette norme, conçue pour assurer la sécurité des chaînes alimentaires par formulation des exigences de résultats et non de moyens, s'adresse à tous les organismes impliqués dans la chaîne alimentaire, que ce soit de manière directe (producteurs d'aliments, grossistes, ...) ou indirecte (prestataires de services tels que le nettoyage ou la désinfection, ...). Elle reconnaît que la sécurité des denrées alimentaires ne peut être assurée que par les efforts combinés de tous les acteurs de la chaîne alimentaire [10][28].

La présente norme spécifie les exigences d'un SMSDA comprenant des éléments reconnus comme essentiels pour assurer la sécurité des denrées alimentaires à tous les niveaux de la chaîne alimentaire : communication interactive; management du système; programmes prérequis; principes HACCP [18].

ISO 22000 :2005 « exige l'application d'une approche processus dynamique et systématique pour le développement... » d'un SMSDA. « Celle-ci est réalisable par une planification, une coordination, une mise en œuvre, une vérification et une mise à jour efficaces des activités » [30]. La présente norme permet aux entreprises de « démontrer leur aptitude à maîtriser les dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires, afin de garantir en permanence la fourniture de produits sûrs répondant aux exigences convenues avec le client et à celles des règlements applicables en matière » [31].

Elle a pour vocation d'harmoniser au niveau international les référentiels privés existants, tels que les normes IFS ou BRC, dont la majorité repose sur le référentiel HACCP. Elle est présentée comme un « passeport pour accéder aux marchés mondiaux et participer aux chaînes logistiques internationales » et elle peut être utilisée seule ou en conjonction avec la norme ISO 9000 [10].

1.5.2. Différence entre la norme ISO 22000 et le système HACCP

Élaboré avec la participation d'experts du secteur alimentaire, la norme ISO 22000 :2005 intègre les principes du système HACCP combinés au système de management de la qualité [31][32]. D'après (Spyridon Mamalis et *al.*, 2009), l'intégration des programmes prérequis (PRP) présente la principale différence entre la norme ISO 22000 et le système HACCP [33].

Surak (2006) précise que la norme ISO 22000 renforce le système HACCP de plusieurs façons. Il s'agit d'une norme de management et par conséquent elle partage les éléments communs avec d'autres normes de systèmes de management (planification, mise en œuvre, vérification et amélioration) [34].

Selon Arvanitoyannis & Varzakas (2009), les principales différences que présente la norme ISO 22000 par rapport à la démarche HACCP sont les suivantes [35] :

1. Extension du domaine d'application de la norme ISO 22000 pour inclure toutes les entreprises du secteur alimentaire, de la production primaire d'aliments pour les animaux et les organismes indirectement impliqués dans la chaîne alimentaire.
2. Les dangers liés à la sécurité des aliments sont maîtrisés non seulement par des CCPs mais également par des PRPo et des PRPs. D'après Blanc (2006), la principale lacune que présente le système HACCP tel que décrit par le *Codex Alimentarius* est d'ignorer la surveillance des mesures de maîtrise associées à des dangers identifiés par l'analyse des dangers, mais qui ne peuvent être qualifiées de

CCP. ISO 22000 introduit la notion de programme prérequis opérationnel (oPRP) pour que les mesures de maîtrise qui n'entrent pas dans le cadre d'un CCP soient soumises à une surveillance et une validation [32].

3. En plus de la communication interne, qui implique de garantir « *que des informations et données suffisantes et pertinentes soient mises à la disposition de toute personne impliquée dans les différentes opérations et procédures* », la norme ISO 22000 (2005) exige une communication externe entre les organismes alimentaires et les autorités compétentes « *afin de s'assurer que tout danger pertinent est maîtrisé à un point particulier de la chaîne alimentaire, par exemple: avec les fournisseurs...* » [30].

1.6. Le système HACCP et le commerce international

La croissance continue des taux d'échange internationaux des denrées alimentaires rapporte des avantages économiques significatifs. Cependant, cette augmentation a été accompagnée de maladies dont les manifestations récentes sont la vache folle, salmonellose, etc. De ce fait, des mesures efficaces doivent être mises en place pour assurer la sécurité des denrées alimentaires des pays exportateurs. Par conséquent, l'application des programmes de sécurité des aliments sont exigés aux commerciaux pour la protection des consommateurs [36].

L'application croissante du système HACCP en tant que norme sanitaire dans le commerce international, par soucis de sécurité des denrées alimentaires et par désir de faciliter le commerce international, a conduit le Codex Alimentarius à adopter des lignes directrices pour l'application de la démarche HACCP en 1993 [37][38].

Selon Orriss & Whitehead (2000), autre que les exigences réglementaires de l'implantation des principes de la démarche HACCP dans la chaîne de production des produits alimentaires dans certains pays, les exportateurs sont tenus d'appliquer les principes du système HACCP par risque à la perte d'accès aux marchés vu qu'une certification du système HACCP est exigée aux exportateurs par plusieurs pays. Le système HACCP peut être certifié par des autorités compétentes officielles ou un organisme indépendant. Le processus de certification permet de valider la conformité du système avec le plan HACCP et de garantir la sécurité des produits alimentaires [39].

1.7. Impact du système HACCP en industrie alimentaire

1.7.1. Impact sur la sécurité sanitaire des aliments

Au cours de ces dernières années, la quête d'une sécurité sanitaire des aliments a été remise en cause par des changements dans les procédés de fabrication des aliments comme l'atteste les innovations dans les procédés de fabrications, la réduction de la marge entre la production et la consommation et l'augmentation de la durée de conservation des produits [40].

En effet, les maladies d'origines alimentaires affectent des millions de personnes chaque année et entraînent des conséquences économiques et sociales significatives [41]. Les données fournies par l'OMS « *Organisation Mondiale de la Santé* » montrent qu'en 2005, 1.8 millions de personnes sont décédées de gastro-entérites suite à l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés [42].

Les contaminations ou les dangers liés à la sécurité des aliments peuvent être issus de la production primaire, d'une manipulation ou d'un stockage inadéquat des produits au niveau des organismes alimentaires ou d'erreurs au cours de la préparation des aliments. Le système HACCP est un outil de gestion de qualité en industrie alimentaire qui permet d'assurer la prévention des maladies d'origine alimentaire et la protection de la santé des consommateurs [6][43].

1.7.2. Impact sur l'économie : Coûts et bénéfices du système HACCP

De nombreuses études ont indiqué les coûts et les avantages de l'application de la démarche HACCP dans les organismes alimentaires. En général, les entreprises trouvent des difficultés à identifier clairement les coûts et les avantages liés à la mise en œuvre du présent système. Il est difficile de déterminer et de séparer les coûts liés à l'application du système HACCP des coûts de production, par conséquent ils pourraient être surestimés. Généralement, la mise en place du système HACCP s'accompagne des coûts fixes et élevés liés à l'établissement du plan HACCP, la formation du personnel et l'acquisition des équipements [6] [44] [45].

Maldonado et *al.* (2005) ont souligné l'importance de l'estimation des coûts à engager avant la mise en place du système HACCP. Les coûts totaux associés à l'application de la démarche HACCP comprennent toutes les ressources mises à la disposition du personnel. La non-conformité des programmes prérequis entraîne des dépenses supplémentaires dans la mise en place du système HACCP [45].

En termes de ressources humaines, vu le manque du personnel qualifié pour la mise en place et le développement des différents aspects de la démarche HACCP, la plupart des PME (petites et moyennes entreprises) font appel à des consultants extérieurs. A cela s'ajoute les coûts liés à la formation du personnel [46].

Les coûts totaux liés à la mise en œuvre du système HACCP dépendent des caractéristiques de chaque entreprise. La mise en place du système HACCP peut s'étendre sur quelques mois voire plusieurs années, tout dépend des compétences du personnel, de la complexité du processus de production, etc. [6].

Quant aux avantages attribués au système HACCP, beaucoup d'entre eux sont difficiles à estimer. Le principal bénéficiaire est le consommateur étant donné que ce système permet d'assurer la sécurité sanitaire des aliments et d'impulser la production de produits de meilleure qualité. D'autres avantages sont liés à la réduction des dépenses publiques de santé et des congés maladies, faciliter la vérification des processus et des produits par des organismes règlementaires et un gain de temps dans le processus d'audits [47].

Selon Bauman (1995), ce sont les entreprises qui ont le plus bénéficié des avantages liés à l'application de la démarche HACCP, en se mettant en conformité avec les exigences règlementaires et en réduisant le nombre d'incidents liés à la salubrité des aliments. Ayant une meilleure maîtrise des processus, une baisse du taux de recyclage des produits ainsi que le taux de perte des matières premières et des produits finis figurent parmi les avantages économiques qui sont liés à l'application du présent système [45][47] [48].

La mise en œuvre du système HACCP contribue à l'amélioration de l'image de la société et à la réduction des possibilités de retrait. L'importance de l'image de la marque et les avantages qui lui sont liés sont difficiles à estimer. Toutefois, l'application du présent système dans les organismes a eu pour conséquence une amélioration de la compétitivité et une baisse des réclamations des clients [46].

Conclusion

La démarche HACCP est la principale méthode adoptée à l'échelle internationale pour la détermination, l'évaluation et la maîtrise des dangers qui peuvent se présenter dans un aliment. Dans ce chapitre, nous avons abordé les principes et les étapes de la méthode HACCP. Le contexte normatif et règlementaire ainsi que l'impact du système HACCP en industrie agro-alimentaire ont été présentés.

CHAPITRE 2

TRAÇABILITÉ DES PRODUITS ALIMENTAIRES

2.1. Définition

Plusieurs définitions ont été proposées au concept traçabilité. Selon la norme ISO 8402- 1994, Management de la qualité et assurance de la qualité - Vocabulaire, la traçabilité représente « *l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'une entité au moyen d'identification enregistrées* ». L'« entité » englobe, quant à elle, différentes notions et peut représenter une activité, un processus, une matière première, une machine ou un produit [8].

Selon Mattei (2003), la traçabilité peut être définie « *en première approche, comme la possibilité qu'offrent les techniques modernes, à des fins d'information du public, de suivre pas à pas, en une sorte de « trace » continue, les produits de l'industrie dès qu'ils sont diffusés par le grand et le petit commerce. Ils sont en effet marqués, dès leur fabrication, par une information spécifique qui se maintient tout au long de leur vie en quelque lieu qu'ils se trouvent. On pourra ainsi à tout moment identifier un objet, défini par une information virtuelle que les réseaux électroniques diffusent sur toute la planète, de son origine à sa fin et du producteur au consommateur* » [49].

En secteur alimentaire, le décret exécutif n° 12-203/2012, relatif aux règles applicables en matière de sécurité des produits, apporte les définitions suivantes dans son article 5 comme étant : « *la procédure permettant de suivre le mouvement d'un bien, à travers son processus de production, de transformation, de conditionnement, d'importation, de distribution et d'utilisation ainsi que l'identification, à l'aide de documents, du producteur ou de l'importateur, des différents intervenants dans sa commercialisation et des personnes en ayant fait l'acquisition* » pour traçabilité du bien ; quant à la traçabilité du service : « *la procédure permettant le suivi de l'offre d'un service, à l'aide de documents et à tous les stades de la prestation en direction du consommateur en ayant bénéficié* ».

Au sens du règlement CE n°178/2002, la traçabilité est considérée comme étant la « *capacité de retracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire, d'un aliment pour animaux, d'un animal producteur de denrées alimentaires ou d'une*

substance destinées à être incorporées ou susceptible d'être incorporée dans une denrée alimentaire » (Règlement CE n°178, 2002).

La norme ISO 22005 désigne la traçabilité comme : *«la capacité à suivre le trajet d'un aliment à travers les étapes précises de production, de traitement et de distribution »* [50]. Le trajet peut se référer à l'origine des matériaux, à l'historique du traitement ou à la distribution des denrées alimentaires, mais il convient de se limiter à une étape en aval et une étape en amont dans la chaîne alimentaire ([8].

En résumé, la traçabilité est considérée comme pouvant identifier et tracer des produits ou entités, dans le but d'assurer le maintien de leur qualité. L'important est de pouvoir *« identifier l'origine et de reconstituer le parcours d'un produit, depuis sa production jusqu'à sa diffusion »* [51].

2.2. Approches liées à la traçabilité

En traçabilité, nous pouvons distinguer :

2.2.1. Traçabilité ascendante et descendante

La traçabilité ascendante/descendante fait référence au sens de la traçabilité sur l'ensemble de la filière. La traçabilité ascendante consiste à retrouver l'historique et l'origine d'un lot de produit fini mais également les conditions de sa production et les matières premières ayant servi à son élaboration et leur historique. Elle a pour objectif de retrouver l'origine d'un problème [8] [52] [53].

La traçabilité ascendante a été désignée par AFNOR comme *« permettant à tous les stades du cycle de vie du produit, à partir d'un lot ou d'une unité de produits, de retrouver l'historique et l'origine du lot. Du point de vue d'une filière, les données doivent viser à remonter du produit jusqu'aux matières premières »* [54].

La traçabilité descendante consiste à retrouver l'ensemble des données d'utilisation d'une matière première et les conditions de production de lots de produits finis. Elle joue un rôle important dans le rappel de produits défectueux ou présentant un certain degré de risque [53] [55].

Selon AFNOR dans une norme, relative à l'organisation d'une démarche de traçabilité dans les filières agricoles et alimentaires, la traçabilité descendante *«permet à tous les stades du cycle de vie du produit de retrouver la destination d'un lot ou d'une unité de produit. Du point de vue d'une filière, les données associées doivent viser à descendre de l'amont jusqu'au produit fini »* [54].

2.2.2. Traçabilité logistique et traçabilité produit

La *traçabilité logistique*, ou *tracking*, possède une double dimension spatiale et temporelle. Dite quantitative, elle consiste à localiser géographiquement un produit tout au long de la chaîne logistique à tout instant une entité à partir d'un ou plusieurs critères donnés (en cas de rappel ou de retrait de produits) [52] [53][56].

La traçabilité produit ou *tracing*, est la capacité à retrouver l'ensemble des informations liées à la vie d'un produit (origine et caractéristiques) au cours de son processus : «*to trace*», renvoie «*au suivi, à la capacité à établir la trace* ». Elle est dite « qualitative », elle permet de reconstituer en temps réel l'historique de fabrication du produit et de connaître ainsi toutes les conditions de production d'un produit. Son objectif est de déterminer la cause d'un problème de qualité et ceux liés aux enjeux sanitaires dans le secteur agro-alimentaire [52] [53] [56].

2.2.3. Traçabilité amont, aval et interne

La traçabilité amont/aval/interne concerne la traçabilité selon le point de vue de chaque acteur de la filière [57]. Lorsque l'on se place du point de vue d'une étape donnée, la traçabilité amont est la traçabilité ascendante par rapport à cette étape et, dans l'autre sens, la traçabilité aval est la traçabilité descendante par rapport à cette étape [52].

La traçabilité amont (ou traçabilité des fournisseurs vers l'entreprise) désigne les procédures et outils mis en place pour pouvoir retrouver l'ensemble des informations liées aux matières premières et aux fournisseurs approvisionnant cet organisme. La traçabilité aval (ou traçabilité depuis l'entreprise vers les clients) désigne les procédures et outils mis en place pour pouvoir identifier tous les clients directs par lots de produit fini [8] [52] [53].

La traçabilité interne (ou traçabilité des processus de fabrication) désigne la traçabilité mise en place tout au long de la transformation effectuée par un acteur sur ses produits. Selon le référentiel d'audit IFS (International Food Standards), la traçabilité interne est un système de traçabilité qui permet d'identifier les lots de produits finis et leurs liens avec les lots de matières premières, les emballages et les enregistrements relatifs à la transformation et à la distribution [52].

2.2.4. Traçabilité globale

La traçabilité amont, aval et interne constituent la traçabilité globale, ou totale. C'est la traçabilité de « bout à bout », qui suit l'ensemble des matières premières et leur transformation depuis l'origine jusqu'à la livraison du produit transformé au consommateur et inversement, remontant du point de vente à l'amont de la chaîne. Elle a pour but la maîtrise totale des processus et des produits, de l'amont à l'aval [52].

2.3.5. Traçabilité statique et dynamique

La traçabilité dite « statique » est présentée par Bayre (2005) comme étant une obligation réglementaire pouvant se réaliser sur papier et ne nécessite pas l'informatisation de la démarche. En revanche, la traçabilité dite « dynamique » nécessite d'informatiser les procédures. Cette traçabilité permet d'« améliorer le fonctionnement global de l'entreprise » [58].

2.3. Etapes d'installation d'un système de traçabilité

La mise en œuvre d'une traçabilité globale (ascendante/descendante ou amont/interne/aval) s'articule autour de sept étapes essentielles [8] [18] [53] [59] :

2.3.1. Définition du contexte du projet.

Ceci porte à l'étude de la faisabilité technique et économique du projet, à l'évaluation des risques, à la réglementation en vigueur, etc.

2.3.2. Mise en place de la structure de travail.

Tout projet de traçabilité doit être présidé par un « comité de pilotage » composé de divers services ou départements tels que les services achat, production, etc.

2.3.3. Détermination des besoins

Il s'agit de définir les objectifs poursuivis par l'entreprise à travers l'installation d'une traçabilité et préciser les éléments à tracer (matières premières, produits en cours de fabrication, produits finis). L'importance de cette étape dans la démarche de traçabilité réside dans la détermination des informations utiles à collecter.

2.3.4. Evaluation de l'existant

Un état des lieux de la stratégie existante au niveau de l'entreprise et en matière de traçabilité doit être établi. En cette étape, l'organisme peut faire appel à un audit de traçabilité concernant les domaines constituant la traçabilité totale (la traçabilité amont, interne et aval) et permettant ainsi l'identification des points à améliorer en la matière.

2.3.5. Proposition des solutions

Suite à l'audit de traçabilité, des actions correctives peuvent être menées tant en interne qu'en externe et ce en vue d'obtention des résultats acceptables avant la validation de la traçabilité.

2.3.6. Mise en œuvre

Cette étape peut être subdivisée en tenant compte des quatre principes de base d'une mise en place d'un système de traçabilité : identification, gestion des liens, enregistrement et communication [60].

2.3.6.1. Identification des produits

L'identification des produits est exigé dans le point 5.3 de l'ISO/DIS 22005 : *«L'organisme doit identifier les produits et/ou ingrédients lui permettant d'atteindre les objectifs de son système de traçabilité»*. Ceci porte à définir en quoi consiste un lot à chaque étape du processus ou de la filière et à l'identifier. Selon ISO/DIS 22005, le lot s'apprécie comme étant *«l'ensemble d'unités d'un produit qui ont été fabriquées et/ou traitées ou emballées dans les mêmes conditions»* [61].

Pour une application de ce principe, il est primordial d'identifier les fournisseurs et les clients du produit. L'identification des fournisseurs directs et des clients directs d'un organisme est exigée par la norme ISO 22000 (2005), à tout système de traçabilité installé. *«Le système de traçabilité doit permettre d'identifier les fournisseurs directs des intrants et les clients directs des produits finis»* [18].

2.3.6.2. Gestion des liens

Ce principe fait référence à la gestion des interfaces et des liens entre les lots de fabrication et les unités d'expédition et entre les unités d'expédition entre elles. Signalé en section 7.9 de l'ISO 22000 (2005) : *«... un système de traçabilité qui*

permet d'identifier les lots de produits et leur relation avec les lots de matières premières ainsi que les enregistrements relatifs à la transformation et à la livraison», la gestion et l'enregistrement de ces liens permettent d'effectuer au sein de l'entreprise les rapprochements entre ce qui a été reçu et ce qui a été produit et/ou expédié.

2.3.6.3. Enregistrement des données

Exigé dans la norme ISO 22000 (2005) : «*Les enregistrements relatifs à la traçabilité doivent être conservés pendant une durée définie...*», l'enregistrement porte à conserver et archiver les données liées aux lots à chaque étape de la filière ou de la chaîne de fabrication en support papier ou informatique.

2.3.6.4. Communication

Il s'agit de transmettre au maillon suivant au sein d'une chaîne ou dans une filière les informations relatives à l'ensemble des identifiants des lots ou regroupements de produits tracés assurant par-là, la fluidité et la continuité du flux d'information. Un support de communication peut être lié au produit (une étiquette), un support matériel (un bon de livraison), ou un support dématérialisé (une base de données partagée).

2.3.7. Le suivi et l'évaluation

Tout organisme doit mener un contrôle périodique et permanent du système de traçabilité installé et ce, afin d'évaluer son efficacité. Il portera particulièrement sur le suivi fonctionnel et le respect des objectifs fixés.

2.4. Outils de la traçabilité

Nous pouvons distinguer plusieurs outils de traçabilité. Dans notre étude, nous avons seulement développé les codes à barres et les étiquettes RFID.

2.4.1. Codes à barres

Le code-barres constitue un outil de transmission d'information. Il s'agit d'une codification graphique de données qui peuvent être des chiffres, des lettres, des ponctuations ou des combinaisons de ces trois éléments prédéfinis. Le code-barres est un alignement de barres noires et de zones claires, chaque espace variant en

épaisseur [53]. Le premier code à barres pour le commerce avait vu le jour le 07 avril 1973 avec l'UPC (*Universal Product Code*), et le l'EAN (Electronic Article Number) en 1977 et de ces deux organisations est née le GS1, le Global Standard Organisation [62]. L'exemple ici présenté (Figure 2.1) est celui des standards universels proposés par GS1. Ces standards sont les plus utilisés en matière de codes à barres. En effet, grâce au travail de concertation de GS1 France avec la grande distribution, les unités des consommateurs et entre autres les produits agroalimentaires préemballés sont identifiés grâce à un code appelé GTIN (*Global Trade International Number*) appelé le plus souvent code EAN 13. Les éléments de ce code sont définis et harmonisés pour assurer un langage commun et universel. Ce code donne ainsi l'information sur le fabricant ainsi qu'un numéro d'article et un code pays [53].

2.4.2. Identification par radiofréquence (RFID)

La RFID (*Radio Frequency Identification*) est utilisée pour identifier à plus ou moins grande distance (du contact à plusieurs mètres) des objets ou des individus porteurs des étiquettes capables d'émettre de données transformées en ondes radio [8] [62].

Cette technologie s'appuie sur un couple lecteur/étiquette radiofréquence (Figure 2.2) qui communique via des ondes. L'étiquette radiofréquence est composée de ces éléments :

- une puce ou tag est un support d'informations. La puce contient des mémoires informatiques contenant l'ensemble des informations liées au produit.
- une antenne qui permet la communication par ondes radio avec le lecteur.
- une capsule qui intègre les deux premiers éléments et qui permet de l'apposer sur de nombreux articles.
- Un lecteur qui est composé d'une antenne et d'un émetteur/récepteur. Il envoie un signal selon une fréquence déterminée vers une ou plusieurs étiquettes RFID situées dans son champ de lecture au moyen d'une antenne. Dès que l'étiquette entre dans le champ des ondes de fréquence radio généré par un lecteur, elle est activée et renvoie le signal (une réponse pré-programmée). Ainsi un échange d'informations et une communication s'établit entre l'étiquette et le lecteur qui lit les données encodées sur l'étiquette [53][62].

Il existe 2 types d'étiquettes RFID : actives et passives (les plus utilisées). Les étiquettes actives ont une source d'énergie interne (batterie, pile) et peuvent durer quelques mois à plusieurs années. Une des applications les plus connues de ce type d'étiquette est le système télépéage. Les étiquettes passives ne sont pas en général réutilisables. Elles n'ont pas de source interne d'énergie et sont uniquement activées en présence d'un lecteur. Leur durée de vie est donc plus longue [53].



Figure 2.1 : Exemple d'un code EAN-13 [53].

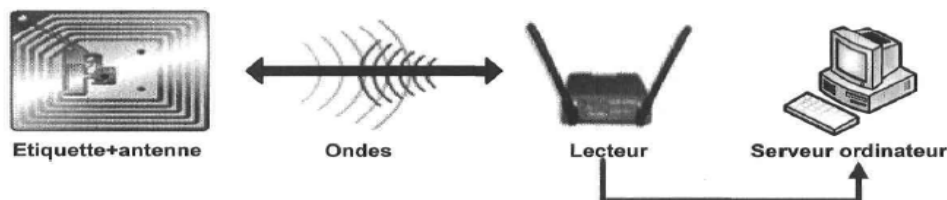


Figure 2.2 : Principes d'échanges d'informations en RFID [62].

2.5. Enjeux de la traçabilité

2.5.1. La traçabilité et le principe de précaution

La traçabilité a acquis sa notoriété dans les médias au cours des années 1990, suite aux différentes crises apparues dans plusieurs secteurs (alimentaires : Dioxine, etc. ou non alimentaires : défaillances techniques, etc.). Ces crises ont fait apparaître l'importance de la garantie d'une sécurité, ont conduit les gouvernements à mettre en avant le principe de précaution et ont incité les consommateurs à prendre en compte de nouvelles dimensions dans leurs choix de consommation [63].

En s'appuyant sur la traçabilité des produits, un dispositif de prévention efficace peut être mis en place permettant une évaluation des risques, par un recueil d'informations sur les dysfonctionnements possibles, grâce au suivi appliqué [64].

2.5.2. La traçabilité, le Livre Blanc, le dossier d'agrément sanitaire et l'HACCP

La traçabilité est essentielle pour assurer la réussite de certaines orientations de la politique européenne de sécurité sanitaire des aliments établies dans le Livre Blanc, à savoir: (i) contribuer à la meilleure protection possible des consommateurs européens en mettant en œuvre une politique qui intègre l'ensemble des préoccupations des filières alimentaires, de la fourche à la fourchette. (ii) regagner la confiance des consommateurs dans la capacité des industries alimentaires et des pouvoirs publics à garantir la sécurité des aliments [64] [53].

Considéré comme un principe sanitaire incontournable, la traçabilité a une place dans le référentiel IFS (*International Food Standard*) et constitue un chapitre indépendant du plan de maîtrise sanitaire, (Figure 2.3), exigé d'être élaboré par les industries agro-alimentaires soumises à agrément sanitaire selon l'arrêté du 8 juin 2006 détaillant la procédure d'agrément prévue dans le règlement CE n°853/2004 [64] [53].

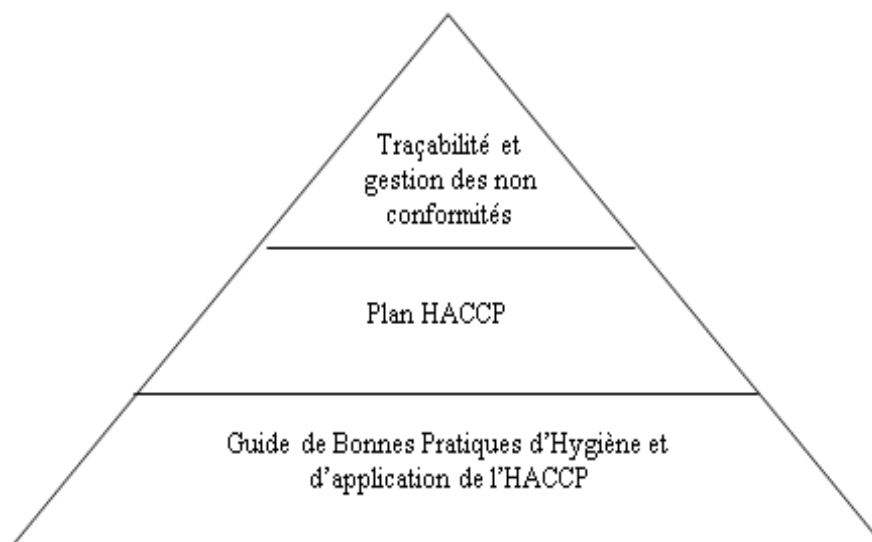


Figure 2.3 : Plan de maîtrise sanitaire [53].

La traçabilité est également intégrée à l'HACCP. En effet, sans être clairement nommée en tant que telle, les principes n°4 (Établir un système pour surveiller la maîtrise des CCP), n°5 (Définir les actions correctives qui doivent être menées lorsque la surveillance indique qu'un CCP n'est plus maîtrisé) et n°7 (archiver toutes les procédures et les enregistrements) de l'HACCP font appel au concept de traçabilité dans ses dimensions d'identification, d'enregistrement et de conservation.

Le système d'enregistrement permet de mener un contrôle des procédés de production, de détecter les non-conformités et de déterminer leurs causes. Ainsi, la traçabilité est un instrument de prévention et de limitation des crises. Elle permet de limiter l'étendue du retrait ou du rappel de lots de produits. Une traçabilité efficace permet de restreindre l'ampleur, la durée et les coûts des crises (Coûts de gestion de la crise, coûts économiques, coûts liés à l'image de la société et du produit) pouvant être engendrés pour un organisme [53].

2.5.3. Un outil de gestion des retraits et rappels des produits

La traçabilité est également considérée comme un outil essentiel de gestion des retraits et rappels suite à des alertes sanitaires. Le retrait constitue « *toute mesure visant à empêcher la distribution et l'exposition à la vente d'un produit ainsi que son offre au consommateur* ». Quant au rappel, il s'agit de « *toute mesure visant à empêcher, après distribution, la consommation ou l'utilisation d'un produit par le consommateur et/ou à l'informer du danger qu'il court éventuellement s'il a déjà consommé le produit* ». Il est défini et exigé dans la loi n°09-03/2009 : « *rappel du produit : opération consistant à retirer un produit du processus de sa mise à la consommation par l'intervenant concerné* » (Art.3.) ; « *Dans le cas des retraits définitifs..., l'intervenant concerné doit procéder à ses frais et charges, au rappel du produit incriminés de tous lieux où il se trouve ...* » (Art. 63.). Tout retrait ou rappel nécessite en premier temps la détermination si la denrée est considérée comme dangereuse et l'appréciation de cette dangerosité en tenant compte des conditions normales de son utilisation et de l'information fournie aux consommateurs. Et afin d'informer les détenteurs de la dangerosité et des mesures à mettre en œuvre, les organismes concernés font appel à la traçabilité pour une localisation dans le temps et dans l'espace de ces produits [53].

2.5.4. La traçabilité et les dispositions réglementaires et normatives

2.5.4.1. Réglementation Algérienne

La question relative à la traçabilité des produits alimentaires a fait l'objet de plusieurs textes réglementaires en réponse aux crises alimentaires vécues [59].

En Algérie, la réglementation nationale via l'article n°5 du décret exécutif n° 12-203(2012) exige cette traçabilité en précisant la mise en œuvre de mesures «... *permettant de suivre le mouvement d'un bien, à travers son processus de production,*

de transformation, de conditionnement, d'importation, de distribution et ...». Le champ d'application du décret exécutif n° 12-203/2012 apparait large puisque ses dispositions «...s'appliquent aux biens et services mis à la consommation...» (Art. 2.), et sont exclus «...les produits d'antiquités et d'art, les produits alimentaires bruts destinés à la transformation, les biocides, les engrais, les dispositifs médicaux, les substances et préparations chimiques, régis par des dispositions législatives et réglementaires spécifiques» (Art. 3.). Ce document impose aux producteurs, aux importateurs et aux prestataires de services de «...mettre à la disposition du consommateur toutes informations utiles lui permettant de se prémunir des risques éventuels inhérents à la consommation et/ou à l'utilisation du bien ou service fourni, et ce, durant toute sa durée de vie normale ou raisonnablement prévisible» (Art. 10.) et leur exige «... l'indication, sur l'emballage et le conditionnement, de leur identité et coordonnées de contact, la référence, le numéro de lot et/ou la date de fabrication du produit ainsi que son pays d'origine» (Art. 11.). Les producteurs, les importateurs et les prestataires de services sont tenus d'informer les services du ministère chargés de la protection du consommateur et de la répression des fraudes sur toute information liée à la présence d'une denrée alimentaire considérée comme dangereuse comme le stipule l'article 14 du décret exécutif n° 12-203 du 14 Joumada Ethania 1433 correspondant au 6 mai 2012 relatif aux règles applicables en matière de sécurité des produits [65].

2.5.4.2. Réglementations européennes

La réglementation européenne sur la sécurité alimentaire attribue une place importante à la traçabilité et à sa gestion dans les filières alimentaires. Ci-dessous quelques réglementations qui imposent aux acteurs de la chaîne alimentaire de tous les pays membres de mettre en place des mesures strictes pour une meilleure protection de la santé publique, en outre par l'implantation d'un système de traçabilité [66]:

Le règlement CE n°178/2002 (*Food Law*), relatif aux principes généraux et aux prescriptions générales de la législation alimentaire de l'Union Européenne notamment de la traçabilité et de l'étiquetage, fixent les procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires. Ce règlement, a « *un double objectif : faciliter la libre circulation des marchandises, obtenir et maintenir un haut niveau de protection sanitaire* », impose au secteur alimentaire une application d'une traçabilité à toutes

les étapes de la production : « de la fourche à la fourchette » [63]. Il établit les principes généraux de la législation en matière d'hygiène et donne à l'ensemble des acteurs économiques du secteur agricole et alimentaire, la responsabilité de la sécurité alimentaire et les oblige à maintenir un cahier des charges détaillé soumis à des contrôles. Il a défini une obligation de résultats mais non de moyens. Cette obligation de résultat conduit les organisations à devoir identifier toutes les données concernant leurs fournisseurs et leurs clients [66].

2.5.4.3. Dispositions normatives

Dans l'environnement normatif, ISO 9001 (2005) fait référence à la traçabilité dans son chapitre 8. La traçabilité est rapprochée à l'identification unique du produit en cours de réalisation et de l'enregistrement de ces informations d'identification [8].

La norme ISO 22000 spécifie des exigences comprenant certains éléments reconnus comme essentiels pour assurer la sécurité des aliments tels que la traçabilité. Le paragraphe 7.9 de la présente norme est ainsi consacré à la mise en place d'un système de traçabilité. Il stipule, que « *l'organisme doit établir et appliquer un système de traçabilité qui permet d'identifier les lots de produits et leur relation avec les lots de matières premières ainsi que les enregistrements relatifs à la transformation et à la livraison. Le système de traçabilité doit permettre d'identifier les fournisseurs directs des intrants et les clients directs des produits finis. Les enregistrements relatifs à la traçabilité doivent être conservés pendant une durée définie pour l'évaluation du système pour permettre le traitement des produits potentiellement dangereux et dans l'éventualité d'un retrait* » [8].

La norme ISO 22005:2007 « *Traçabilité de la chaîne alimentaire – Principes généraux et exigences fondamentales s'appliquant à la conception du système et à sa mise en œuvre* » permet de fixer les principes et de spécifier les exigences fondamentales qui s'appliquent à la conception et à la mise en œuvre d'un système de traçabilité de la chaîne alimentaire. Elle offre une solution de bonne pratique à l'échelle mondiale. Ce système de traçabilité permet d'améliorer l'utilisation adéquate et la fiabilité des informations, ainsi que la rentabilité des entreprises [67].

2.5.5. Un outil de segmentation marketing

Dans un monde où les filières sont constituées par un nombre croissant d'intervenants intra ou extra-communautaires, les consommateurs se raccrochent à

la notion d'origine et aux images positives qu'elle véhicule. La traçabilité apparaît comme le moyen de garantir cette origine et de réduire la distance entre producteurs et consommateurs. Elle permet d'assurer et de vérifier que les cahiers des charges imposés aux producteurs sont rigoureusement suivis. La traçabilité est également un outil de marketing pour regagner la confiance des consommateurs après une crise. Elle est aussi un outil de protection des marques et de lutte contre les fraudes et la contrefaçon. La traçabilité est pareillement un outil logistique permettant d'optimiser les flux de marchandises dans une filière entre industriels, prestataires de transport et distributeurs [53].

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évoqué les approches liées à la traçabilité. Ensuite, nous avons traité brièvement les étapes d'installation d'un système de traçabilité ainsi que les outils de transmission d'information. Nous avons dédié la dernière partie de ce chapitre aux différents enjeux de la traçabilité pour les différents acteurs du secteur alimentaire.

CHAPITRE 3

CRÈME GLACÉES

3.1. Qu'est-ce qu'une crème glacée

La crème glacée est un produit laitier congelé nutritionnellement enrichi consommé par des groupes de tout âge en particulier les enfants [68]. Elle est produite par un mélange d'ingrédients dont les principaux sont l'eau, le lait, les matières grasses, le sucre. L'association de ces différents composants détermine le nom de cinq sortes de glaces : les sorbets, la glace à eau, la glace au lait, les glaces et les crèmes glacées [69]:

- Les sorbets sont des desserts congelés à base de sucre, d'eau, d'acide de fruit, de colorants, d'arômes de fruits ou de fruits et des stabilisants. Ils contiennent une petite quantité de la matière sèche du lait [70].
- La glace à eau est faite à partir de jus de fruit dilué, de sucre, des colorants et des arômes. Elle peut être congelée avec ou sans incorporation d'air [71].
- La glace au Lait est obtenue à partir d'une combinaison de produits laitiers, de sucre et d'autres ingrédients similaires à ceux couramment utilisés dans la fabrication des glaces. Elle contient une teneur en matière grasse laitière supérieure à celle qui est exigée pour les crèmes glacées [72].
- Les glaces ne sont soumises à aucune prescription minimale en dehors des conditions d'hygiène. La dénomination de la glace s'applique aux produits contenant d'autres graisses que celles du lait, par exemple du lait d'amande ou de la graisse de coco, ou lorsque les prescriptions minimales de la crème glacée et de la glace au lait ne sont pas respectées [69].
- Les crèmes glacées sont fabriqués à partir d'un mélange d'ingrédients laitiers (le lait, la crème), de sucre, des arômes, des fruits, des noix et des ingrédients fonctionnels tels que les stabilisants et les émulsifiants [70] [73].

3.2. Ingrédients et leurs fonctionnalités

La composition des crèmes glacées peut être très variable selon les législations locales et selon le type commercial de produit. Les ingrédients utilisés pour la production de ces produits peuvent être classés en : (i) composants majeurs (présents en quantité significatives : environ 1-25 %) comme le lait, le sucre, les

graisses et l'eau ; (ii) composants mineurs (présents en petites quantité : moins de 1 %) tels que les émulsifiants, les stabilisants, les colorants et les arômes; (iii) ingrédients extras comme le chocolat, les gaufrettes, les morceaux de fruits, les noix, etc. [74] [75].

La composition générale d'un mix et les ingrédients habituellement utilisés dans sa formulation sont présentés dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Composition générale d'un mix et les ingrédients habituellement utilisés dans sa formulation [76] [77].

Composants	% en masse	Ingrédients habituellement utilisés
Matières solides du lait	9 à 12	Poudre de lait écrémé, Extrait solide dégraissé de lait (ESDL), Poudre de lactosérum.
Matière grasse	10 à 16	Crèmes laitière, Beurre, Matière grasse laitière anhydre, Huile végétale (palme, coco).
Sucre	12-16	Saccharose.
Emulsifiants et stabilisants	0.2 à 0.5	Emulsifiants : Mono et di-glycérides (E471), Esters de sorbitan (E494). <i>Stabilisants</i> : Alginates (E401), Carraghénane (E407), Gomme de caroube (E410), Gomme de guar (E412), Gomme xanthane (E415). Carboxyméthylcellulose (E466)
Eau	55 à 64	/

La qualité des crèmes glacées dépend pour une bonne part de la composition du mix. Afin d'obtenir un bon bénéfice des composants du mix, il est important de comprendre leurs rôles [78].

3.2.1. Eau et air

L'eau est indispensable à la fabrication de la glace. Son rôle de solvant permet la solubilisation de l'extrait sec dégraissé lactique ainsi que les sucres, ensuite son rôle de dispersant facilite l'émulsification de la matière grasse. En outre, son passage partiel de l'état liquide à l'état solide et la création de réseaux solides cristallins permet une stabilisation de la structure physico-chimique des glaces. Néanmoins, une quantité d'eau excessive dans le mix peut affecter de manière significative, à la

fois la qualité organoleptique (sensation granuleuse due à une taille importante de cristaux de glace, et sensation aqueuse lors de la fonte en bouche) et la stabilité du produit fini (accélération de la vitesse de fonte en raison d'une quantité d'eau libre excessive) [79].

Quant à l'air, présente dans la crème glacée à volume de 50%, son incorporation dans la glaces permet d'alléger la valeur énergétique de celle-ci et en étant un isolant thermique, il confère à la glace une meilleure résistance à la fonte, procure une moindre sensation de froid et affecte également la couleur du produit. La crème glacée apparait plus blanche avec des taux de bulles d'air plus importants [79] [74] [75].

3.2.2. Matières solides du lait

Regroupant les protéines laitières (38%), le lactose (50%) et les sels (7%), les matières solides du lait exercent une influence profonde sur la saveur et la texture du produit congelé. Les protéines laitières contribuent à la stabilité du mix, à l'augmentation de la viscosité et l'amélioration de la structure et la douceur du produit fini. Leurs propriétés moussantes et émulsifiantes dans le mix résultent de leurs adsorptions aux globules gras pendant l'homogénéisation et leurs capacités de se localiser aux niveaux des interfaces huile/eau dans une émulsion (mix) [74] [80] [81] [82].

Le lactose diminue le point de congélation du mix, toute fois, à des concentrations relativement élevées, il se cristallise et produit une texture sableuse désagréable [74].

Le calcium est le minéral prédominant dans le lait. En plus de son rôle en tant que nutriment essentiel, sa forme et sa solubilité affectent directement la stabilité des protéines et indirectement l'agglomération des matières grasses [83].

3.2.3. Matière grasse

La matière grasse, laitière ou végétale, joue un rôle important dans la formation de la structure de la crème glacée. Elle est responsable de la stabilisation de l'air, de la libération de l'arôme, et des propriétés de texture et de fondant. Elle contribue à l'accroissement de la valeur énergétique, la réduction de la vitesse de foisonnement ainsi que la stabilisation de la mousse. Elle se trouve dispersée sous forme de globules gras partiellement solidifiées et coalescées par le refroidissement et le

cisaillement du procédé de congélation. Ces globules gras se concentrent autour des bulles d'air pour les stabiliser. Elles contribuent également à la formation d'un gros réseau qui est essentiel pour donner à la crème glacée de la crémosité, une résistance à la fonte et une stabilité à leurs bulles d'air [74] [79] [84].

3.2.4. Hydrates de carbone

Les sucres, présents dans une proportion de 12-17% du volume total du mix, fournissent le goût sucré, contribuent à la viscosité et contrôlent la quantité de glace formée en diminuant le point de congélation. En contrepartie, ils limitent le taux de foisonnement du mix, et ils peuvent entraîner une cristallisation excessive et grossière [79] [74] [85].

3.2.5. Emulsifiants et stabilisants

Les émulsifiants et les stabilisants sont des ingrédients mineurs (sur la base du poids) en crème glacée. Tous deux sont additionnés à un taux de 0.3%. Les émulsifiants sont des esters partiels de polyols et d'acides gras ou d'acides organiques hydrosolubles, obtenus par transestérification des triglycérides par le glycérol. Les émulsifiants, qui sont des composés amphiphiles, assurent une déstabilisation partielle de l'émulsion. Par un déplacement des protéines des interfaces huile/eau, ils favorisent la coalescence partielle de la matière grasse. Les émulsifiants permettent de réduire la tension interraciale eau/air et favorisent l'adhésion des globules gras et des agrégats formés par coalescence partielle à la surface des bulles d'air. L'ampleur de la déstabilisation des graisses dans la crème glacée est influencée par le type d'émulsifiant utilisé [74] [86] [87] [88]. Chang et Hartel (2002) ont prouvé que les polysorbates (E 462, E 463, E 464, E 465, E 466) sont plus efficaces que les mono et diglycérides d'acides gras (E 471) à favoriser la déstabilisation des graisses dans la crème glacée [86].

Quant aux stabilisants qui sont des polysaccharides, Ils sont utilisés dans l'objectif de contrôler la taille finale des cristaux de glace dans le produit fini. Ce paramètre de stabilité est lié à la diminution de drainage ce qui résulte de l'augmentation de la viscosité de la phase aqueuse et la limitation des mouvements des bulles de gaz [74].

3.2.6. Épaississants, gélifiants, arômes et colorants

Dans le but de diminuer la quantité d'eau libre congelable dans les préparations, on peut recourir à l'emploi de ces agents texturants. De nombreux additifs sont autorisés par la réglementation, tel que les alginates de sodium (E401), de potassium (E402), et d'ammonium (E403), l'agar-agar (E406), la farine de graines de caroube (E410), la pectine (E440 i), la gomme xanthane (E415). Toute une série de substances sont autorisées afin de renforcer la saveur des fruits et les couleurs des produits. Les quantités minimales d'arômes à utiliser pour la fabrication des glaces sont variables [79].

3.3. Procédé de fabrication

La fabrication des crèmes glacées consiste en une succession d'opérations qui peuvent être divisées en deux grandes étapes distinctes : la préparation du mix et la transformation du mix en crème glacée par le foisonnement et la congélation. Ces deux étapes sont délimitées par une phase d'attente qui permet la maturation du mix.

3.3.1. Préparation du mix

Une fois que les ingrédients sont dosés (eau, poudre de lait, sucres, matières grasses, etc.), ils sont introduits et mélangés dans des cuves de préparation de l'ordre de 250 à 1000 litres. Cette préparation qui s'opère de manière discontinue, dure environ 30 à 60 min et se réalise à une température d'environ 50 à 60°C. Le mix subit ensuite une pasteurisation puis une homogénéisation. Ces étapes permettent la dispersion de la matière grasse en globules gras plus petites et plus uniformes. Cette diminution de la taille des globules gras offre une meilleure capacité au fouettage et un produit final plus crémeux et plus uniforme.

La pasteurisation a pour principal but de détruire tous les micro-organismes pathogènes, non sporulés, éventuellement présents dans le mix. Elle permet une meilleure hydratation et favorise la dissolution des sucres, des émulsifiants et des stabilisants. Réalisée le plus souvent en continu à 82-87°C pendant 15 à 30s, la pasteurisation se fait également à 140°C/2s [79] [89] [90] [91] [92]. L'homogénéisation consiste à appliquer au mix un sévère traitement mécanique, en l'obligeant à passer à travers un orifice avec une différence de pression amont/aval de 8 à 18 MPa dans un but de créer une émulsion stable de matière grasse.

Le mix est ensuite refroidi à 4°C avant la maturation. Cette dernière étape correspond à une maturation physicochimique : les globules gras sont partiellement cristallisés ; les protéines du lait et les stabilisants sont mieux solubilisés et les protéines sont adsorbées sur les globules gras. Une certaine augmentation de la viscosité survient au cours de cette étape. Ces modifications contribuent à faciliter le foisonnement, à produire un produit final de texture encore plus crémeuse et à stabiliser la glace vis à vis de la fonte. D'autres ingrédients tels que les arômes, les colorants et les fruits peuvent être ajoutés [74] [79] [89] [93].

3.3.2. Transformation du mix en crème glacée

Ce stade comporte cinq opérations successives, le foisonnement, le glaçage, le conditionnement, la surgélation finale et le stockage des produits finis.

Le foisonnement et le glaçage (ou pré-congélation) s'effectuent simultanément dans un échangeur de chaleur à surface raclée appelé "freezer" permettant une formation rapide des cristaux de glace, l'incorporation des bulles d'air et l'obtention d'une mousse. La dispersion d'air permet de produire une texture légère et spongieuse, une sensation crémeuse en bouche et une meilleure résistance à la fonte durant le stockage. Le glaçage doit être réalisé le plus rapidement possible afin d'obtenir des cristaux de glace de petite taille [74][79] [89][93].

Lors de l'incorporation d'air dans le mix, les protéines solubles présentes dans le milieu, se concentrent et s'étalent entre l'air et la phase aqueuse. La présence de ce film protéique diminue la tension inter-faciale et contribue ainsi, d'une part, à un accroissement de l'incorporation et de la dispersion de l'air et, d'autre part, à une stabilisation durable de la mousse grâce à une dénaturation partielle de ces protéines au contact de l'air. Une fois que le mix est pré-congelé pendant le glaçage, il va être conditionné (pots, cornets, bacs) selon le produit désiré et va subir le durcissement (la congélation finale). Dans cette étape, le produit passe dans un tunnel de congélation à convection forcée d'air où les températures sont de l'ordre de -30 à -40°C, jusqu'à 80% de l'eau finit par congeler et la température au cœur du produit atteint -20°C. Le produit fini est ensuite entreposé, en chambre froide, à une température de -30°C. Cette température doit être maintenue pendant toute la chaîne du froid afin d'éviter les remontées de température du produit qui pourraient être néfastes à la qualité finale du produit [74][79] [89].

Les opérations de fabrication des crèmes glacées sont illustrées dans la figure 3.1.

3.4. Structure des crèmes glacées

La crème glacée est une combinaison d'une mousse et d'une émulsion partiellement congelées (Figure 3.2). Ce système complexe est composé de quatre phases : les cristaux de glace, les bulles d'air, la graisse émulsifiée et une phase aqueuse contenant du sucre dissous.

La fraction de volume des cristaux de glace, des bulles d'air et de la phase aqueuse dépend des ingrédients utilisés et du processus de production de la crème glacée. Par exemple, la crème glacée produite industriellement a souvent une fraction de bulle d'air de plus de 50 %, tandis que la fraction de bulle d'air ne dépasse pas les 20% dans la glace artisanale [75].

Le mix est une émulsion de matière grasse laitière issue du procédé d'homogénéisation. La phase dispersée est représentée par des globules gras, de taille d'environ $1\mu\text{m}$, entourés d'une couche de protéines et d'émulsifiants adsorbés au hasard après l'homogénéisation. La phase aqueuse contient en solution les sucres, les protéines de lactosérum non adsorbées, les sels et les polysaccharides, ainsi que des micelles de caséine non adsorbées en suspension [94].

Les cristaux de glace figurent parmi les éléments importants en crèmes glacées. En effet, la texture et la qualité de ces produits sont gouvernées en partie par la nature de la phase cristalline. Des petits cristaux de glace donnent des crèmes glacées de texture crémeuse et lisse.

Selon Scholten (2014), la taille des cristaux de glace est affectée par le processus de fabrication (la vitesse de refroidissement). Un refroidissement rapide mène à la formation des cristaux de glace de petites tailles. Quant au nombre des cristaux de glaces, il a été estimé dans une crème glacée fraîche (juste après durcissement) à $7,8 \cdot 10^6$ cristaux / gramme [95].

Russell et al. (1999) ont reporté que le nombre des cristaux de glaces est compris entre 10^6 et $25 \cdot 10^6$ cristaux/g de crèmes glacées en fonction du volume de la phase de glace dans la crème glacée [96].

Pour ce qui est des bulles d'air, la microstructure des crèmes glacées montre qu'elles sont sphérique avec un diamètre allant de 10 à 50 μm et sont entourées par des globules gras, des protéines (particulièrement des caséines) et des émulsifiants

[97] [88]. La stabilité des bulles d'air dépend de la quantité et du type des stabilisants utilisés. Les globules gras forment une couche solide autour des bulles d'air permettant d'augmenter la stabilité des bulles d'air. La présence des globules gras aux interfaces des bulles d'air rend ces dernières plus facile à distinguer des cristaux de glace [98] [99].

3.5. Qualité microbiologique des crèmes glacées

La contamination des crèmes glacées par les micro-organismes pathogènes a eu pour conséquence des épidémies dans de nombreux pays en Asie, en Europe et en Amérique du Nord [100] [101]. En effet, les crèmes glacées constituent un milieu propice à la survie et à la croissance des microorganismes en raison de leur valeur nutritive élevée et leur pH voisin de la neutralité (pH ~ 6-7) [102].

Les principales sources de contamination microbienne des crèmes glacées incluent les matières premières, le personnel et le matériel utilisé pour le conditionnement et la commercialisation de ce produit. Massa & Coll (1989) ont rapporté que les œufs contaminés étaient à l'origine de la Salmonellose transmise par les crèmes glacées [103].

De nombreux psychrophiles et microorganismes psychotolérants comme *Listeria monocytogens*, *Salmonella* peuvent être présents dans les crèmes glacées et peuvent survivre dans les aliments à basse température. La présence des coliformes dans des produits congelés comme la crème glacée est un indicateur de contamination post-pasteurisation (Pal et al. 2015).

L'étude faite par Natarajan & Nambubripad (1980), qui porte sur la contamination microbiologique des crèmes glacées, a révélé un degré élevé de contamination des pots et des couvercles par les germes mésophiles, les levures et les moisissures [104].

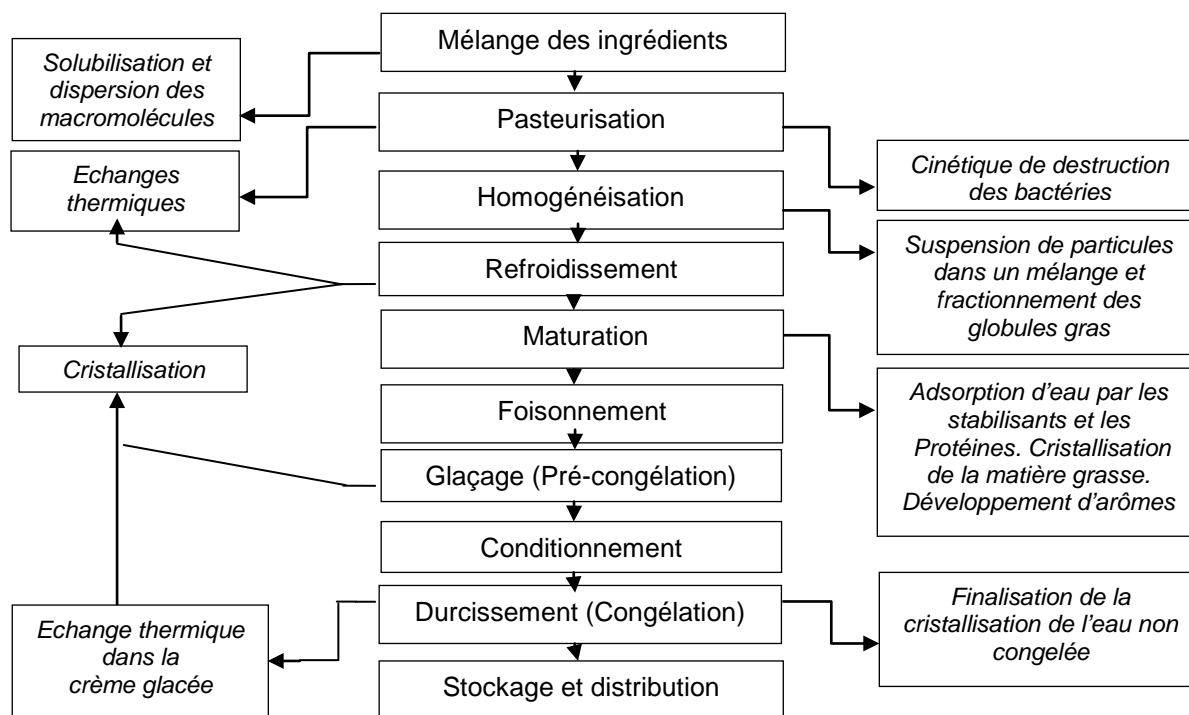


Figure 3.1 : Procédé de fabrication de la crème glacée [89].

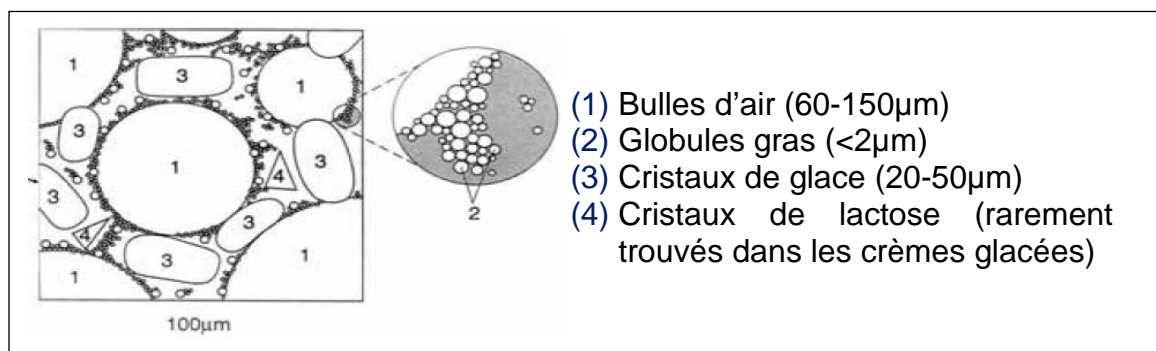


Figure 3.2 : Structure de la crème glacée [89].

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé une synthèse de la bibliographie existante abordant les principales caractéristiques des crèmes glacées. Ayant présenté dans un premier temps la composition et le procédé de fabrication des crèmes glacées, nous avons ensuite introduits des informations pouvant être utiles pour la compréhension de la structure et la qualité microbiologique des crèmes glacées.

CHAPITRE 4

MATERIELS ET METHODES

Notre travail présente l'établissement des programmes prérequis (PRPs), la mise en place du système HACCP et de la traçabilité, conformément aux exigences de norme ISO 22000 (2005), dans la chaîne de production des crèmes glacées.

4.1. Description de la compagnie

La présente étude a été effectuée au sein de l'entreprise EURL MAZAFROID. Cette société a été créée en 1999 et a initié son activité de production et de commercialisation des biscuits, du chocolat et des crèmes glacées en 2001. Son siège social et son usine sont situées à Chéraga à Alger, en Algérie. Cette entreprise, dont le chiffre d'affaire s'élève à 200 millions de dinars par an et un effectif de 80 employés, dispose une capacité de production de 12 000 litres de mix/jour et produit une gamme variée de crèmes glacées (glaces enrobées de biscuits, esquimaux, cornets de glace, sorbets, glaces en bacs). Les produits de cette compagnie sont dirigés exclusivement vers le marché intérieur. Ses clients sont constitués de distributeurs agréés et du grand public. Cette entreprise a mis en place la norme ISO 9001 (2000) en 2007 et ISO 22000 (2005) en 2010 en vue d'une amélioration la qualité et la sécurité sanitaire de ses produits ainsi que sa réputation sur le marché. Des procédures et des enregistrements ont été établis en vue d'une mise en œuvre et un maintien d'un système de management de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires.

L'organigramme de cette entreprise est présenté dans l'appendice B.

4.2. Programmes prérequis (PRPs)

La mise en place des programmes prérequis s'inscrit dans la logique d'une démarche basée sur la sécurité sanitaires des denrées alimentaires comme l'indique la norme ISO 22000 (2005) qui stipule que « *L'organisme doit établir, mettre en œuvre et maintenir un (des) PRP...* ». Toutefois, la norme ISO 22000 (2005) ne propose aucune démarche pratique pour guider dans la mise en place des

programmes prérequis. Dans notre étude, la démarche adoptée pour l'établissement des PRPs est articulée en deux étapes [110] :

- Evaluation et mise à niveau de l'existant

L'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaire a évalué l'écart entre l'existant et les exigences formulées par la norme ISO 22000 en matière d'hygiène. Des visites ont été effectuées pour les différents services de l'atelier de production des crèmes glacées ainsi qu'une assistance à la réception des matières premières, aux différentes étapes de la production et de la distribution des produits. Des questions articulées autour des règles générales d'hygiène (la matière première, les exigences en matière d'hygiène et de la santé du personnel, la fréquence du nettoyage, etc.) ont été adressées aux personnels afin d'évaluer leurs connaissances en matière d'hygiène.

- Etablissement des programmes de mesures préventives

À partir de l'analyse de l'existant, de nombreuses mesures ont été entreprises. Les éléments pris en compte sont (ISO 22000, 2005) : l'hygiène des membres du personnel, l'hygiène des bâtiments et des locaux, les mesures de prévention contre la contamination croisée, l'alimentation en air et en eau, le stockage et transport des produits, la gestion des produits achetés et la manutention des produits, la maintenance des équipements, le nettoyage et la désinfection, la gestion des déchets, la maîtrise des nuisibles.

4.3. Mise en place des principes du système HACCP

Selon la norme ISO 22000 (2005), la mise en œuvre des principes HACCP doit s'effectuer en plusieurs étapes successives: étapes initiales permettant l'analyse des dangers, analyse des dangers, établissement des programmes de prérequis opérationnels et du plan HACCP et vérification.

4.3.1. Étapes initiales permettant l'analyse des dangers

Les étapes initiales de l'analyse des dangers sont les suivantes:

- La constitution de l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires.
- La caractérisation du produit qui consiste à décrire les caractéristiques de toutes les matières premières, ingrédients et du produit fini.
- La définition de l'utilisation prévue et les conditions de manipulation raisonnablement attendues du produit fini.

- La préparation d'un diagramme de flux et la description des étapes de procédé de fabrication du produit.

4.3.2. Analyse des dangers

Une analyse des dangers est réalisée pour déterminer les dangers à maîtriser, le degré de maîtrise requis pour garantir la sécurité des aliments ainsi que les combinaisons de mesures de maîtrise correspondantes requises. Elle est effectuée pour toutes les étapes de production des crèmes glacées.

Au cours de l'analyse des dangers, les dangers raisonnablement prévisibles liés à la sécurité des denrées alimentaires en relation avec le type de produit, le type de procédé et les installations de transformation utilisées ont été identifiés et évalués.

L'identification des dangers s'est fondée sur les données collectées dans les étapes initiales de la mise en place du système HACCP, l'expérience de l'entreprise, les informations provenant de la chaîne alimentaire et autres sources extérieure (Données épidémiologiques) [18].

L'évaluation des dangers est effectuée afin de déterminer, pour chaque danger identifié si son élimination ou sa réduction à des niveaux acceptables est essentielle pour la fabrication d'une denrée alimentaire sûre. Les critères d'évaluation des dangers sont leur probabilité d'apparition et leur gravité en termes d'effets néfastes sur la santé [18].

Les critères d'évaluation des dangers sont décrits dans le tableau 4.1.

Le danger est considéré comme significatif si le résultat de la multiplication de sa gravité (G) par sa probabilité d'apparition (P) soit au-dessus de 4 [111].

Pour les dangers identifiés, des niveaux acceptables ont été déterminés. La détermination du niveau acceptable de chaque danger identifié a pris en considération les exigences légales et réglementaires établies et les exigences du client en matière de la sécurité sanitaires des aliments.

Les causes potentielles de l'apparition des dangers identifiés ont été déterminées par la règle des 5M (Matière, Milieu, Matériel, Main-d'œuvre et Méthode) et les possibilités de contamination, de multiplication et de persistance de ces dangers ont été prises en considération.

Tableau 4.1 : Critères d'évaluation des dangers.

Critères		Valeur
Probabilité d'apparition	• Faible probabilité : Occurrence peut être 3 fois par an	1
	• Probabilité moyenne : Occurrence peut être entre 4 et 10 fois par an	2
	• Forte Probabilité: Occurrence peut être plus de 11 fois par an	5
Gravité	• Faible gravité: Le danger peut ne peut provoquer que de problèmes de santé mineurs.	1
	• Gravité moyenne : Le danger peut provoquer des problèmes de santé aux individus immunodéprimées/ allergiques, ou peut implique des consultations médicales	2
	• Gravité élevée: Le danger peut provoquer des problèmes de santé significatifs qui peuvent entraîner, non seulement chez les individus immunodéprimé/allergiques, mais également chez les personnes en bonne santé, une hospitalisation ou une possibilité de maladie chronique.	5

Sur la base de l'évaluation des dangers, des mesures de maîtrise permettant de prévenir, d'éliminer ou de réduire les dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires à des niveaux acceptables définis ont été sélectionnées à l'aide de l'arbre de décision (Figure 4.1).

Ces mesures de maîtrise ont été classées selon qu'elles nécessitent d'être gérées par des programmes prérequis opérationnels (oPRPs) ou par le plan HACCP, en utilisant les critères suivants [18] [111] :

- son incidence sur les dangers identifiés (élimination ou réduction du danger à un niveau acceptable et maîtrise de la contamination);
- sa faisabilité de surveillance (surveillance en continue ou en discontinue);
- sa position au sein du système par rapport aux autres mesures de maîtrise;
- la gravité des conséquences en cas de défaillance de fonctionnement;
- les effets synergiques (l'interaction qui se produit entre deux ou plusieurs mesures ainsi leur effet combiné par rapport à la somme de leurs effets individuels).

Selon la norme ISO 22000, un point critique pour la maîtrise (CCP) est « *une étape à laquelle une mesure de maîtrise peut être appliquée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger lié à la sécurité des denrées alimentaires ou le ramener à un niveau acceptable exige* » [18].

Un oPRP est « *un PRP identifié par l'analyse des dangers comme essentiel pour maîtriser la probabilité d'introduction et/ou de la contamination ou prolifération des*

dangers lié à la sécurité des denrées alimentaires dans le(s) produit(s) ou dans l'environnement de transformation » [18].

Les éléments d'un oPRP sont ceux d'un CCP excepté qu'aucune limite critique n'est exigée pour les mesures de maîtrise, une surveillance en discontinu est tolérée et en cas de dépassement des critères d'action, des actions correctives et/ou des corrections devraient être appliquées [18] [30].

4.3.3. Établissement des programmes prérequis opérationnels (oPRP)

et du plan HACCP

Les programmes prérequis opérationnels (PRP opérationnels) et les plans HACCP ont été établis. Pour les CCPs, identifiés pour les dangers dont la maîtrise est assurée par le plan HACCP, des limites critiques ont été déterminées. Des systèmes de surveillance, constitués d'instructions et d'enregistrements, sont établis pour les oPRPs et les CCPs. La procédure de surveillance spécifie les mesurages à effectuer, les méthodes, la fréquence et les dispositifs de surveillance à utiliser et les méthodes d'étalonnage à appliquer.

Les corrections et les actions correctives programmées à entreprendre, en cas de perte de maîtrise pour les oPRPs ou dépassement des limites critiques pour les CCPs, ont été spécifiées dans chaque plan oPRP et HACCP.

4.3.4. Établissement d'un plan de vérification

En vue d'une vérification de la mise en œuvre des PRPs, des oPRPs et des éléments du plan HACCP, de la mise à jour des éléments d'entrée de l'analyse des dangers et des niveaux de dangers identifiés dans le produit, un plan de vérification est établi en définissant l'objectif, les méthodes, les fréquences et les responsabilités des activités de vérification.

4.3.5. Établissement de la documentation

La documentation requise pour la mise en œuvre, la mise à jour et le maintien du fonctionnement du système de sécurité des denrées alimentaires est établie et maîtrisée conformément aux exigences de la norme ISO 22000 (2005).

4.4. Système de traçabilité

4.4.1. Application des principes du système de traçabilité

Afin d'installer un système de traçabilité dans la chaîne production des crèmes glacées, l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires a établi une procédure de traçabilité pour la gestion du flux d'informations collectées en différentes étapes de la chaîne de production des crèmes glacées. La procédure de traçabilité inclut l'objectif, le contexte comité de pilotage du projet.

La mise en place d'un système de traçabilité dans un organisme exige l'identification de toutes les entités physiques dont il est issu le produit et les stades de production et de distribution du produit. Pour faire, l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires a effectué une évaluation de la stratégie existante en matière de traçabilité au niveau de l'entreprise afin de cerner les différents enjeux impliqués. Elle a mené une inspection au niveau des installations de l'atelier de production des crèmes glacées, des entrevues avec le personnel de l'entreprise et elle a procédé à un contrôle des documents pertinents de l'organisme.

Pour une exécution efficace du système traçabilité, quelques principes ont été suivis :

- Identification des lots des ingrédients et des produits : Elle porte sur l'identification des lots des matières premières et des produits finis.
- Définition des informations à collecter dans les différentes étapes de production : Elle consiste à déterminer des informations à collecter et à enregistrer, entre autres les informations permettant une identification des fournisseurs directs des intrants et les clients directs des produits finis, les informations à obtenir des fournisseurs, les informations à fournir aux clients ainsi que les informations à recueillir concernant l'historique du processus de fabrication du produit.
- Etablissement d'un système de gestion des données à l'intérieur de la chaîne de production. Ce principe fait référence à définir les moyens à utiliser pour identifier et enregistrer les lots des produits et des ingrédients et relier les flux d'informations [105].

4.4.2. Test de traçabilité

Après avoir développé le système de traçabilité au niveau de l'organisme EURL MAZAFROID, un test de traçabilité est mené dans le processus de fabrication des crèmes glacées. L'objectif de ce test était d'évaluer l'efficacité du système de

traçabilité mis en place à atteindre les objectifs fixés entre outre, la capacité à suivre le trajet du produit aux divers stades de sa production.

Ce test consiste à reconstituer tout le parcours d'un échantillon choisi au hasard. La méthode utilisée est basée sur l'exploitation des documents de traçabilité.

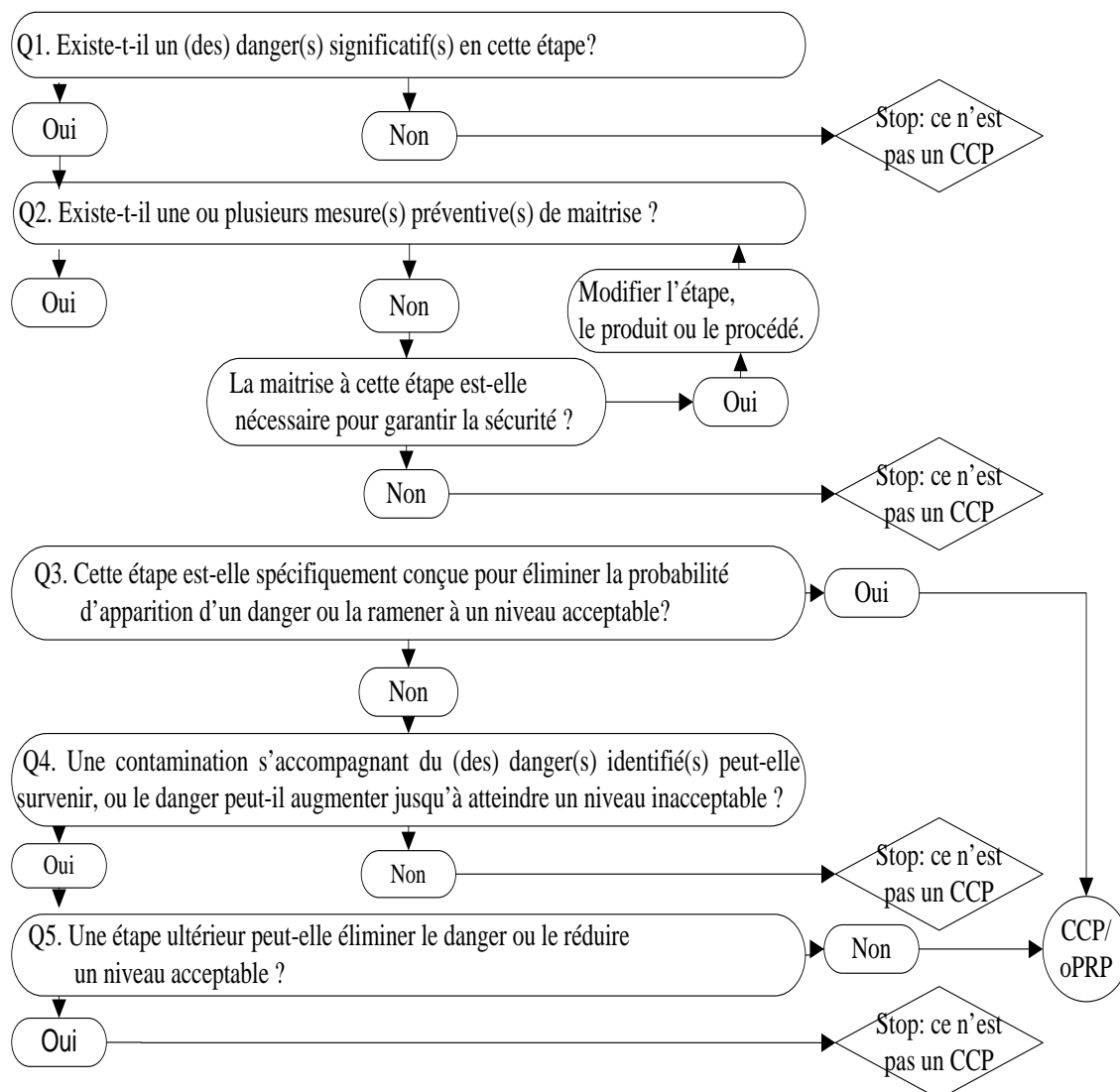


Figure 4.1 : Arbre de décision [112]

4.5. Analyses microbiologiques des crèmes glacées

Ces analyses ont été réalisées sur des échantillons de crèmes glacées emballées. Elles ont pour but l'étude de l'impact de l'adoption du système HACCP sur la qualité microbiologique des crèmes glacées. Bien que nous avons procédé au dénombrement de la flore aérobies mésophiles à 30°C, coliformes totaux, coliformes fécaux, *S. aureus* et la présence des salmonelles sur nos échantillons, seulement

l'énumération des germes aérobies mésophiles et des coliformes totaux est présentée dans ce document.

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire des analyses microbiologique de l'institut Pasteur d'Alger.

4.5.1. Matériel de laboratoire

Le matériel et les milieux de cultures utilisés sont présentés dans l'appendice C.

4.5.2. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons de crèmes glacées emballés a été effectué durant la saison estivale des années 2009 et 2010 (mai, juin, juillet). Les échantillons ont été prélevés aléatoirement, des différents lots du stock de la compagnie EURL MAZAFROID, avant l'adoption du système HACCP (fraise : 105, vanille : 125, chocolat : 129) et après la mise en œuvre de l'HACCP (fraise : 250, vanille : 245, chocolat : 325). Les échantillons prélevés ont été placés et entreposés dans une glacière puis transférés au laboratoire et stockés à -20°C.

4.5.3. Préparations des échantillons

La préparation de l'échantillon consiste à réaliser une série de dilution décimale à partir de la crème glacée prélevée, selon l'arrêté du 23 janvier 2005 rendant obligatoire une méthode de prélèvement d'échantillons et d'analyse bactériologiques des glaces et crèmes glacées [106]. Les échantillons ont été liquéfiés avant la préparation des dilutions. Les dilutions étaient préparées dans l'eau peptonée tamponnée stérile (E.P.T.) [107].

4.5.4. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale à 30°C (FMAT)

Les germes aérobies mésophiles totaux indiquent le degré de contamination bactérienne globale et renseignent sur la qualité hygiénique des produits [108].

Le dénombrement des FMAT est réalisé sur gélose standard PCA (Plate Count Agar). La méthode consiste à déposer 1 ml de chaque dilution au centre de boîte de Pétri préparée à cet usage (stérile et numérotée) et à couler environ 15 ml de la gélose PCA préalablement fondue et refroidie à 45 °C. Agiter l'inoculum et laisser le

mélange se solidifie sur la pailasse. Après solidification de cette couche, retourner les boîtes de Pétri et placer les dans une étuve à $30^{\circ}\text{C} \pm 1$ pendant $72\text{h} \pm 2\text{h}$.

4.5.5. Dénombrement des coliformes totaux

Le groupe des coliformes totaux, qui est utilisé comme indicateur de contamination bactérienne, comprend toutes les bactéries en forme de bâtonnets, Gram négatives, aérobies et anaérobies facultatives, non sporulées, qui fermentent le lactose avec formation de gaz [109].

Le dénombrement des coliformes totaux a été effectué sur le milieu Rouge Violet Bile Agar (VRBA). La méthode utilisée consiste à déposer 1ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri préparée à cet usage (stérile et numérotée) et à recouvrir par la suite avec 15 ml de la gélose VRBA préalablement fondue et refroidit à 45°C . Après homogénéisation par des mouvements circulaires de va et de vient en forme de « 8 » pour homogénéiser le tout, laisser le mélange se solidifier sur la pailasse. Après solidification du milieu, couler une couche de 5ml de la même gélose afin de protéger contre les diverses contaminations. Après solidification, retourner les boîtes de Pétri et placer les dans une étuve à 37°C pendant 24h.

Toutes les colonies rouges, caractéristiques des bactéries coliformes, ont été compté. Les boîtes considérées sont les boites dont le nombre de colonies compris entre 30 et 300 colonies.

La charge en microorganismes des échantillons a été déterminée suivant la formule de la norme AFNOR (1994) :

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

où :

C est le nombre des colonies comptées sur une boîte retenue des dilutions effectuées ;

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

n_1 est le nombre des boîtes retenues à la première dilution ;

n_2 est le nombre des boîtes retenues à la seconde dilution ;

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

4.6. Analyse statistique

L'évaluation de l'impact de la mise en œuvre du système HACCP sur la FMAT et les coliformes totaux en crèmes glacées a été réalisée à l'aide de l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur. Ce test a été conduit, avec Microsoft Excel 2010, sur les résultats obtenus de l'énumération de la flore aérobies mésophiles à 30°C et des coliformes totaux en crèmes glacées emballées, exprimée en unités logarithmiques de micro-organismes par gramme (log UFC/g), pour le calcul de la moyenne, l'erreur type et la différence significative entre les moyennes. Une valeur de probabilité (valeur p) moins de 5% a été considérée comme significative.

CHAPITRE 5

RESULTATS ET DISCUSSION

5.1. Etablissement des programmes prérequis (PRPs)

Les visites d'inspection de l'industrie de production des crèmes glacées ont montré que les principes de base des bonnes pratiques d'hygiène (GHP) relatif à l'hygiène vestimentaire du personnel, aux conditions environnementales aux alentours de l'industrie, aux de systèmes de ventilation, d'éclairage, de drainage des eaux usées, de l'entretien du bâtiment (portes, fenêtres, sol, plafond...) ainsi que le traitement de l'eau potable sont appliqués. Toutefois, on a constaté que les pratiques appliquées n'étaient pas formalisées, l'utilisation des palettes en bois, le non-respect de la marche en avant, l'absence de programme de formation du personnel, absence de plan nettoyage et de désinfection et de maintenance des équipements.

À partir de l'analyse de l'existant, plusieurs actions ont été entreprises :

- Une analyse des textes et mesures édictées en matière d'hygiène et de sécurité sanitaires des aliments. Avant d'aborder des solutions pour mener une politique de prévention des contaminations, un recueil des textes officiels (lois, arrêtés...), recommandations d'organismes officiels comme le *Codex Alimentarius* et normes, est effectué. Ces textes comportent des dispositions applicables aux industries agroalimentaires.
- Etablissement des procédures de programmes prérequis (PRPs). Ces procédures décrivent les mesures prises par l'organisme pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire de ses productions vis à vis des dangers définis. Ces mesures s'appliquent au matériel, aux locaux, à l'environnement, aux personnes, aux matières, aux méthodes de travail. La rédaction de ces procédures est basé sur les prescriptions du Code Général d'Hygiène des denrées alimentaires du programme conjoint FAO/OMS - *Codex Alimentarius* (Code d'usages International recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire) [15].

5.1.1. PRP hygiène du personnel

Les aliments peuvent être contaminés par des micro-organismes, par des corps étrangers ou par des substances chimiques, que ce soit par inattention ou par

manque de propreté du personnel. Il s'avère donc être capital d'appliquer des mesures d'hygiène personnelle pour assurer une bonne hygiène des aliments.

- Hygiène vestimentaire

Les personnes qui travaillent dans la zone de production de denrées alimentaires portent une tenue, mise et retirée aux vestiaires de l'établissement, qui comprend une blouse (blanche, propre, fermée, couvrant totalement les effets personnels, en tissu lavable), un pantalon blanc, une coiffe, des chaussures à bouts fermés à semelles antidérapantes.

Les tenues sont lavées dans l'entreprise par une personne responsable de l'entretien des tenues. Des recommandations ont été délivrées au responsable de l'entretien des tenues.

- Hygiène des mains

Les mains sont lavées avant de commencer à manipuler des aliments ; après chaque pause ; après être allé aux toilettes ; après avoir éternué, toussé et s'être mouché et après s'être brossé les cheveux ; avant et après avoir manipulé des produits qui risquent de contaminer les aliments; après avoir jeté des déchets.

Des lave-mains sont placés et disponibles en nombre suffisant, dans les zones de préparation, de production ainsi qu'à la sortie des locaux réservés au personnel (toilettes, vestiaires). Ceux-ci sont raccordés à l'eau chaude et froide et disposent de savon liquide et de serviettes en papier. Les équipements pour laver les aliments sont séparés des lave-mains.

Le protocole de lavage des mains fait l'objet d'une partie du programme de formation du personnel. Il comporte ces étapes : le mouillage des mains; l'application du savon liquide, le frottage pendant 20 secondes, le rinçage des mains sous l'eau courante ; le séchage des mains à l'aide d'une serviette en papier à usage unique.

- Des mesures additionnelles pour une bonne hygiène sont appliquées :

- Interdiction de manger, de boire, de mâcher, de fumer, de porter des aliments, de porter des bijoux et/ou des objets personnels, dans la zone de production et dans les locaux de stockages alimentaires.
- Les ongles des doigts sont coupés, propres et sans vernis.
- Les cheveux longs sont attachés.

- Les cheveux et barbes longues sont couverts.
- Il faut éviter de tousser et d'éternuer sur les aliments.

- La santé des personnels
 - Lors de l'embauche, un certificat médical d'aptitude à la manipulation ou la fabrication des denrées alimentaires est exigé au nouveau recrue.
 - Une fois par semestre le médecin du travail procède à des visites médicales pour tout le personnel.
 - Les dossiers médicaux de tout le personnel sont classés chez l'hygiéniste.
 - Mise en œuvre, pour les opérateurs ayant un profil de porteur de Staphylocoques, d'un dépistage par voie d'analyses bactériologiques.
 - Eloignement temporaire de la production des sujets qui se seront révélés positifs à l'un de ce dépistage ;
 - Mise en place d'une trousse médicale de première urgence, pour le traitement des plaies des mains;
 - En cas de blessure, la plaie doit être nettoyée et la personne accidentée doit consulter un médecin.
 - Sensibilisation du personnel au fait de devoir signaler à la direction tout accident de santé les affectant (par exemple : de plaies infectées, d'infections ou lésions cutanées ou de diarrhée).

- Formation du personnel

Un plan de formation des personnels de production et d'encadrement est mis en œuvre. La formation inclut un renseignement relatif aux mesures en matière d'hygiène des aliments à un niveau qui correspond aux tâches que le personnel est chargé d'accomplir. Un test d'évaluation des connaissances est réalisé à la fin de chaque séance de formation.

- Visiteurs

Les visiteurs admis dans les aires de production ou de manutention doivent porter des tenues jetables avant d'accéder aux aires de production et respecter les règles d'hygiènes appliquées

5.1.2. PRP hygiène des bâtiments et des locaux

- Hygiène des bâtiments

L'établissement est situé à l'écart des zones polluées, des zones d'évacuation des déchets, des zones d'activités industrielles représentant des sources potentielles de contamination des aliments, des zones sujettes aux inondations, et des zones constituant une source potentielle d'infestation par les nuisibles.

Les voies d'accès et aires desservants l'établissement sont pavées, nivelées, munies d'un système de drainage approprié.

L'aménagement des locaux permet d'appliquer des bonnes mesures d'hygiène et d'empêcher les contaminations croisées. Les tâches propres et malpropres sont séparées par des locaux ou des zones.

Les intrants (produits alimentaires et non alimentaires, matériaux d'emballage) sont reçus dans une zone située à l'écart de la zone de production.

Les locaux de stockage des matières premières sont séparés de la zone de production et de la zone d'entreposage des produits finis.

La zone où est préparée le mix est différenciée de la zone où est produite la crème glacée, afin d'éviter toute rupture de la chaîne du froid par pollution thermique de ces denrées.

Les installations sanitaires (les vestiaires et les toilettes) sont séparées des zones de production et d'entreposage des denrées alimentaires. Elles sont équipées d'une ventilation et d'un système de drainage adéquat. Les vestiaires séparés des toilettes sont équipés de douches pourvues d'eau chaude et d'eau froide et des armoires vestiaires mis à disposition du personnel.

- Hygiène des locaux

Les locaux sont identifiés, propres, secs et dégagés.

Le sol est lisse, imperméable à l'eau, antidérapant, résistant à l'usure, non crevassé, légèrement incliné afin de permettre l'écoulement naturel des eaux de lavage vers le réseau d'évacuation. Le revêtement de sol est facile à nettoyer et à désinfecter.

Les murs sont en bon état, peuvent être nettoyés et désinfectés facilement et résistent à l'usure. Ils présentent une surface lisse, clairs, imputrescibles jusqu'à 2 mètres de hauteur.

Les portes sont faciles à nettoyer et à désinfecter, étanches à la pénétration des différents types de nuisibles. Leur surface est lisse et hydrofuge.

Les fenêtres sont faciles à nettoyer, munies de moustiquaires, étanches à la pénétration des différents types de nuisibles.

Les plafonds sont en bon état, étanches, en matériaux durables, clairs, lisses, faciles à laver et à désinfecter.

L'éclairage est adéquat. Il est assez clair pour vérifier la qualité des aliments et détecter des détériorations.

Les dispositifs d'éclairage (ampoules) sont protégés par des caches en plastique de façon à empêcher la contamination des aliments en cas de bris.

La ventilation permet d'assurer l'extraction des vapeurs. Le courant d'air est véhiculé d'une zone propre vers une zone moins propre.

5.1.3. PRP contamination croisée

Dans le cadre d'une prévention de la contamination croisée, des dispositions ont été entreprises et comprennent :

- La séparation et l'identification des différents locaux de l'établissement (les locaux de production, les locaux de stockages, les vestiaires), des produits stockés et des outils de nettoyage des différents ateliers (balais/frottoir).
- La gestion des ustensiles (l'utilisation des matériaux et leur rangement)
- La marche en avant : (i) Les opérations de production permettent d'assurer une progression du produit vers l'avant (sans retour en arrière, du moins élaboré vers le plus élaboré) ; (ii) Les opérateurs sont sensibilisés pour qu'ils ne se déplacent pas et de se maintenir au poste auquel ils sont affectés et d'appliquer la marche en avant.
- Le non entrecroisement des produits et la séparation du secteur sain et du secteur souillé : (i) la rentrée des matières premières est séparée de la sortie des produits finis par rapport à l'espace ; (ii) les déchets produits à chaque étape de fabrication sont évacués directement à leur entreposage (local poubelle). Leur évacuation est séparée de la rentrée des matières premières et la sortie des produits finis par rapport au temps.
- Le maintien des équipements de préparation et de production fermés.
- L'entreposage des produits sur des palettes en plastique.

- La vérification de l'état des ustensiles après chaque usage.
- La fermeture des emballages des matières premières au cours du stockage.
- La séparation des produits allergènes des autres matières premières.
- Information du consommateur sur la probabilité de présence des allergènes dans les produits fabriqués.

5.1.4. PRP alimentation en eau

L'approvisionnement en eau potable est garanti par les réseaux de distribution publique. L'eau potable est utilisée pour la production des produits et le nettoyage des locaux, du matériel, etc. Le stockage de l'eau potable est effectué dans un réservoir de stockage (une bâche à eau) bien protégé et nettoyé.

Les conduites d'eau potable sont en bon état et sans raccordement avec les canalisations d'eaux usées

La qualité de l'eau est vérifiée par des *analyses* microbiologiques et chimiques de l'eau à intervalles réguliers.

5.1.5. PRP stockage et transport

Pendant le stockage et/ou le transport, les aliments peuvent être contaminés ou ne pas atteindre leur destination dans un état acceptable pour la consommation, c'est pourquoi des mesures d'hygiène ont été prises :

- Le maintien des lieux de stockage et des moyens de transport des matières premières et des produits finis, propre et en bon état pour empêcher toute contamination de ces produits.
- Le stockage des produits alimentaires à l'écart des produits non alimentaires.
- Entreposage des produits de manière claire et ordonné.
- Le maintien des espaces suffisants entre les matières lors du stockage.
- Le respect de la chaîne du froid.
- La mise en place des dispositifs de contrôle des températures des chambres froides et des moyens de transport des crèmes glacées pour garantir le respect de la chaîne du froid.
- Le maintien des moyens de transport des aliments (camions frigorifiques) en bon état de propreté et d'entretien

- La vérification des températures des chambres froides et de la fermeture des portes de ces locaux.
- Le respect de la méthode FIFO (First In First Out) pour la gestion de stocks.
- L'identification d'une zone pour la *mise en quarantaine des produits potentiellement dangereux* et d'isolement des *produits non conformes*.

5.1.6. PRP gestion des approvisionnements et manutention des produits

A l'expression d'un besoin formalisé par une demande de fourniture, le responsable des approvisionnements vérifie les spécifications des produits demandés et après consultation du stock existant, il formalise des demandes d'achat des produits par des fiches de « demande d'achat ».

L'évaluation et la sélection des fournisseurs sont basées sur des critères relatifs à la qualité, au coût, à la sécurité du produit acheté, au délai de livraison et à la localisation géographique du fournisseur. La contractualisation des relations avec les fournisseurs s'effectue par des bons de commande ou des contrats. La réception des marchandises est formalisée par des bons de réception.

- Mise en place des contrôles à réception

La réalisation des contrôles à la réception est matérialisée par l'utilisation de « fiches de contrôles à réception ». Ces fiches permettent de contrôler le certificat sanitaire accompagnant les produits reçus, la température du produit à réception, la date de péremption (DLC) ou la date limite d'utilisation optimale (DLUO), le numéro de lot des produits reçus, l'hygiène du véhicule de livraison, les « spécifications des matières premières », la température des produits à réception, la conformité de l'étiquetage.

5.1.7. PRP air comprimé

L'air comprimé intervient dans le procédé de fabrication des crèmes glacées. Il convient donc que la qualité de l'air comprimé soit prise en compte dans la maîtrise de la contamination des crèmes glacées. Des moyens ont été mis en œuvre pour maîtriser des dangers liés à l'air comprimé provenant de l'air ambiant et des polluants générés par les technologies de compression.

- Les poussières

Le compresseur d'air est installé loin d'une source de pollution afin d'éviter les pollutions atmosphériques. En effet, l'air comprimé étant produit à partir de l'air ambiant, il peut être chargé des pollutions atmosphériques.

L'air aspiré est épuré des poussières avant son entrée dans la chambre de compression, à l'aide d'un filtre d'aspiration. Ce filtre permet d'éliminer les polluants de grande taille (supérieur à 5 micromètre de diamètre) provenant de l'air ambiant.

L'élimination de l'eau se fait grâce à un sécheur frigorifique. En effet, à la suite de la compression et du refroidissement de l'air comprimé à 2°C dans un échangeur thermique, une condensation de l'eau autour des impuretés restantes se produit et l'air comprimé est ainsi saturé en humidité. Les condensats générés sont évacués via un séparateur d'eau, puis l'air est réchauffé dans un autre échangeur thermique.

- Les microorganismes

La compression de l'air a pour effet d'augmenter la température de cet air à une valeur dépassant les 70°C. Cette température élevée et le temps de son application ont pour effet d'éliminer les microorganismes présents dans l'air aspiré.

L'élimination de l'humidité à un taux faible limite les possibilités de développements des foyers de contamination microbologique au sein du réseau de distribution de l'air comprimé.

Un filtre stérilisant est placé au niveau des freezers pour le traitement de l'air comprimé avant son utilisation dans l'étape de foisonnement.

▪ Les polluants chimiques : huile

L'huile contenue dans l'air comprimé est éliminée par une succession de filtre. Une première filtration par un filtre de pré-déshuilage est effectuée afin d'éliminer les gouttelettes d'huile. Les performances du filtre de pré-déshuilage sont de 0.5ppm pour une température d'air de 21°C. L'huile restante est éliminée par un filtre déshuileur. Les performances du filtre déshuileur sont de 0.01 ppm pour une température d'air de 21°C.

5.1.8. PRP équipements et leur maintenance

▪ Conception hygiénique des équipements

Les équipements et les machines qui entrent en contact avec les produits alimentaire sont fabriqués avec des matériaux lisses, non toxiques, inoxydables, faciles à nettoyer et à désinfecter. Ils figurent dans le plan de nettoyage et de désinfection.

Les surfaces des équipements, des machines ainsi que leur raccordement qui entrent en contact avec les produits alimentaires sont constituées de matériaux conçus pour l'usage alimentaire. Elles sont lisses, faciles à nettoyer et à désinfecter, résistent aux produits de nettoyage utilisés (soude, acide, etc.) et ne possèdent pas de rugosités pouvant abriter des matières organiques.

Les équipements et les machines sont installés de manière à permettre le nettoyage de la zone environnante.

Les produits de nettoyage, de désinfection et e rinçage peuvent s'écouler facilement vers l'extérieur des machines et des équipements.

Les ustensiles de travail sont en bon état. Ils sont inaltérables et faciles à nettoyer et à désinfecter.

- Maintenance préventive et curative

L'entretien préventif de l'ensemble du matériel est planifié et réalisé en période d'arrêt.

Le plan de maintenance préventive établit, inclut tous les dispositifs utilisés dans la maîtrise des dangers (ex : les équipements frigorifiques)

Une demande d'intervention permettant de signaler au service de maintenance les avaries dès qu'elles apparaissent sur les installations, est mise à disposition du personnel.

Les actions de maintenance, préventive et corrective, réalisées sont enregistrées dans les « fiches d'interventions ».

Après chaque intervention curative, un nettoyage et une vérification de l'état de l'équipement ayant subis l'intervention sont effectués.

Les instruments de mesures utilisés dans l'établissement sont identifiés et étalonnés

5.1.9. PRP nettoyage et désinfection

Le nettoyage et la désinfection des locaux et du matériel constituent l'un des éléments de maîtrise de la qualité hygiénique des produits

Le nettoyage des sols, des murs, des équipements, etc. est effectué au moyen de détergent alcalin pour éliminer les souillures qui sont principalement organiques (sucres, graisses, protéines).

La désinfection des surfaces est obtenue par l'emploi de désinfectant (l'eau de javel ou hypochlorite de sodium) aboutissant à la destruction des micro-organismes.

Pour assurer l'efficacité des opérations de nettoyage et de désinfection, un « plan de nettoyage et désinfection » est établi et comporte : (i) la périodicité des opérations de nettoyage et de désinfection ; (ii) le procédé à appliquer et les produits (nettoyant/désinfectant) à utiliser; (iii) les personnes chargées de ces opérations.

Au niveau de l'organisme défini, le nettoyage et la désinfection des locaux, des équipements sont réalisés à la fin de chaque journée de travail par une équipe spécialisée qui dispose des moyens d'action et qui suit des protocoles préétablis.

D'une manière générale, les protocoles de nettoyage-désinfection sont composés de ces étapes : la préparation de la salle (évacuation des déchets, dégagement des supports), le nettoyage (application du détergent), le rinçage (utilisation un jet d'eau claire), la désinfection (application du désinfectant), le rinçage (utilisation un jet d'eau claire), le séchage.

L'efficacité des opérations de nettoyage et de désinfection est obtenue par le respect de ces éléments : la concentration du produit appliqué, l'action mécanique du frottement de la surface, la température et le temps de contact nécessaire à l'action du produit.

5.1.10. PRP élimination des déchets et des eaux usées

Les déchets sont des résidus d'un processus de préparation ou production, des produits ou plus généralement, des biens abandonnés.

La gestion des déchets repose sur les principes suivants :

- L'identification des conteneurs à déchets et des zones d'évacuation des déchets.
- La gestion des conteneurs à déchets: (i) les maintenir fermés et propres; (ii) les entreposer sur une aire propre et facilement nettoyable ; (iii) les remplir sans déborder.

- L'évacuation des déchets de la zone de production et leur acheminement vers les points de collecte.

Au niveau de l'organisme défini, les déchets proviennent de la préparation des aliments, du nettoyage des locaux et du matériel, etc. Les déchets solides produits à chaque étape de fabrication sont conditionnés dans des emballages (*sacs-poubelles*), résistants et étanches. *Ces sacs-poubelles* sont mis dans les conteneurs à déchets en plastique pourvus d'un couvercle, identifiés et situés en différents endroits de l'atelier de production. La sortie des déchets de la zone de production est réalisée en fin de journée. Les personnels d'entretien relèvent les poubelles contenant les déchets et les transfèrent dans un conteneur à déchets adapté situé dans la zone réservée à cet effet. Afin d'éliminer les déchets collectés, le conteneur à déchets est sorti le soir, puis rentré et nettoyé tôt le matin.

Les effluents liquides rejoignent le réseau (d'assainissement) public. Ils proviennent des soins d'hygiène du personnel (eau des lavabos, des douches, ...), de l'entretien des locaux et du matériel (détergent, désinfectant), etc.

Le système d'évacuation des eaux usées est pourvu de grilles et de siphons pour éviter l'obstruction de ses canalisations par l'accumulation de gros déchets et la pénétration, par cette voie, des rongeurs dans les locaux.

5.1.11. PRP lutte contre les nuisibles

Les nuisibles comme les rongeurs et les insectes propagent des maladies et contaminent les aliments. Pour éviter le risque d'infestation parasitaire, il convient de prendre des mesures préventives :

- Lutte contre l'installation des nuisibles :

Afin de prévenir l'installation des nuisibles dans l'entreprise, une gestion de l'environnement est instaurée et comprend :

- L'entretien des espaces extérieurs qui comprend : (i) l'élimination des marres d'eau stagnante ; (ii) l'élimination des papiers, films plastiques et autres débris au sol (constituant une source de matériaux pour la construction des nids de rongeurs) ;
- L'entretien des surfaces intérieures (étagères, dessus de meubles), des aires de production et de stockage pour ne pas laisser de ressources alimentaires à la disposition des insectes (et éventuellement des rongeurs);

- Le rangement et le nettoyage des ustensiles de préparation et des locaux techniques (armoires électriques, etc.) pour ne pas favoriser l'implantation des nuisibles ;
- L'inspection des matières premières et l'élimination des cartons avant le stockage.
- Le stockage isolé des équipements, machines, matériaux inutilisés.
- La mise en place de moustiquaires aux fenêtres ;
- Vérification de l'étanchéité et de la fermeture des portes (des locaux de stockage des emballages et des matières premières et les portes ouvrant sur la zone de préparation et de production) et des accès.
- Le colmatage des brèches au niveau des regards, caniveaux.
- La formation et la sensibilisation du personnel à fermer les portes des locaux de production, de stockage et des sanitaires.
- La protection et l'évacuation des déchets.

- Lutte active

L'opération de lutte contre les nuisibles est confiée à une entreprise extérieure spécialisée dans la lutte contre les nuisibles (dératisation, désinsectisation). Cette opération se déroule selon un planning. En effet, un plan de lutte contre les nuisibles est élaboré pour détecter la présence de nuisibles et de les éliminer. Ce plan comprend le contrat avec une entreprise spécialisée dans la lutte contre les nuisibles, un descriptif de toutes les mesures mises en œuvre (pièges, moustiquaires, etc.) avec localisation de ces pièges, la périodicité des opérations de dératisation et désinsectisation, les fiches techniques des produits utilisés et les rapports d'inspection.

Les opérations de lutte contre les nuisibles, appliqués au niveau de l'organisme défini porte sur:

- Pour les insectes volants : utilisation des pièges électriques lumineux destinés aux insectes volants dans les ateliers de productions et pulvérisation avec des produits en solution.
- Pour les insectes rampants : utilisation des produits chimiques sous forme de poudre à l'extérieur du bâtiment et application d'insecticides sur les murs.
- Pour les rongeurs : utilisation des produits dans *des boîtes d'appâtage*. Les appâts placés au niveau de l'organisme sont numérotés et leur emplacement est indiqué dans les locaux.

5.2. Mise en place du système HACCP

5.2.1. Étapes initiales permettant l'analyse des dangers

5.2.1.1. Équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires

Une équipe multidisciplinaire, composée de cinq personnes a été créée à la compagnie EURL MAZAFROID pour mettre en application les exigences du système HACCP. Les membres de cette équipe ont été formés sur les principes et les étapes du système HACCP et la norme ISO 22000 : 2005.

Un responsable d'équipe de la sécurité des denrées alimentaire est nommé par la direction de l'organisme. Il a pour responsabilité de :

i) Diriger l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires des produits et organiser son travail; ii) Garantir la formation des membres de l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires; iii) Garantir que le système de management de la sécurité des denrées alimentaires est établi, mis en œuvre, maintenu et mis à jour.

Le tableau 5.1 représente les membres de l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires et leurs responsabilités.

Tableau 5.1 : Équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires.

Membres	Responsabilités
Responsable de l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Diriger une équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires et organiser son travail; - Garantir la formation appropriée, initiale et continue, des membres de l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires; - Garantir que le système de management de la sécurité des denrées alimentaires est établi, mis en œuvre, maintenu et mis à jour; et - Rendre compte à la direction de l'organisme de l'efficacité et du caractère approprié du système de management de la sécurité des denrées alimentaires.
Hygiéniste	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier l'application des programmes prérequis (PRPs),
Responsable de production	<ul style="list-style-type: none"> - Programmer et coordonner les opérations de production.
Responsable de maintenance	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer le bon fonctionnement des équipements industriels. - Application du programme de maintenance préventive. - L'entretien curatif des équipements.
Responsable des approvisionnements	<ul style="list-style-type: none"> - Achats - Sélectionner et évaluer les fournisseurs
Responsable commerciale	<ul style="list-style-type: none"> - Communiquer avec les clients. - Superviser les activités de rappels des produits. - Analyser et traiter les réclamations des clients.

La présente étude couvre les crèmes glacées (Coppa Stella) emballés dans des pots de 120 ml et leur procédé de fabrication. L'étude commence de la réception des matières premières et se termine à la distribution des crèmes glacées aux clients via des camions frigorifiques de l'organisme.

5.2.1.2. Caractéristiques du produit et usage prévu

L'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires a précédé à une description complète des matières premières et des crèmes glacées, en identifiant leur composition, les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques, les traitements suivis, la durée de vie, les conditions de conservation et de distribution des produits. La description a concerné les produits finis, les matières premières, les ingrédients et les matériaux en contact avec le produit fini. L'usage prévu, les conditions de manipulation et les utilisations fautives raisonnablement prévisibles du produit fini ont été également pris en considération.

Le tableau 5.2 résume les caractéristiques et l'usage prévu de la crème glacée Coppa Stella fraise.

5.2.1.3. Diagrammes de flux et étapes de processus de fabrication

Le diagramme de flux préparé pour les crèmes glacées fourni des informations concernant l'éventualité d'introduction ou de multiplication de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires. Il contient la séquence et l'interaction de toutes les étapes du fonctionnement, le point d'introduction des matières premières et produits semi finis dans le flux de production, les points de sortie des produits finis et les points d'élimination des déchets.

Le diagramme de fabrication établi indique les étapes requises pour la production des crèmes glacées (depuis la réception des matières premières jusqu'à la distribution). Cet outil est utilisé à chaque réunion pour étudier les étapes de production des produits.

Les diagrammes de flux et des étapes de processus de fabrication des crèmes glacées ont été vérifiés par l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires par un contrôle sur site.

Les figures 5.1 et 5.2 illustrent les diagrammes de flux et des étapes de processus de fabrication des crèmes glacées, respectivement.

Tableau 5.2 : Description et usage prévue de la crème glacée Coppa Stella

Produit	Coppa Stella
Composition	L'eau, lait en poudre 0%, sucre, matière grasse, stabilisants, arôme fraise et colorants.
Origine
Conditionnement	Pot 120ml
Durée de vie	18 mois
Conditions de stockage et transport	-18°C.
Etiquetage	Nom du produit, composition, origine, date de production, date limite de consommation, destination, poids net, température de stockage
Traitements	Pasteurisation, congélation
Livraison	Camions frigorifiques
Caractéristiques physico-chimiques
Caractéristiques microbiologiques	[113]
Usage du produit	<p>Consommation directe</p> <p>Ce produit est destiné aux différents segments de la population, excepté les personnes sensibles : diabétique et ceux ayant une allergie alimentaire.</p> <p>Ce produit peut provoquer une allergie alimentaire par les œufs, la lécithine de soja, les noisettes et le gluten.</p>

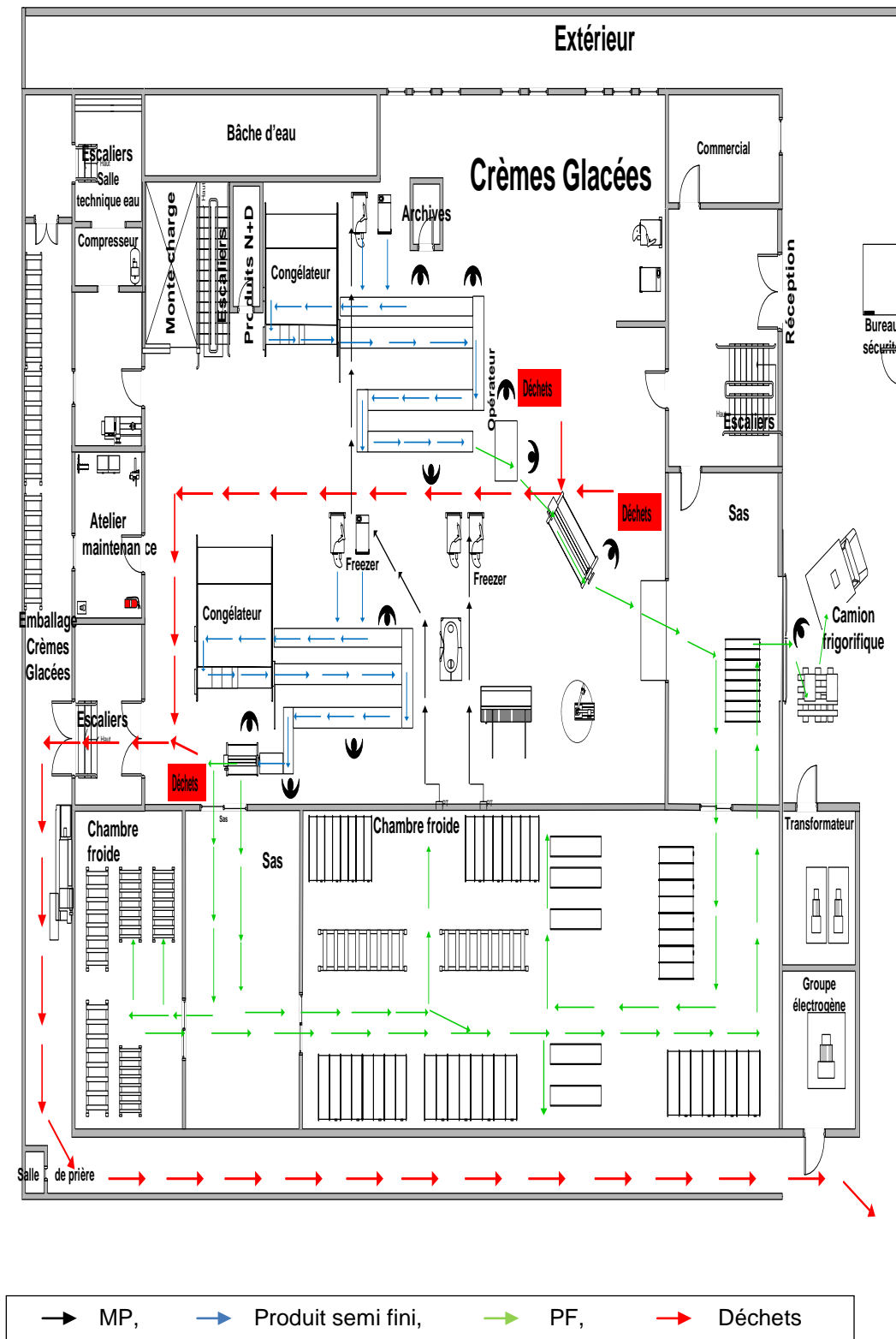


Figure 5.1 : Diagramme de flux des crèmes glacées.

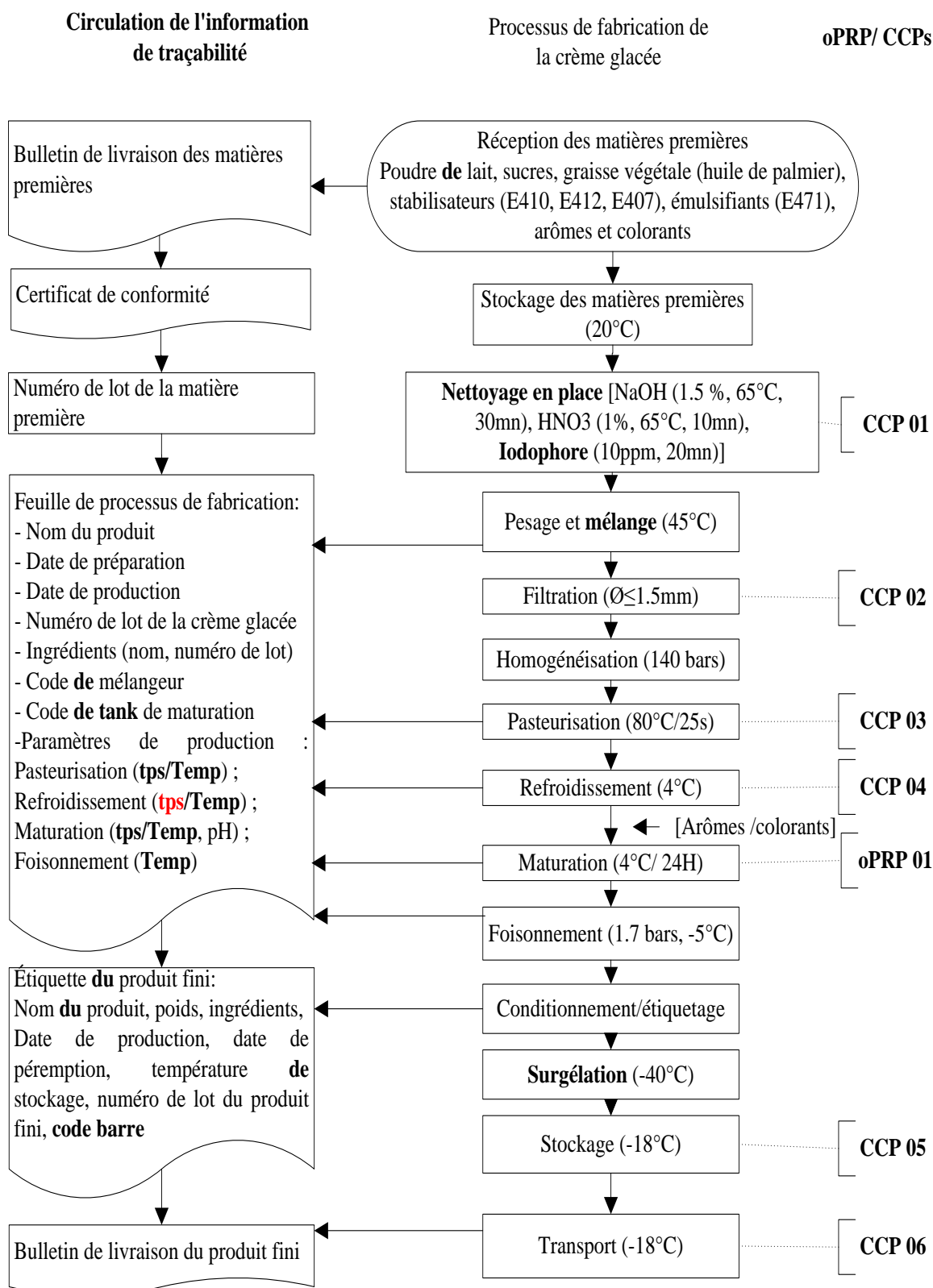


Figure 5.2 : Processus de fabrication des crèmes glacées et de circulation des informations de traçabilité.

5.2.2. Analyse des dangers

La maîtrise des procédés au niveau industriel sur la base d'une identification et une évaluation des dangers, qui est un principe du système HACCP, est une nécessité à la protection de la santé publique [22]. Pour réaliser cette étape, l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires a établi une procédure qui définit la méthodologie d'analyse des dangers. Cette procédure spécifie les éléments de l'évaluation des dangers identifiés, liés à la sécurité des denrées alimentaires, et de l'identification des CCPs et des oPRPs.

A l'étape de l'identification des dangers, une liste de dangers est dressée pour chaque ingrédient. Les conditions de présence des dangers, les possibilités d'introduction, de persistance et/ou de multiplication des dangers à un taux inacceptables dans l'aliment ont été recherchées

Les dangers identifiés ont été catégorisés en types physiques, chimiques, biologiques et allergènes [15].

Les dangers physiques caractérisés par la présence de corps étrangers, sont principalement liés aux matières premières (pierres, bris de verre, etc.) ou au personnel (poils, bijoux, etc.). Le procédé de fabrication constitue également une source de contamination par des corps étrangers (bris de lames, boulons, etc.). Les corps étranger sont capables de provoquer des lésions traumatiques (plaies de la bouche ou du tube digestif, ...) au moment de la consommation.

Les dangers chimiques ont été subdivisés en trois catégories, en fonction de l'origine des substances impliquées dans la contamination des denrées alimentaires:

- (i) les produits de nettoyage et désinfection ;
- (ii) les substances chimiques liées au procédé de fabrication (solvants, lubrifiants,...) ;
- (iii) les résidus toxiques présents dans les aliments et qui proviennent des matières premières (résidus de médicaments vétérinaires, métaux lourds).

▪ Les résidus de médicaments vétérinaires : Les principales catégories de substances médicamenteuses qui y sont utilisées sont les antibiotiques, les antiparasitaires et les hormones. Pour les antibiotiques, on peut observer une nocivité directe, notamment un risque d'antibiorésistance chez les personnels. En effet, il peut se produire une colonisation du tube digestif humain par des bactéries antibiorésistantes à certains antibiotiques

- Les métaux lourds : La contamination par les métaux lourds peut provoquer une intoxication intervenant sur le mode chronique. Chez l'homme, ces métaux lourds absorbés s'accumulent dans différents organes (les reins, le foie et même le cerveau) et provoquent des troubles divers.

La présence d'allergènes dans les denrées alimentaires, a également été prise en compte dans notre travail. L'allergène (lactose, ...) constitue un composant normal et pas une pollution accidentelle de l'aliment considéré. Quoique la présence d'allergènes ne modifie pas les caractéristiques organoleptiques d'un produit et ne sont pas à l'origine de la perte de la valeur économique des denrées alimentaires, ils doivent être pris en compte comme des pathologies cliniques [15].

La catégorie des dangers biologiques renferme les microorganismes pathogènes (*Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* etc.), les mycotoxines et les nuisibles (rongeurs, insectes).

Les dangers microbiologiques pour l'homme susceptibles d'être transmis par la consommation des crèmes glacées sont nombreux. Ces dangers sont répartis en deux catégories : les indicateurs d'hygiène des procédés (tel que les microorganismes aérobies mésophiles, les coliformes totaux) et les pathogènes dont les plus fréquemment incriminés dans des cas de toxi-infection alimentaire qui sont : les salmonelles, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*,...

- Les microorganismes aérobies mésophiles permettent de visualiser la contamination la contamination bactériologique totale. La contamination d'une denrée alimentaire par FAMT peut être due à une contamination de matière première, un défaut de nettoyage, de manipulation, ...
- Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermotolérants produisant de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C. Ils sont également capables de croître en aérobiose à 44°C.
- Les salmonelles provoquent des gastro-entérites aiguës. Ces bactéries peuvent être présentes dans les matières premières.
- Les *Staphylococcus aureus* permettent de mettre en évidence un défaut d'hygiène de manipulation. Elles produisent des entérotoxines staphylococciques qui sont responsables des différentes TIAC. Contrairement au germe lui-même ces entérotoxines sont fortement thermorésistantes et restent active après les traitements thermiques classiquement appliqués aux produits [15].

- *Listeria monocytogenes* est une bactérie psychotrope, ubiquiste qui survit facilement dans l'environnement. Elle possède une relative capacité de résistance au froid. Sa température optimale de croissance est +5°C.

Les mycotoxines sont des produits du métabolisme secondaire de moisissures pouvant se développer en cours de stockage. Ces toxines se retrouvent à l'état de contaminants naturels de nombreuses denrées d'origine végétale ainsi que d'aliments composés et manufacturés issus de ces filières. La présence d'aflatoxine M1 dans le lait a constitué une source de risque alimentaire. La toxicité des mycotoxines est variable, certaines exerçant un pouvoir hépatotoxique voire cancérogène (aflatoxines), d'autres se révélant néphrotoxiques (ochratoxine A) [15].

Les nuisibles (rongeurs, insectes), outre les dommages qu'ils font subir aux denrées alimentaires (dégradations, pertes en quantité, ...), sont vecteurs de germes pathogènes tels que les salmonelles et *Listeria monocytogenes* [15].

Les dangers identifiés et leurs niveaux acceptables sont présentés dans le tableau 5.3.

5.2.2.1. Sélection et classement des mesures de maîtrise

Une fois que les dangers identifiés sont évalués, des mesures de maîtrise ont été sélectionnées et classées.

Les dangers qui présentent peu ou pas de risque ont été maîtrisés par des programmes prérequis. Cependant, les dangers considérés comme significatif au regard de la sécurité sanitaires des crèmes glacées ont été maîtrisés par des mesures appartenant au oPRP ou au plan HACCP [117].

Le tableau d'analyse des dangers (Tableau 5.4.) répertorie tous les dangers identifiés à chaque étape de processus de production des crèmes glacées et les mesures préventives prises pour éviter l'apparition des dangers identifiés et les mesures de maîtrises adoptées.

Tableau 5.3 : Identification des dangers.

Dangers	Gravité	Limites		Références
		m	M	
<i>Dangers Biologiques</i>				
Germes aérobies à 30°C	1	5x10 ⁴ UFC/g	5x10 ⁵ UFC /g	[113]
Coliformes	1	10 ² UFC /g	10 ³ UFC /g	[113]
coliformes fécaux	2	1 UFC /g	10 UFC /g	[113]
<i>Salmonella</i>	3	Absent / 25g		[114]
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	10 UFC /g	100UFC /g	[113]
<i>Listeria monocytogenes</i>	4	Absence / 25g		[114]
Entérotoxines staphylococciques	4	Non détecté		/
Mycotoxines (AFM1)	4	...		/
Insectes et rongeurs	1	Non détecté		/
<i>Dangers chimiques</i>				
Additifs alimentaires	2	/		[115]
Résidus des détergents	2	Non détecté		/
Résidus de migration des constituants de l'emballage	2	Non détecté		/
Métaux lourds (As, Pb, Cd, Cu)	3	...		/
Huile de l'air du compresseur	3	Non détecté		/
Résidus de médicaments vétérinaires	2	/		/
<i>Dangers physiques</i>				
Corps étrangers (verre, plastique, bois, métal, etc.)	3	≤1,5 mm		[35]
<i>Dangers allergènes</i>				
Lait (Protéines laitières, lactose).	3	/		[116]

AFM1 = aflatoxine M1, As = Arsenic, Cu = mercure, Cd = Cadmium, Pb = plomb;

5.2.2.1.1. Les programmes prérequis (PRPs) et la maîtrise des sources de contamination.

Les programmes prérequis constituent la base de tout programme de sécurité sanitaire des aliments. Ils visent à limiter les dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires associés aux personnels et à l'environnement de production.

Le système HACCP, défini en tant que système de gestion scientifique (*scientific management system*), impose des exigences strictes non seulement des exigences financières mais également une gestion responsable des ressources humaine, financières, etc. [118].

Les opérateurs de production constituent, souvent par leurs interventions manuelles, une source de contamination microbiologique (tel que *Staphylococcus aureus*) ou physique (cheveux, ...) des aliments [15]. C'est pourquoi le personnel, en particulier le personnel chargé de la manutention des produits, doit être formé aux PRPs [118]. Mayes (1994) a montré que la formation du personnel des entreprises alimentaire aux bonnes pratiques d'hygiène est un élément essentiel pour la mise en œuvre du système HACCP. Le contenu de ces formations inclut un renseignement relatif aux mesures préventives et un objectif de faire comprendre au personnel non seulement ce qu'il doit faire, mais également pourquoi il doit le faire afin d'améliorer l'implication du personnel à l'application du système HACCP [119].

L'air et les matières premières entrant dans la composition du mix représentent une source de contamination des crèmes glacées. Il est important que ces matières premières répondent à des critères de qualité spécifiés dans des cahiers des charges, soient fournis par des fournisseurs certifiés et stockées dans conditions adéquates à leur conservation [120]. Selon Tacker et al. (2002), il est nécessaire que les matériaux d'emballage soient obtenus des fournisseurs certifiés et soient stockés séparément des ingrédients [121].

L'eau utilisée pour la préparation des crémés glacées doit être potable et bien-filtrée afin d'enlever les substances et les micro-organismes nocifs et être compatible aux critères de la réglementation en vigueur [118].

La contamination croisée des crèmes glacées après leur pasteurisation doit être évitée pour assurer la sécurité des crèmes glacées. Les principales sources de contamination sont : l'air, l'eau, les équipements, le personnel, les ustensiles et les emballages. Les germes les plus fréquemment rencontrés dans la contamination des

crèmes glacées après la pasteurisation sont : les coliformes, les staphylocoques et les salmonelles [118].

Les locaux et les matériaux (machines, sols, murs, ...) utilisés dans la production peuvent constituer des sources de contamination biologique. Afin de minimiser les risques de contamination des crèmes glacées, un programme de nettoyage est appliqué [118]. Salvat et *al.* (1998) ont signalé l'importance des procédures de nettoyage et de désinfection dans la prévention des contaminations par *Listeria monocytogenes* (des bactéries qui ont la capacité de coloniser les locaux froids et humides, tels que les chambres froides). [122].

5.2.2.1.2. Les programmes prérequis opérationnels (oPRPs) et les points critiques pour leur maîtrise (CCPs)

5.2.2.1.2.1. Nettoyage en place (NEP)

Le premier CCP suggéré dans cette étude est le nettoyage en place (NEP), une mesure permettant de maîtriser la persistance des dangers microbiologiques. En industrie laitière, un programme efficace de nettoyage et désinfection fait partie des mesures prises en vue d'une élimination des micro-organismes. Les systèmes NEP fournissent des nettoyages automatisés et uniformes et permettent la traçabilité des opérations de nettoyage. Le processus de NEP consiste en une série de traitements comprenant le nettoyage, la désinfection et le rinçage des surfaces. L'efficacité des régimes NEP dépend essentiellement du temps d'action, de la température et la concentration des produits de nettoyage et de désinfection appliqués [123] [124] [125] [126] [127]. Cependant, des études ont prouvé l'existence des biofilms même après un NEP dans différents segments des lignes de pasteurisation. Les biofilms sont des agrégations de cellules bactériennes attachées à des surfaces. Leur prévalence en industries laitières est un sujet préoccupant puisque qu'ils peuvent causer des intoxications alimentaires et la détérioration des aliments. Ces biofilms, composé de protéines et des minéraux, peuvent être difficiles à enlever [124] [128]. Un ordre typique de nettoyage impliquant un pré-rinçage avec de l'eau, une circulation d'une solution de nettoyage (NaOH : 1.5% à 65°C/30min), un second rinçage, une circulation d'une solution acide (HNO₃ : 1% à 65°C/10min), un autre rinçage, et enfin une circulation d'un agent désinfectant des surfaces, est efficace à l'élimination des impuretés. Le temps d'action, la température et la concentration de l'agent de nettoyage influencent l'efficacité du NEP [123] [124] [126] [129].

Les résidus des produits chimiques du processus du NEP, qui représentent un risque potentiel pour la santé publique, sont surveillés par la mesure du pH de l'eau de rinçage final à chaque nettoyage.

5.2.2.1.2.2. Filtration

Les dangers physiques surviennent par simple contamination et se caractérisent par l'absence des phénomènes de multiplication et de survie. De ce fait, la plupart de ces dangers sont maîtrisés par des programmes prérequis (PRPs), et sont généralement considérés comme ne pouvant pas faire l'objet de l'instauration de CCP, bien qu'il y ait des exceptions [15]. Dans notre cas, la filtration, a été défini comme CCP 02, en vue d'une maîtrise des dangers physiques (verre, plastique, bois, métal, etc.). Un filtre avec un diamètre des mailles $\leq 1.5\text{mm}$ est efficace au contrôle des particules étrangères. Les limites critiques fixées sont 1.5-2.0mm pour les corps étrangers ferreux et de 2.5 mm pour les non ferreux [35].

5.2.2.1.2.3. Pasteurisation et refroidissement

Le processus de pasteurisation a été identifié comme CCP 03. Des germes pathogènes peuvent survivre à une pasteurisation inappropriée des aliments et causer des problèmes de santé aux consommateurs. L'effet des traitements thermiques sur l'inactivation des bactéries et des spores a été décrit dans plusieurs publications [130] [131] [132]. Selon Bonne (2013), une défaillance dans l'application des paramètres de pasteurisation (Traitement de décontamination) peut être à l'origine de la survie d'une partie de la population bactérienne présente dans un produit alimentaire. Cela se traduit pour les produits pasteurisés par un dépassement de la flore résiduelle normalement tolérée après un traitement thermique et en conséquence la persistance d'une flore résiduelle [15]. *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* et les salmonelles figurent parmi les germes pathogènes qui peuvent contaminer les crèmes glacées. Ces microorganismes n'existent que sous forme végétative ainsi ils peuvent être réduits à des niveaux acceptables par un traitement thermique à 80°C pendant 25s [133].

Afin d'éviter la croissance des bactéries thermotolérantes potentiellement présentes dans les aliments, il est essentiel qu'un traitement thermique soit suivi par un refroidissement. Ramener la température des mix pasteurisés de 80 à 4°C doit

être effectué en moins d'une heure. Le refroidissement du mix pasteurisé est classé comme CCP 04. Les éventuelles contaminations croisées des produits après la pasteurisation peuvent être maîtrisées par l'application du plan de nettoyage et désinfection [134].

5.2.2.1.2.4. Maturation

La maturation, étape définie comme oPRP 01 pour une maîtrise de la croissance des dangers microbiologiques, est menée dans des conditions bien définies de temps et de température (4°C/24h). La multiplication des germes pathogènes peut avoir lieu à des températures ambiantes (20-38°C), cela peut présenter un risque pour la santé publique. Elle peut conduire à des intoxications alimentaires dont la gravité sera fonction de la charge microbienne mais aussi du type de germe pathogène impliqué et éventuellement de la violence de sa toxine s'il en produit [15] [135]. En crème glacées, une prolifération des micro-organismes psychotropes est probable dans des mix maintenus à des températures de 2-4°C pendant une période prolongée. Afin d'éviter cette prolifération en phase de maturation, une surveillance du temps et température de la maturation est assurée [133] [136].

5.2.2.1.2.5. Stockage et transport

Le stockage des crèmes glacées au congélateur et leur transport dans des camions frigorifiques ($T^{\circ} \leq -18^{\circ}\text{C}$) sont classés comme CCP 05 et 06, respectivement. Ces mesures ont été choisies pour entretenir la qualité physico-chimique et microbiologique des crèmes glacées et inhiber la croissance des germes pathogènes (tel *Listeria monocytogenes*). Il a été rapporté que *S. enteritidis* et *S. typhimurium* peuvent survivre en crème glacée pendant 7 ans à -23°C [137]. Selon Hubáčková & Ryšánek, (2007), *S. aureus* peut également survivre à la congélation dans le lait surgelé. C'est pourquoi, il est recommandé d'assurer le stockage et la distribution des crèmes glacées à une température de -25°C [138].

5.2.3. Etablissement des programmes prérequis opérationnels (oPRP) et des plans HACCP

Les programmes prérequis opérationnels (oPRP) et les plans HACCP établis incluent les dangers à maîtriser, les mesures de maîtrises, les limites critiques (cas

des CCPs), les procédures de surveillance, les corrections et les actions correctives à entreprendre en cas de dépassement des limites critiques ou si la surveillance montre que les PRP opérationnels ne sont pas maîtrisés, les responsabilités et les enregistrements de la surveillance.

Les tableaux 5.5, 5.6, 5.7 et 5.8 illustrent le programme prérequis opérationnel (oPRP 01) et les plans HACCP (01, 02, 03, 04, 05,06) établis.

5.2.4. Etablissement d'un plan de vérification

Les activités de vérification du fonctionnement du système HACCP, tel qu'il est envisagé, sont fondées sur le contrôle des échantillons de produits finis et l'eau de process. L'organisme défini a fait appel à des analyses microbiologiques, chimiques et des tests visuels en vue d'une vérification des niveaux de dangers microbiologiques, chimiques et physiques.

Le plan de vérification des programmes prérequis, du programme prérequis opérationnel et des plans HACCP est présenté dans le tableau 5.9.

5.2.5. Etablissement des documents et des enregistrements

La documentation du système de management de la sécurité des denrées alimentaires comprends les procédures documentées, les enregistrements exigés par la norme ISO 22000 (2005) et les documents nécessaires à l'organisme pour assurer l'efficacité de la mise en œuvre du système établi [139].

5.3. Système de traçabilité

5.3.1. Installation d'un système de traçabilité

Avant sa certification par l'ISO 22000 (2005), la compagnie EURL MAZAFROID a adopté un système de traçabilité tout en ayant conscience des avantages d'introduction de ce système et sa compatibilité avec l'HACCP. Un simple système de traçabilité a été mis en place après une application de ses piliers.

La première étape était l'identification des caractéristiques du produit. Un check-list « réception des matières premières » est établi afin de documenter les informations concernant les matières premières (reçues), incluant la dénomination des fournisseurs, des matières premières, etc. Ces informations sont fournies par les fournisseurs au moyen des bulletins de livraison et les certificats de conformité des

matières premières. Le cheminement du produit, la détermination des données à tracer et les outils à employer sont les autres étapes fondamentales tenues compte en concevant ce système [140].

La traçabilité de chaque lot est assurée grâce à l'acquisition des données pendant le cycle de vie du produit. A l'étape du stockage des matières premières, les matières premières n'exigent pas un enregistrement de leurs informations puisque ces matières peuvent être identifiées par leurs étiquettes. L'étape du mélange des ingrédients, après leur pesage, est considérée comme un point de capture des informations, une étape de processus à laquelle l'enregistrement des informations est essentiel pour l'identification des produits [141]. A cette étape, le système de traçabilité permet d'établir un lien entre les lots des matières premières et ceux des produits finis. L'information de traçabilité est manuellement notée sur un tableau de suivi de processus de production. Ce dernier est préparé afin d'enregistrer à chaque production : les produits finis, leur numéro de lot, la date de préparation, la date de production, les lots des matières premières, et les paramètres du processus de fabrication (Temps et températures de pasteurisation et de maturation et le niveau de pH). Ce tableau suit la production d'un lot de crème glacée à toutes les étapes de sa fabrication, qu'une simple lecture de ce document fournit l'historique du produit.

À la fin de la surgélation, la crème glacée est conditionnée dans des emballages identifiés par un code barre et un numéro de lot. Le numéro de lot est défini par un code commercial, composé de lettres et de chiffres arabes, le code du mélangeur, le code des tanks de maturation et la date de préparation du produit.

A la livraison, dernière étape du processus de production, il est obligatoire de lier le numéro de lot et la quantité du produit fini livrée aux clients directs [142]. Un bulletin de livraison détaillant la dénomination des clients, du produit fini, le numéro de lot et la date de l'expédition du produit est remplie.

La traçabilité dans la chaîne de distribution est assurée par des antennes GPS. Un tel système permet de tracer le produit même des conditions de travaux irrégulières, le cas par exemple des retards provoqués par des conditions atmosphériques.

Le tableau 5.10 présente les méthodes employées au niveau de l'entreprise MAZAFROID afin d'enregistrer les informations nécessaire à la traçabilité des crèmes glacées.

5.3.2. Gestion et intégration des documents de traçabilité

La traçabilité semble être un concept relativement simple; cependant, le processus de création d'un lien informationnel entre l'origine des produits et leur traitement peut être compliqué [143]. La mise en place d'un système de traçabilité nécessite d'impliquer toutes les étapes de production et de distribution des produits. Le principal défi rencontré dans l'installation de ce type de système porte les l'identification des points de capture des informations.

Au niveau de l'organisme EURL MAZAFROID, la traçabilité est assurée par des supports papier. Les documents de traçabilité établis remplissent la fonction de mémorisation des données correspondantes aux opérations réalisées. On peut prendre l'exemple du « tableau de suivi de processus de production ». Ce document d'usage interne est conçu pour garder une trace des données des opérations réalisées dans l'atelier de production des crèmes glacées. Les informations sont saisies directement sur ce document. Ce document présente une articulation avec les documents de traçabilité amont et aval tel que les « Fiche de réception des matières premières » et les « Bulletin de livraison » [144].

Les documents de traçabilité ont été conçus en intégration avec les documents du système HACCP. En prenant l'exemple du « Tableau de suivi de processus de production ». Le préparateur note (à chaque production) dans le « Tableau de suivi de processus de production » les informations permettant d'assurer la traçabilité des crèmes glacées (Dénomination du produit, numéro de lot, quantité produite, date de préparation, dénomination et numéro de lot des matières premières) et les paramètres du processus de production du produit qui sont des données relatives à la sécurité sanitaire des crèmes glacées (temps et température de pasteurisation, etc.). Cette intégration a permis d'alléger le système documentaire, de faciliter la communication interne, d'améliorer l'organisation de l'entreprise et de simplifier les systèmes de management [145].

La gestion des documents de traçabilité se limite à leur classement et leur archivage. L'archivage, réalisé en interne (au niveau de l'organisme), est organisé grâce à l'établissement d'une liste des enregistrements référencée qui précise le responsable, le lieu et la durée de conservation en période d'utilisation, ainsi que le lieu et la durée d'archivage avant élimination [144].

5.3.3. Résultats du test de traçabilité

Le test de traçabilité appliqué est un exercice de recueil documentaire pour tracer l'historique d'un lot de crème glacée choisi. Afin de réussir ce test, une identification du produit choisi est faite par une lecture du numéro de lot et la date de production du produit. Toutes les informations du produit sont reliées à son numéro de lot. Ce dernier nous a permis de repérer et d'identifier « le Tableau de suivi de processus de production ». Ce tableau rapporte les matières premières utilisées et leur numéro de lot. Ainsi un lien est établi entre les informations des matières premières et le numéro de lot du produit fini. Les numéros de lot de la crème glacée a été pris en compte dans l'identification des bulletins de livraison et les clients directs de ce produit [142].

Les résultats du test de traçabilité ont montré que le système appliqué a permis de consigner l'historique et l'origine du produit choisi. Les échantillons des crèmes glacées choisis pour le test de traçabilité ont pu être tracés par la compagnie. Ce test a prouvé que ce système de traçabilité permet la gestion des données et peut intervenir dans la maîtrise de la qualité et la sécurité des produits fabriqués. Avec le système HACCP, qui a effectivement soutenu le développement et l'exécution du système de traçabilité, l'équipe chargée de la sécurité des aliments a pu obtenir les informations décrivant le flux de processus de production.

5.4. Effet de l'implantation du système HACCP sur le taux des FMAT et les coliformes totaux dans les crèmes glacées.

Les résultats des analyses de l'énumération des germes aérobies mésophiles et des coliformes totaux des échantillons de crèmes glacées, avant et après application du système HACCP, sont présentés dans les figures 5.3 et 5.4. Les barres présentent les valeurs moyennes des données obtenues et les barres d'erreur montrent l'erreur type de la moyenne.

En tenant compte des résultats obtenus, une diminution significative ($p < 0,05$) des germes aérobies mésophiles dans les crèmes glacées à la fraise et à la vanille, de 4.18 ± 3.03 à 3.80 ± 2.71 et de 4.13 ± 2.90 à 4.01 ± 2.82 log UFC/g, est observée en comparant les résultats obtenus avant et après la mise en œuvre du système HACCP, respectivement.

Les résultats des analyses portés sur les crèmes glacées au chocolat n'ont pas montré de diminution significative des germes aérobies mésophiles (valeur p : 0,084) avant et après la mise en œuvre du système HACCP. Une diminution significative ($p < 0,05$) des coliformes est constatée dans les échantillons des crèmes glacées à la fraise et au chocolat de $2,54 \pm 1,62$ à $2,02 \pm 1,15$ et $2,39 \pm 1,76$ à $2,11 \pm 1,42$ log UFC/g, avant et après l'application du système HACCP, respectivement.

Les germes aérobies mésophiles totaux (FMAT) et les coliformes sont des dangers microbiologiques dont différents facteurs peuvent mener à leur prolifération dans les crèmes glacées. Selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°35, ces dangers ne devraient pas dépasser 5×10^5 UFC/g et 10^3 UFC/g, pour les germes aérobies mésophiles et les coliformes totaux, respectivement [113].

Les valeurs moyennes de contamination que nous avons trouvées nous permettent de dire que les crèmes glacées échantillonnées avant l'adoption du système HACCP présentent un faible degré de contamination en germes aérobies mésophiles et en coliformes totaux (Figure 5.3, Figure 5.4).

Après la mise en œuvre du système HACCP, des niveaux le plus bas de contamination ont été enregistrés pour la flore aérobie mésophile et les coliformes totaux dans les crèmes glacées particulièrement dans les crèmes glacées à la fraise. L'analyse statistique a montré que l'introduction du présent système a entraîné une réduction des germes aérobies mésophiles de 0.38, 0.12 et 0.08 log UFC/g dans les échantillons de crèmes glacées à la fraise, à la vanille et au chocolat, respectivement. Quant aux coliformes totaux, la réduction est de 0.52 et 0.28 log UFC/g dans les échantillons de crèmes glacées à la fraise et au chocolat, respectivement (Figure 5.3, Figure 5.4). Cette baisse du niveau moyen de contamination est probablement liée aux mesures de maîtrises appliquées dans le processus de production des crèmes glacées. Ce faible niveau de réduction des micro-organismes dans les échantillons de crèmes glacées peut être expliqué par l'impact qu'a eu l'adoption de la norme ISO 9001 (2008) avant la mise en place du système HACCP sur le respect des exigences légales et réglementaires, entre autre, le respect du temps et de la température de pasteurisation du mix ainsi que la température de stockage et de transport des crèmes glacés et l'application des bonnes pratiques d'hygiène. D'autre part, l'utilisation du procédé NEP a limité l'implication du personnel dans le nettoyage et ainsi la probabilité d'une contamination due au nettoyage potentiellement inadéquat des équipements utilisés.

Dans la littérature, l'application du système HACCP dans les entreprises laitières a permis une amélioration de la qualité microbiologique des produits laitiers [146] [147] [148]. Kassem et *al.* (2002) ont rapporté une diminution des germes aérobies mésophiles dans les crèmes glacées échantillonnées après la mise en place du système HACCP de 6.1 ± 6.0 log UFC/ml à 3.3 ± 3.0 log CFU/ml [148]. L'étude menée par Kokkinakis et *al.* (2008) a montré que l'introduction du système HACCP a entraîné une réduction des coliformes totaux et des germes aérobies mésophiles dans les crèmes glacées de 20-35%. Leurs résultats ont indiqué une diminution moyenne des germes aérobie mésophiles de 4.58 à 3.62, de 4.61 à 3.49 et de 5.08 à 3.81 log UFC/g dans les échantillons de crèmes glacées à la vanille, à la fraise et au chocolat, respectivement. Pour ce qui est des coliformes, la réduction moyenne est de 2.20 à 1.57, de 2.29 à 1.65 et de 2.67 à 1.76 log UFC/g dans les échantillons de crèmes glacées à la vanille, à la fraise et au chocolat, respectivement [149]. Am et *al.* (2013) ont rapporté une réduction des germes aérobies mésophiles et des coliformes de 7.87 à 3.37 log UFC/g et de 1.68 à <1 log UFC/g dans les crèmes glacées échantillonnées après le développement du système HACCP [150]. Nada et *al.* (2012) ont rapporté une baisse des germes aérobies mésophiles dans les échantillons de lait pasteurisé, prélevés après l'exécution du système HACCP, de 3.32 ± 0.48 à 3.11 ± 0.30 UFC/ml [151].

Tableau 5.4 : Analyse des dangers des crèmes glacées.

Etapes du processus	Dangers	Type	Causes (5 M)	P	G	Px G	Arbre de décision					Mesures preventives	Enreg.
							Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5		
Réception des matières premières	Physiques: Corps étrangers (verre, plastique, bois, métal, etc.)	C	Matières premières	5	1	5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Inspection visuel	PRP
	Chimiques: Résidus de médicaments vétérinaires, métaux lourds	C	Matières premières	1	2	2	Non					-Certificat de conformité des matières premières à la réception. -Analyse périodiques du lait (antibiotiques). -Evaluation des fournisseurs.	PRP
	Biologiques: microorganismes pathogènes (<i>salmonelles</i> , <i>E. coli</i> , etc.)	C	Matières premières	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	-Bulletins d'analyses des matières premières à la réception. -Analyse périodique des matières première. -Evaluation des fournisseurs.	PRP

Stockage	Chimiques: résidus des détergents	C	Méthode	1	1	1	Non					Stockage du détergent en surface séparé des aliments	PRP
	Biologique: microorganismes pathogènes	C/ M	Milieu / Méthode	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Stockage dans des conditions convenables. Application du système FIFO.	PRP
	Biologique: insectes et rongeurs	C	Méthode	1	1	1	Non					Application adéquate du traitement contre les rongeurs et à intervalles réguliers.	PRP
Nettoyage en place (NEP)	Chimique: résidus de détergent	P	Méthode	1	1	1	Non					Contrôle du pH de l'eau rinçage final à chaque nettoyage.	PRP
	Biologique: microorganismes pathogènes	P	Méthode	1	5	5	Oui	Oui	Oui			Surveillance de la concentration, la température et le temps d'action de la soude caustique (1.5%NaOH a 65°C/ 30mn), de l'acide (1%HNO ₃ a 65°C/10mn) et un agent désinfectant (10ppm de iodophore/20mn).	CCP 01
Pesage et mélange	Physique: Corps étrangers	C	Main d'œuvre	5	1	5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Control de l'hygiène du personnel.	PRP

	Chimique: Additifs alimentaires	C	Méthode / Matériel	1	1	1	Non					-Désignation d'une formule, sous des conditions de norme, pour l'application des additifs alimentaires. -Etalonnage des équipements de mesure.	PRP
	Biologique: microorganismes pathogènes	C	Main d'œuvre / Matériel	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Contrôle de l'hygiène du personnel. Formation du personnel sur les BPH. Respect du programme de nettoyage et désinfection.	PRP
Filtration	Physique: Corps étrangers	P	Matériel (filtre)	5	1	5	Oui	Oui	Oui			Filtration avec a un filtre avec des pores ayant un diamètre ≤1.5 mm	CCP 02
Homogénéi- sation	Biologique: microorganismes pathogènes	C	Matériel	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Respect du programme de nettoyage	PRP

Pasteurisation	Biologique: microorganismes pathogènes	P	Méthode	1	5	5	Oui	Oui	Oui			Surveillance du temps et température de pasteurisation (80°C/ 25s)	CCP 03
Refroidisse- ment	Biologique: microorganismes pathogènes	M	Méthode	1	5	5	Oui	Oui	Oui			Surveillance du temps et température de refroidissement post-pasteurisation (4°C en 1h)	CCP 04
Addition des arômes et des colorants	Physique: Corps étrangers (poils...)	C	Main d'œuvre	1	1	1	Non					Control de l'hygiène du personnel	PRP
	Biologique: microorganismes pathogènes	C	Matières premières / Main d'œuvre/ Matériel	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Non	-Contrôle de la date limite de consommation avant utilisation. -Contrôle de l'hygiène du personnel. -Respect du programme de nettoyage et désinfection.	PRP
Maturation	Biologique: microorganismes pathogènes	M	Méthode	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Surveillance du temps et température de la maturation (4°C / 24h)	oPRP 01

Foisonnement	Chimique: huile de compresseur d'air	C	Matériel	1	1	1	Non					Etalonnage de la centrifugeuse. Changement périodique du filtre <i>déshuileur</i> du compresseur d'air	PRP
	Biologique: microorganismes pathogènes	C	Matière première (air)	2	1	2	Non					Filtration de l'air incorporé	PRP
Emballage/ Etiquetage	Chimique: substances des matériaux d'emballage	C	Matériel	1	1	1	Non					Vérifier les spécifications des matériaux d'emballage.	PRP
	Biologique: microorganismes pathogènes	C	Matériel/ main d'œuvre	1	5	5	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Contrôle de l'hygiène du personnel. Vérifier les spécifications des matériaux d'emballage. Contrôle des locaux de stockage.	PRP

	Allergènes: protéines du lait, lactose	C	Méthode	1	2	2	Non					Mentionner la présence d'allergènes sur les étiquettes.	PRP
												Formation du personnel.	
Surgélation	Biologique: microorganismes pathogènes	C	Matériel	1	5	5	Oui	Oui	Non	Non		Respect du programme de nettoyage et désinfection.	PRP
Stockage des crèmes glacées	Biologique: microorganismes pathogènes	M	Méthode : Processus	1	5	5	Oui	Oui	Oui			Surveillance de la température du réfrigérateur ($\leq -18^{\circ}\text{C}$)	CCP 05
Transport	Biologique: microorganismes	M	Méthode : Processus	1	5	5	Oui	Oui	Oui			Surveillance de la température des camions de transport de la crème glacée ($\leq -18^{\circ}\text{C}$)	CCP 06

Les questions peuvent être trouvées dans la figure 4.1

5 M : Matériel, matière première, milieu (environnement), main d'œuvre, méthode.

Type : C (Contamination), P (Persistance), M (Multiplication)

P : Probabilité

G : Gravité

Q : Question,

Enreg : Enregistrement

Tableau 5.5 : Programme prérequis opérationnel (oPRP), étape de la maturation.

Dangers	Mesures de maîtrise	de Procédures de surveillance (qui, quoi, quand, comment)	Corrections / Personnel responsable	Enreg.
Multiplication des : <i>E. coli</i> , <i>Salmonella sp</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ,	Maturation à 4°C/ 24h	Operateur Surveillance du temps et température de maturation/ chaque 4h Visuel	Recyclage du mix/ Operateur	Plan oPRP 01

Tableau 5.6 : Plan HACCP 01

Mesures de maîtrise	Limites critiques	Procédures de surveillance (Qui, quoi, quand, comment)	Corrections et action corrective/ Personnel responsable	Enreg.
Etape du processus: nettoyage en place (NEP) Dangers: Persistance de <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella sp</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>				
Un ordre typique de nettoyage implique : pré-rinçage avec de l'eau (5-10mn), circulation d'une solution de nettoyage chaude (1.5% NaOH a 65°C/ 30min), rinçage (5-10mn), circulation de l'acide (1% HNO ₃ a 65°C/ 10min), rinçage (5- 10mn), circulation d'un agent de stérilisation de surface (10 ppm de iodophore/ 20min) et enfin un rinçage final (5-10mn).	NaOH [1.5%,65°C, 30min] HNO ₃ [1%, 65°C, 10min] Iodophore [10ppm, 20min]	-Operateur -Surveillance du temps et température d'exposition, la concentration du détergent et pH de l'eau de rinçage final/ une fois par jour. -Inspection visuel (thermomètre, pH mètre)	-Refaire le NEP si le temps, la température et /ou la concentration de l'agent de nettoyage sont différents des valeurs recommandés/ Opérateur. -Refaire le rinçage si le pH de l'eau de rinçage final dépasse l'intervalle [7-8]/ Opérateur. -Etalonnage des instruments de mesures / responsable de maintenance	Plan HACCP 01

Tableau 5.7 : Plans HACCP 02, 03 et 04.

Mesures de maîtrise	Limites critiques	Procédures de surveillance (Qui, quoi, quand, comment)	Corrections et action corrective/ Personnel responsable	Enregistrement
Etape du processus : filtration Danger : Persistance du verre, bois, pierres, métal, lames, plastiques, objets personnels, etc.				
Filtration du mix avant foisonnement par un filtre dont le diamètre des mailles ≤ 1.5mm	diamètre des mailles ≤ 1.5mm	-Préparateur des crèmes glacées -Surveillance de l'état du filtre au début et à la fin du process -Inspection visuel	-Recyclage du produit/ Préparateur des crèmes glacées -Changement du filtre/ Responsable maintenance	Plan HACCP 02
Etape du processus : Pasteurisation Danger : Persistance des Entérobactéries, <i>Salmonella sp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>				
Traitement thermique (80°C/25s)	80°C /25s	- Préparateur des crèmes glacées - Température et temps de pasteurisation - Visuel sur afficheur	- Re-pasteurisation du produit/ Préparateur du mix - Détermination des causes de dépassement des limites critiques. - Réalisation une maintenance curative/ Responsable de la maintenance	Plan HACCP 03
Etape du processus : Refroidissement du mix pasteurisé Danger : Multiplication des microorganismes (<i>Entérobactéries</i> , <i>Salmonella sp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>)				
Refroidissement du mix pasteurisé (4°C/ 1h temps mis pour refroidissement)	4°C en 1h	- Préparateur des crèmes glacées - Température de refroidissement et temps mis pour le refroidissement du mix. - Visuel sur afficheur	- Re-pasteurisation du produit/ Préparateur du mix - Détermination des causes de dépassement des limites critiques. - Réalisation une maintenance curative/ Responsable de la maintenance.	Plan HACCP 04

Tableau 5.8 : Plans HACCP 05 et 06.

Mesures de maîtrise	Limites critiques	Procédures de surveillance (Qui, quoi, quand, comment)	Corrections et action corrective/ Personnel responsable	Enregistrement
Etape du processus: Stockage des crèmes glacées Dangers: Multiplication de <i>Listeria monocytogenes</i>				
Stockage des crèmes glacées dans les chambres froides ($T^{\circ} \leq -18^{\circ}\text{C}$)	($T^{\circ} > -10^{\circ}\text{C}$ / 24h)	-Agents de production - Surveillance de la température des chambres froides chaque 4 h - Visuel sur afficheur	- Isolement, évaluation de la qualité du produit/ Equipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires -Re-pasteurisation du produit/ Préparateur des crèmes glacées - Détermination des causes de chutes de température et réaliser une maintenance curative/Responsable de la maintenance.	Plan HACCP 05
Etape du processus: Livraison des crèmes glacées par des camions frigorifiques Dangers: Multiplication de <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> sp, <i>Staphylococcus aureus</i>				
Transport des crèmes glacées dans des camions frigorifiques ($T^{\circ} \leq -18^{\circ}\text{C}$)	($T^{\circ} > 1^{\circ}\text{C}$)	-Chauffeur du camion frigorifique ; -Surveillance de la température du camion frigorifique chaque 4h ; -Visuel sur afficheur.	-Retour du produit fini à l'organisme dans le cas où la température du camion frigorifique est au-delà de 1°C et vérification de l'état du produit/ le chauffeur du camion frigorifique et le responsable de l'équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires -Détermination des causes d'augmentation de température et réalisation d'une maintenance curative/responsable maintenance.	Plan HACCP 06

Tableau 5.9 : Plan de vérification des PRPs, du programme prérequis opérationnel et des plans HACCP.

Objectif	Paramètres de vérification	Méthode de vérification	Fréquence	Personnel responsable	Enregistrement	
PRP						
PRP hygiène du personnel	-Vérifier l'application <i>des bonnes pratiques</i> d'hygiène (BPH) et l'état de santé du personnel	Hygiène du personnel (vestimentaire, ...)	Visuel	une fois par jour	Hygiéniste	Check liste hygiène du personnel
	-Sensibiliser le personnel au respect des BPH.	Hygiène mains	Ecouvillonnage	une fois par semaine	Laboratoire externe	Bulletin d'analyse
		Santé du personnel	Visite médicale	une fois par an	Médecin de travail	Dossier médical
		Formation	Evaluation des connaissances	une fois par an	Hygiéniste	Fiche d'évaluation des formations
PRP hygiène des bâtiments et des locaux	-S'assurer que le bâtiment est entretenu de manière à empêcher la contamination des produits fabriqués. - Garantir l'entretien des locaux et les infrastructures afin d'empêcher toute sorte de contamination	Hygiène du bâtiment : -Voies d'accès, extérieur de sites, hygiène des locaux : séparation et identification des locaux, l'état des sols, des murs, des plafonds, des portes, des fenêtres et les lampes d'éclairage.	Visuel	Une fois par mois	Hygiéniste	<i>check-list</i> hygiène des bâtiments et des locaux
PRP contamination croisée	Eviter le transfert des contaminants entre les produits	Séparation des produits stockés	Visuel	1 fois /jour	Hygiéniste	<i>check-list</i> contamination croisée
	Eviter le transfert de contaminants entre les différents ateliers par l'intermédiaire des outils de nettoyage	Séparation et identification des outils de nettoyages				
	Eviter le transfert des allergènes par l'intermédiaire des ustensiles entre les différents produits	Gestion des ustensiles				
	Eviter le transfert des contaminants des matières premières aux produits finis	Flux des matières premières et des produits finis				
	Vérifier l'application des instructions sur la protection des produits en vrac	Protection des produits en vrac				

	Objectif	Paramètres de vérification	Méthode de vérification	Fréquence	Personnel responsable	Enregistrement
PRP alimentation en eau	Vérifier que l'eau utilisée dans la fabrication est de bonne qualité microbiologique et physicochimique	Qualité microbiologique de l'eau - Germe aérobie à 30°C - Coliformes totaux et fécaux, - Streptocoques D, - <i>Clostridium</i> sulféto-réducteur	Analyse microbiologique et physicochimique de l'eau	Analyses microbiologiques de l'eau : 4 fois/an	Laboratoire d'analyse externe	Butin d'analyse externe
		Qualité physicochimique de l'eau - nitrate, odeur, saveur, couleur, turbidité, chlore, ammonium, pH, conductivité. - Plomb, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Fer, Acrylamide.		Analyses physico-chimiques de l'eau : 1 fois/ an		
	Vérifier la propreté de la bâche de l'eau	Hygiène de la bâche de l'eau	Visuel	1 fois/ mois pour la bâche	Hygiéniste	<i>check-list</i> contrôle de la qualité de l'eau
PRP stockage et transport	S'assurer que les produits sont identifiés et stockés par catégorie	Identification des produits	Visuel	1 fois /jour	Hygiéniste	<i>check-list</i> stockage et transport
	Vérifier que les matières ne sont pas entreposées directement sur le sol	Entreposage des matières	Visuel	1 fois /jour	Hygiéniste	<i>check-list</i> stockage et transport
	S'assurer qu'un espace suffisant pour le control est maintenu entre les produits stockés	Séparation des produits stockés	Visuel	1 fois / jour	Hygiéniste	<i>check-list</i> stockage et transport
PRP Gestion des approvisionnements et manutention des produits	Vérifier le respect des exigences du cahier de charge	La présence de fiche technique et du bulletin d'analyse, état des emballages, date de fabrication et péremption, le stockage des produits au cours du transport, hygiène des moyens de transport, température au cours de transport.	Visuel	A chaque réception	Responsable des approvisionnements et l'hygiéniste	Fiche réception et contrôle des matières premières.

PRPs	Objectif	Paramètres de vérification	Méthode de vérification	Fréquence	Personnel responsable	Enregistrement
PRP Air comprimé	S'assurer de l'élimination des particules de grande taille	Filtre d'aspiration	Visuel	une fois /semaine	Hygiéniste	Enregistrement de vérification des filtres du compresseur d'air
	S'assurer de l'élimination d'huile restante dans l'air comprimé	Filtre déshuileur	Nombre d'heure de marche	une fois/ 6 mois	Organisme prestataire	Rapport de l'organisme <i>prestataire</i>
	S'assurer de l'élimination de l'humidité à un taux faible	Humidité %	Afficheur électronique	une fois/jour	Hygiéniste	Enregistrement de vérification des filtres du compresseur d'air
	S'assurer de l'élimination des différents micro-organismes de l'air comprimé avant son utilisation dans l'étape de foisonnement.	Filtre stérilisant	Nombre d'heures de marche	une fois/ 6 mois	Organisme prestataire	Enregistrement de vérification des filtres du compresseur d'air
PRP équipements et leur maintenance	Vérifier l'état des équipements et de s'assurer de leurs bon fonctionnements	- l'état des équipements et leur fonctionnement	visuel	Après chaque intervention	Responsable de la maintenance	Fiche d'intervention et check-list de vérification
PRP nettoyage et désinfection	Vérifier l'application du plan de nettoyage et désinfection des surfaces des locaux.	Hygiène des surfaces : Sols, murs, planchers plafond, fenêtres, portes.	Visuel	Début et fin de production	Hygiéniste	<i>check-list</i> nettoyage et désinfection
	Vérifier l'application du plan de nettoyage et désinfection des équipements et des ustensiles de production et des conteneurs à déchets	<ul style="list-style-type: none"> • Ustensiles de production Spatule, Couteaux, bidons, palettes, • Equipement de production Cuves de mélange et de de maturation, homogénéisateur, freezer, emballeuse. • Conteneurs à déchets 	Visuel	Début et fin de production	Hygiéniste	<i>check-list</i> nettoyage et désinfection
	Vérifier l'application du plan de nettoyage et désinfection des sanitaires et des vestiaires	Sanitaire et vestiaires Toilettes, vestiaires, lavabos, douches	Visuel	1 fois/jours	Hygiéniste	<i>check-list</i> nettoyage et désinfection
	Vérifier l'efficacité du traitement appliqué	Efficacité de traitement d'ambiance	Analyse microbiologique	1 fois/mois	Laboratoire externe	Bulletin d'analyse externe

PRPs	Objectif	Paramètres de vérification	Méthode de vérification	Fréquence	Personnel responsable	Enregistrement
PRP élimination des déchets et des eaux usées	Eviter l'accumulation des déchets dans des zones de production	Respect de la fréquence d'évacuation des déchets	Visuel	1 fois/ jour	Hygiéniste	<i>check-list</i> élimination des déchets et des eaux usées
	Vérifier l'état hygiénique des conteneurs de déchets	Etat des conteneurs de déchets	Visuelle	1 fois/ jour	Hygiéniste	
	Vérifier l'état des canalisations d'évacuation des eaux usées	Etat des canalisations d'évacuation des eaux usées	Visuel	1 fois / mois	Hygiéniste	
PRP lutte contre les nuisibles	Vérifier la présence d'insectes volants	Insectes volants mouches, moustiques, abeilles.	Détermination du nombre de cadavres à l'intérieur des bacs collecteurs	Une fois/mois	Hygiéniste	<i>check-list</i> la lutte contre les nuisibles
	Vérifier la présence d'insectes rampants	Insectes rampants Cafards, fourmis du bois, blattes, araignées.	Détermination du nombre de cadavres après un traitement initial	Après chaque traitement	Hygiéniste et l'organisme prestataire	<i>check-list</i> la lutte contre les nuisibles
	Vérifier la présence des ravageurs	Ravageurs Souris, rats.	Détermination des espèces et le nombre de cadavres capturés par les pièges	Après chaque traitement	Hygiéniste et l'organisme prestataire	<i>check-list</i> la lutte contre les nuisibles
oPRP						
oPRP 1 Maturation	Vérifier le fonctionnement du thermostat des tanks de maturation	Dangers bactériologiques: <i>Salmonella</i> sp , <i>E. coli</i> . <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Analyse microbiologique du mix.	2 fois / mois	Laboratoire externe	Bulletin d'analyse externe
CCP						
CCP 01 NEP (nettoyage en place)	Vérifier l'efficacité du NEP	Dangers bactériologiques: <i>Salmonella</i> sp , <i>E. coli</i> . <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Analyse microbiologique de l'eau de rinçage final	1 fois / semaine	Laboratoire externe	Bulletin d'analyse externe

CCPs	Objectif	Paramètres de vérification	Méthode de vérification	Fréquence	Personnel responsable	Enregistrement
CCP 02 Filtration	Vérifier l'état du filtre et l'absence des dangers physique dans le produit fini.	<ul style="list-style-type: none"> Filtre de la filtration du mix. Dangers physiques : Verre, bois, pierres, plastique, cadavres d'insectes, objets personnels. 	Visuel	1 fois/semaine	Hygiéniste	Fiche de suivi de l'état du filtre
CCP 03 et 04 pasteurisation, refroidissement du mix	Vérifier l'efficacité de la pasteurisation et du refroidissement du mix (Absence de persistance de microorganisme après un traitement thermique et un refroidissement)	Entérobactéries, GAMT, coliformes totaux et fécaux <i>Salmonella</i> sp, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> .	Analyse microbiologique du mix.	1 fois/semaine	Laboratoire externe	Bulletins d'analyse externe
CCP 05 Stockage des crèmes glacées dans les chambres froides (T° ≤ -18°C)	Vérifier le bon fonctionnement des thermostats des chambres froides à -18°C (Pas de prolifération des microorganismes recherchés à cette température)	Entérobactéries, salmonelles, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Analyse Microbiologique des crèmes glacées stockées dans les chambres froides	1 fois/mois	Laboratoire externe	Bulletins d'analyse externe
CCP 06 Transport des crèmes glacées dans des camions frigorifiques (T° ≤ -18°C)	Vérifier le bon fonctionnement des thermostats des camions frigorifiques de transport des crèmes glacées et la non rupture de la chaîne du froid.	Entérobactéries, <i>Salmonella</i> sp, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Analyse microbiologique des crèmes glacées transportées dans camions frigorifiques	1 fois / mois	Laboratoire externe	Bulletin d'analyse externe

Tableau 5.10 : Collecte et enregistrement des informations de traçabilité.

Point de capture d'information	Etapes	Informations à collecter	méthode	Responsabilité	Enregistrement
1	Réception des matières premières	Description de lot de matière première (dénomination, numéro de lot, date de production, DLC, poids, spécifications de la qualité du produit, date de réception, fournisseur)	Papier	Responsable des approvisionnements	Check-list réception des matières premières
2	Pesage et mélange	Dénomination du produit; ingrédients (dénomination, numéro de lot); date de préparation; code du mélangeur.	Papier	Préparateur des crèmes glacées	Tableau de suivi de processus de production
3	Pasteurisation / Refroidissement	Temps/ température de la pasteurisation et du refroidissement	Papier	Préparateur des crèmes glacées	Tableau de suivi de processus de production
4	Maturation	Code de tank de maturation, temps et température de la maturation, pH du produit	Papier	Préparateur des crèmes glacées	Tableau de suivi de processus de production
5	Foisonnement	Température de foisonnement	Papier	Préparateur des crèmes glacées	Tableau de suivi de processus de production
6	Conditionnement/ Etiquetage	Date de production; numéro de lot de la crème glacée	Papier	Préparateur des crèmes glacées	Tableau de suivi de processus de production
7	Transport	Description du lot de la crème glacée (Dénomination, numéro de lot, date de production, quantité, clients, date et heure de livraison)	Papier	Responsable commercial	Bulletin de livraison des crèmes glacées

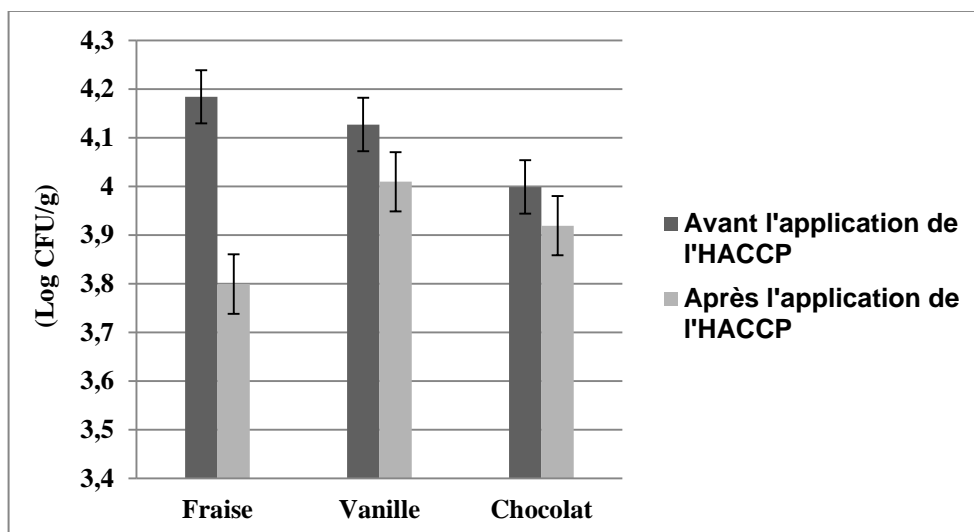


Figure 5.3 : Détermination des germes aérobies mésophiles (log UFC/g) dans différents échantillons de crèmes glacées conditionnés avant et après application du système HACCP dans une glacerie.

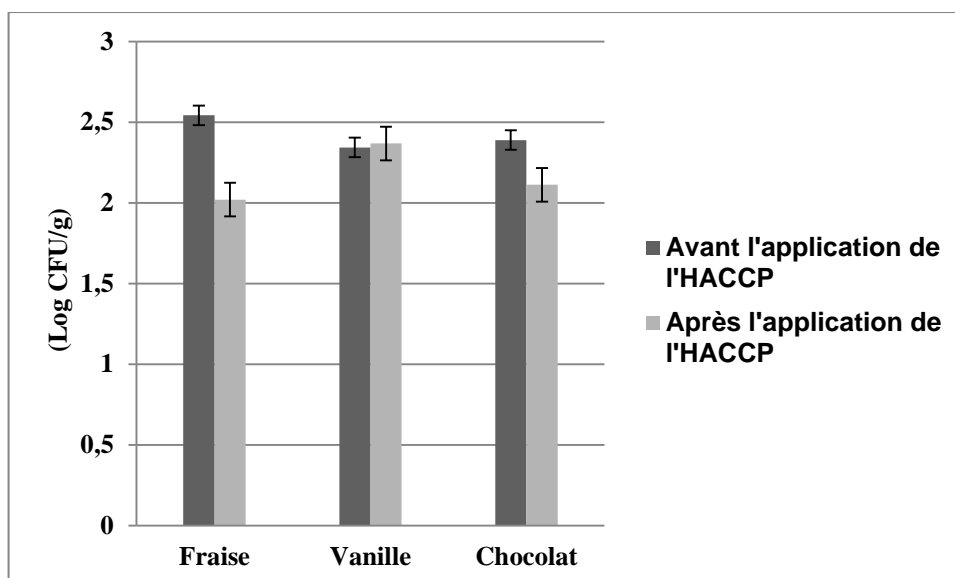


Figure 5.4 : Détermination des coliformes totaux (log UFC/g) dans différents échantillons de crèmes glacées conditionnés avant et après l'application du système HACCP dans une glacerie.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire nous nous sommes intéressées à l'étude de l'application de la démarche HACCP et de la traçabilité dans le processus de production des crèmes glacées au sein de l'organisme EURL MAZAFROID.

L'étude de la mise en place des programmes prérequis et du système HACCP dans l'entreprise EURL MAZAFROID nous a conduit à mener une réflexion sur l'organisation interne de l'organisme et à suivre les principes de la démarche HACCP tout en prenant en considération les besoins et les capacités de l'entreprise.

Le procédé de fabrication des crèmes glacées induit de multiples possibilités de contamination microbiologique. L'application des bonnes pratiques d'hygiène, principalement caractérisées par leur fréquence, a permis de maîtriser les sources de contamination des produits fabriqués. L'analyse des dangers faite sur les étapes de production des crèmes glacées, nous a permis de déterminer un programme prérequis opérationnel (la maturation) et six points critiques pour la maîtrise (le nettoyage en place, la filtration, la pasteurisation, le refroidissement, le stockage et le transport).

L'étude de l'impact de l'adoption du système HACCP sur la qualité microbiologique des crèmes glacées a montré une amélioration de la qualité microbiologique des crèmes glacées après la mise en œuvre du système HACCP.

Le système de traçabilité installé a permis d'identifier les lots de crèmes glacées dans toute la ligne production, les fournisseurs et les clients directs des produits finis ainsi que les enregistrements relatifs à la transformation et à la livraison. Pour son établissement, ces aspects ont été pris en compte: le support, le matériel, les données.

Cette recherche est limitée à décrire les étapes suivies pour la mise en œuvre de quelques exigences de la norme ISO 22000 (2005) dans un organisme de production de crèmes glacées.

En matière d'amélioration des systèmes appliqués, l'organisme peut faire appel à un détecteur de métaux *pour un meilleur contrôle* des dangers physiques, à

l'osmose inverse en vue d'une maîtrise des dangers microbiologiques de l'eau de process et à l'adoption d'un système de traçabilité électronique.

APPENDICES

E. Etiquettes et puces RFID

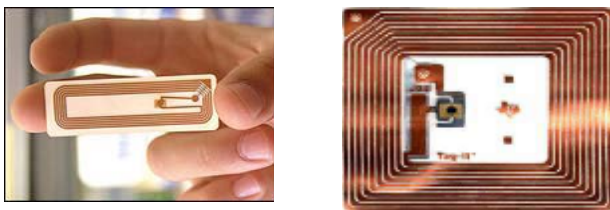


Figure 1 : Etiquettes RFID



Figure 2 : Antenne RFID

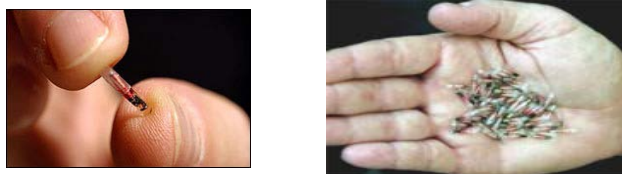


Figure 3 : Puces RFID

B. Organigramme de l'organisme EURL MAZAFROID

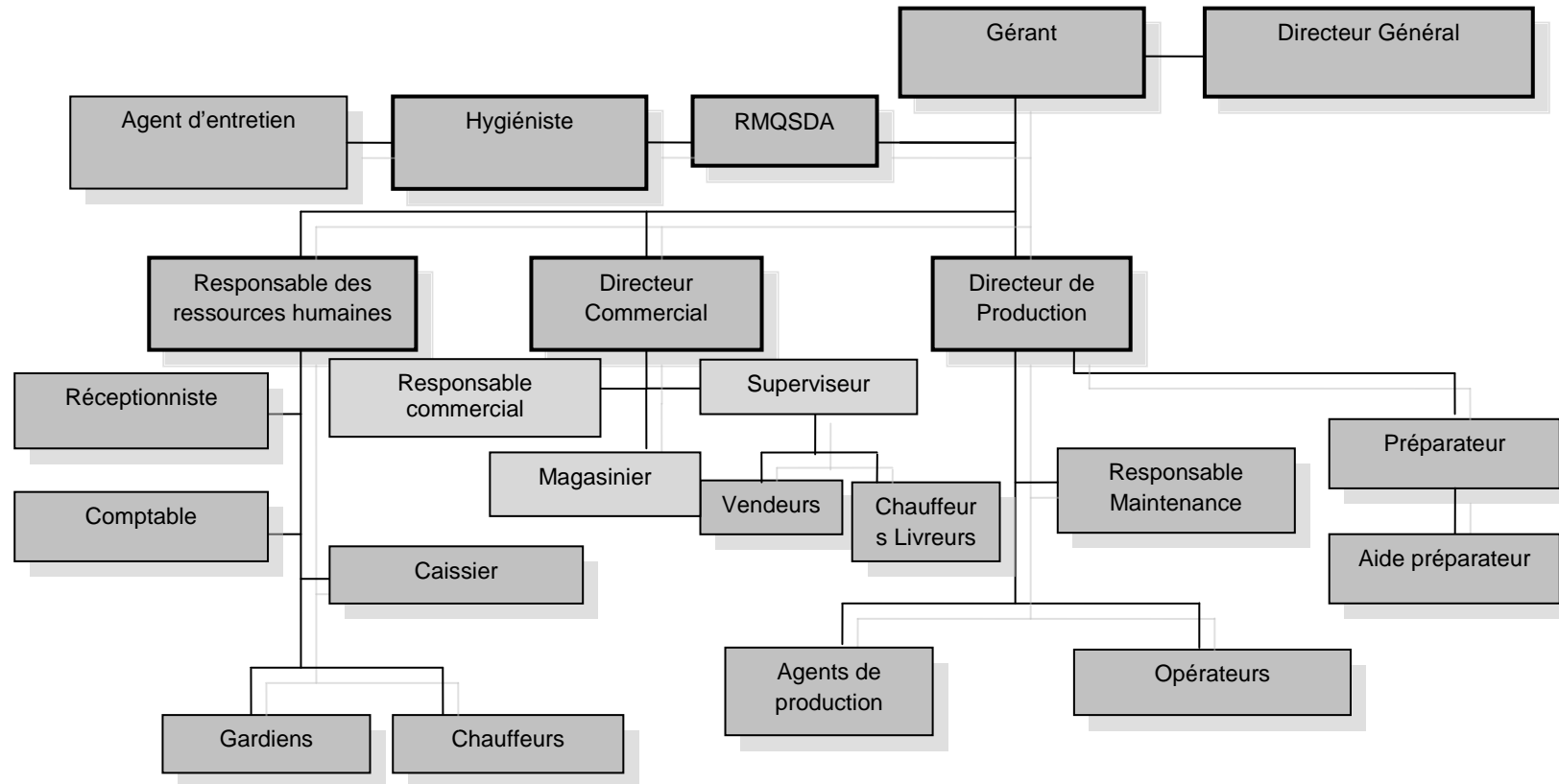


Figure 4 : Organigramme de l'organisme EURL MAZAFROID

C. Matériel utilisé et milieux de cultures

Matériel utilisé

C'est le matériel d'analyse microbiologique de l'institut Pasteur d'Alger. Il comprend :

Four Pasteur
 Bec Bunsen, autoclave
 Etuve (30°C, 37°C)
 Balance de précision
 Agitateur électromagnétique
 Etiquettes
 Gants stérilisés
 Tubes à essais en verre de 25 ml,
 Boîte de Pétri
 Pipettes graduées (1ml, 10 ml)
 Pipettes Pasteur
 Erlenmeyers (250ml, 500ml).

Milieux de cultures

Les milieux de cultures utilisés pour les analyses microbiologiques sont :

EPT (Eau Peptonée Tamponnée)

Elle est utilisée pour la préparation des suspensions mères de laits en poudre, des produits laitiers, de produits d'origine animale et d'autres produits alimentaires. Il est également employé pour effectuer les dilutions en vue de l'examen microbiologique.

Composition de l'eau peptonée tamponnée (JO n° 38, 2014):

Digestat enzymatique de tissus animaux	10 g
Chlorure de sodium (NaCl)	5 g
Hydrogénophosphatedisodiquedodécahydraté ($\text{Na}_2 \text{HPO}_4, 12 \text{H}_2\text{O}$)	9 g
Dihydrogénophosphate de potassium (KH_2PO_4)	1,5 g
Eau	1000 ml
pH final	7±0.2

Agar PCA

Est un milieu nutritif exempt d'inhibiteurs, utilisés surtout pour la détermination u nombre total les germes dans le lait et les produits laitiers, l'eau et d'autres.

Composition (g/l)

Peptone de caséine	5
Extrait de levure	2.5
Glucose	1
Agar	18
pH	7

Gelose VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)

La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) est un milieu sélectif utilisé pour la recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau, le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires tels que les viandes et les produits à base de viande.

La composition du milieu « Rouge Violet Bile Agar » suivante : (JO n° 70 - 2004)

Extrait de levure	3 g
Peptone	7 g
Sels biliaires	1,5 g
Lactose	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Rouge neutre	0,03 g
Cristal violet	0,002 g
Gélose	10 à 15 g

D. Exemple de plan de nettoyage et de désinfection

Surfaces	Fréquence	Méthode	Produit	Responsable
Murs	1 fois/mois Au besoin Peinture 1 fois/an	Etaler le produit, frotter avec la lavette, rincer,	Détergent	Personnel du nettoyage
Planchers	1 fois/jour Au besoin	Eliminer les déchets, Etaler le produit. Brosser, laisser agir, rincer	Détergent	Personnel du nettoyage
Plafonds	2 fois/an	Etaler le produit, laisser agir, rincer	Produit moussant	Personnel du nettoyage
-Jonctions -Fenêtres -Portes	1 fois/mois	Etaler le produit, frotter avec la lavette, rincer, essuyer	Détergent	Personnel du nettoyage

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bell, C., Kyriakides, A., "Listeria: a practical approach to the organism and its control in foods", Springer Science and Business Media, (2012).
2. Lecoq, O., "Caractérisation des milieux complexes et mise en forme optimisée: Du liquide au solide en passant par le pâteux", (2013).
3. Chugh, K., "Salmonella outbreak from ice cream", Indian pediatrics, V.33, n°11, (1996), 976 p.
4. Oliver, S. P., Jayarao, B. M. & Almeida, R. A., "Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications", Food borne Pathogens & Disease, V.2, n°2, (2005), 115-129.
5. El Ouali Alami, A., Berrada, S., Maniar, S., Oumokhtar, B., "Qualité microbiologique des crèmes glacées commercialisées au centre du Maroc et sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolée", Science Lib Editions Mersenne, V.5, (2013), 2111- 4706.
6. Cusato, S., Tavolaro, P. and de Oliveira, C. A. F., "Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Points System in the Food Industry: Impact on Safety and the Environment", In Novel Technologies in Food Science, Springer, New York, NY, (2012), 21-37.
7. JORA., "Décret exécutif n° 10-90 du 10 mars 2010 fixant les conditions et modalités d'agrément sanitaire des établissements dont l'activité est liée aux animaux, produits animaux et d'origine animale ainsi que de leur transport", Journal Officiel de la République Algérienne, n°17, (2010).
8. Karaa, M., "Les déterminants de l'adoption de la traçabilité par les entreprises de conditionnement de dattes en Tunisie", Thèse de doctorat. Aix-Marseille 2, (2010).
9. Cheng, M. J. and Simmons, J. E. L., "Traceability in manufacturing systems", International Journal of Operations and Production Management, V.14, n°10, (1994), 4-16.
10. Sarrouf, M., "Les normes privées relatives à la qualité des produits: étude d'un phénomène juridique transnational", Thèse de doctorat en droit. University Panthéon-Assas, (2012).
11. Sperber, W. H., "HACCP does not work from farm to table", Food control, V.16, n°6, (2005), 511-514.
12. Codex Alimentarius., "Code d'usages international recommandé, Principes généraux d'hygiène alimentaire", CAC/RCP, (2003).

13. Mayes, T. & Mortimore, S. (Eds.), "Making the most of HACCP: Learning from others' experience", Woodhead Publishing, (2001).
14. Sajot-Deneuille, D., "Contribution à la mise en place de la démarche HACCP pour la fabrication de pain blanc précuit surgelé", Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, (2008), 170 p.
15. Bonne, R., "Présentation de deux méthodes originales visant à faciliter dans les IAA, la mise en oeuvre des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ainsi que de la méthode HACCP, telles que définies par le Codex Alimentarius", Thèse de doctorat. Université de Toulouse III-Paul Sabatier, (2013).
16. Byrne, R. D. and Bishop, J. R., "Control of microorganisms in dairy processing: Dairy product safety systems", Food science and technology, New York-Marcel Dekker, (2001), 587-612.
17. Lee, J. A. & Hathaway, S. C., "The challenge of designing valid HACCP plans for raw food commodities", Food control, V.9, n°2-3, (1998), 111-117.
18. AFNOR., "Système de management de la sécurité des denrées alimentaires - Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire", Norme NF EN, ISO 22000, (2005).
19. AFNOR., "Hygiène des aliments - Place de l'HACCP et application de ses principes pour la maîtrise de la sécurité des aliments et des aliments pour animaux", Norme NF, (2008), 01-006.
20. Scalabrino, A., "La Méthode HACCP dans le plan de maîtrise sanitaire: mise en place et contrôle officiel", Thèse de doctorat, Université Claude-Bernard-Lyon 1, (2006), 171 p.
21. Perret, S., "Présentation des démarches HACCP", Service Développement des Entreprises, C.C.I. Arras, du Cray, (2008).
22. Bornert, G., "La place des analyses microbiologiques de denrées alimentaires dans le cadre d'une démarche d'assurance-sécurité", Revue Méd Vét, V. 151, (2000), 805-12.
23. Parlement Européen et conseil de l'union Européenne. "Règlement (CE) n°852, 2004 du parlement Européen et du conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires", Journal officiel de U.E., L139, (2004)
24. Turck, D., "Organisation de l'alimentation de l'enfant hospitalisé (réglementation, sécurité sanitaire, logistique)", Nutrition clinique et métabolisme, V.19, n°4, (2005), 260-264.
25. Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P. & Brulé, G. (Eds.), "Science des aliments: biochimie, microbiologie, procédés, produits", Technologie des produits alimentaires, Editions Tec & Doc, Paris, (2007), 383 p.

26. Chamoret, C., “Appréciation de la pertinence de plans d'autocontrôle microbiologique”, Thèse de doctorat, Université Claude-Bernard, Lyon (2013).
27. Hamza, O., “Sécurité sanitaire des aliments, commerce et développement: approche par l'Economie Industrielle, Doctoral dissertation, Paris 2”, Thèse de doctorat, Université Panthéon-Assas, Paris 2, (2012).
28. Pillay, V. & Muliylil, V., “ISO 22000 Food Safety Management Systems ‘the one Universal Food Safety Management Standard that Works Across All Others’”, SGS Systems & Certifications Services, (2005).
29. Saïdi-Kabèche, D., Vergote, M. H., “Proposition d'un cadre conceptuel pour la gestion du risque sanitaire des aliments dans les industries agroalimentaires”, NRA UMR CESAER, Centre d'Economie et Sociologie appliquées à l'Agriculture et aux Espaces Ruraux, V.4, (2012).
30. ISO/FDIS 22004. “Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires - Recommandations pour l'application de l'ISO 22000 : 2005”, (2014).
31. Frost, R., “La sécurité des produits dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire passe par l'ISO 22000”, (2012).
32. Blanc, D., “ISO 22000, HACCP et sécurité des aliments”, Paris: éd. AFNOR., (2006), 230 p.
33. Mamalis, S., Kafetzopoulos, D. P. & Aggelopoulos, S. “The new food safety standard ISO 22000. Assessment, comparison and correlation with HACCP and ISO 9000: 2000. The practical implementation in victual business. In presentation at the 113th EAAE seminar “A resilient European food industry and food chain in a challenging world”, Chania, Crete, Greece. Retrieved, V.13, (December 2012).
34. Surak, J., “Overview of ISO 22000 and international supply chain safety and quality management”, Clemson University, Department of Food Science and Human Nutrition, Clemson, (2006).
35. Arvanitoyannis, I., Varzakas, T., “Application of ISO 22000 and comparison with HACCP on industrial processing of common octopus (*Octopus vulgaris*)”, Part I. International Journal of Food Science and Technology, V.44, n°1, (2009), 58–78.
36. Codex Alimentarius., “Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires”, (2005).
37. Taylor, E., “A new method of HACCP for the catering and food service industry”, Food Control, V.19, n°2, (2008), 126-134.

38. Whitehead, A.J. and Orriss, G., "Food safety through HACCP", FNA/ANA, V.5, (1995), 25-8.
39. Orriss, G. D. & Whitehead, A. J., "Hazard analysis and critical control point (HACCP) as a part of an overall quality assurance system in international food trade", Food control, V.11, n°5, (2000), 345-351.
40. Stevenson, K. E., "Implementing HACCP in the food industry", Food technology, (USA), (1990).
41. Germano, M. I. S., "Treinamento de manipuladores de alimentos : fator de segurança alimentar e promoção da saúde", In Treinamento de manipuladores de alimentos : fator de segurança alimentar e promoção da saúde, (2003).
42. WHO., " Food safety and foodborne illness", http://www.who.int/foodsafety/foodborne_disease/in/, 2007.
43. Mortimore, S., Wallace, C., "HACCP: A practical approach", (2nd ed.), London, Chapman and Hall, (1998), 2p.
44. Henson, S., Holt, G. & Northen, J., "Costs and benefits of implementing HACCP in the UK dairy processing sector", Food Control, V.10, n°2, (1999), 99-106.
45. Maldonado, E. S., Henson, S. J., Caswell, J. A., Leos, L. A., Martinez, P. A., Aranda, G. & Cadena, J. A., "Cost-benefit analysis of HACCP implementation in the Mexican meat industry", Food control, V.16, n°4, (2005), 375-381.
46. Bata, D., Drosinos, E. H., Athanasopoulos, P. and Spathis, P., "Cost of GHP improvement and HACCP adoption of an airline catering company", Food control, V.17, n°5, (2006), 414-419.
47. Donovan, J. A., Caswell, J. A. and Salay, E., "The effect of stricter foreign regulations on food safety levels in developing countries: a study of Brazil", Review of Agricultural Economics, V.23, n°1, (2001), 163-175.
48. Bauman, H. E., "The origin and concept of HACCP. In HACCP in meat, poultry, and fish processing", Springer, Boston, MA, (1995), 1-7.
49. Mattéi, J. F., "Traçabilité et responsabilité", Traçabilité et responsabilité, Paris, Economica, (2003), 35 p.
50. ISO 22005., "Traçabilité de la chaîne alimentaire – Principes généraux et exigences fondamentales s'appliquant à la conception du système et à sa mise en œuvre", (2007).
51. Doucet, C., "Traçabilité et norme ISO 9001:2000 : Objectifs, moyens et méthodes". Techniques de l'ingénieur, (2006), p 10.

52. Collonnier, T., Tijani, A., Varlet-Grancher X., "Traçabilité et stratégie des entreprises : La filière des produits de la mer", Mémoire de recherche. Bretagne, Brest, (2007).
53. Scarset, G., "Traçabilité agro-alimentaire, enjeux et perspectives (Doctoral dissertation)", Thèse pour le doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'ALFORT, (2008).
54. Soroste, A., "Traçabilité dans l'agro-alimentaire", Option qualité, V.201, (2002), 11-14.
55. Jacquement, S., "Introduction à la traçabilité. Document de travail", Fonds Québécois d'adaptation des Entreprises Agroalimentaires, (2002), 15 p.
56. Fabbe-Costes N., "Traçabilité et logistique : les interactions, Techniques de l'ingénieur", (2006), 10p.
57. GS1 France, "La traçabilité dans les chaînes d'approvisionnement : de la stratégie à la pratique", (2001), 98p.
58. Bayre, J. L., "Traçabilité des denrées alimentaires : Exemple d'un système informatisé", Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire, 1F1, (2005), 163 p.
59. Guyonnet, J.P., "La traçabilité, l'un des outils de la sécurité des aliments.inLahellec C", (Coord), Risques et crises alimentaires, Editions Tec & Doc, (2005), 161-18.
60. GS1 France, "Logistique et traçabilité : guide pratique de mise en œuvre des standards EAN", UCC, (2005), 30p.
61. ISO/DIS 22005., "Système de traçabilité dans la chaîne alimentaire – Principes généraux et prescriptions de base pour la conception du système et la réalisation", (2005).
62. Katamba, P. I., "Technologie RFID (Radio Frequency Identification): concepts et stratégie de mise en œuvre", (2007).
63. Baillette, P., Fallery, B., Rahali, N., "Les systèmes de traçabilité dans la filière vitivinicole : quelle opportunité pour les coopératives ?", RIPME, V.25, n°1, (2012), 59-88.
64. Jechoux, V., "L'expertise scientifique en Europe dans le domaine de la sécurité sanitaire des aliments, état des lieux et perspectives", These Med. Vet, Alfort, (2006), 123 p.
65. JORA., " Décret exécutif n° 12-203 du 14 Joumada Ethania 1433 correspondant au 6 mai 2012 relatif aux règles applicables en matière de sécurité des produits", Journal Officiel de la République Algérienne, n° 12, (2012).

66. Halawany-Darson, R., "Le Traitement de l'information dans le processus de prise de décision du consommateur: le cas de la traçabilité des produits alimentaires", Doctoral dissertation, Université d'Auvergne-Clermont-Ferrand I; VETAGRO SUP-CAMPUS AGRONOMIQUE DE CLERMONT, Thèse de doctorat, Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I; VETAGRO SUP - Campus agronomique de Clermont, Français, (2010).
67. Aung, M. M., Chang, Y. S., "Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives", *Food control*, V. 39, (2014), 172-184.
68. El-Sharef, N., Ghenghesh, K. S., Abognah, Y. S., Gnan, S. O. and Rahouma, A., "Bacteriological quality of ice cream in Tripoli-Libya", *Food Control*, V.17, n°8, (2006), 637-641.
69. Declercq, Ch., "Glaces: Délices et fraîcheur", Lannoo Uitgeverij, (2007).
70. Wong, N. P., "Fundamentals of dairy chemistry", Springer Science & Business Media, (2012).
71. Varnam, A. and Sutherland, J. P., "Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology", Springer Science and Business Media, Vol. 1, (2001).
72. Board, N. I. I. R., "The complete technology book of cocoa, chocolate, ice cream and other milk products", National Institute of Industrial Research Board, New Delhi, (2005).
73. Alvarez, V. B., "Ice cream and related products. In The sensory evaluation of dairy products", Springer, New York, NY, (2008), 271-331.
74. Chavez Montes, B. E., "Effets de la formulation et des conditions de foisonnement et congélation sur la rhéologie et la structure de la crème glacée", Thèse de doctorat. Vand oeuvre-les-Nancy, INPL, (2002).
75. Scholten, E., "Ice cream. In Particulate Products", Springer, Cham, (2014), 273-294.
76. Goff, H. D., "65 Years of ice cream science". *International dairy journal*, V.18, n°7, (2008), 754-758.
77. Madden, J. K., "Ice cream. In Foams: Physics, Chemistry and Structure", Springer, London, (1989), 185-196.
78. Gonzalez-Ramirez, J. E., "Contribution au contrôle par la modélisation d'un procédé de cristallisation en continu", Thèse de doctorat. AgroParisTech, (2012), 155 p.
79. Boutonnier, J. L., "Crèmes Glaces, Glaces et Sorbets : Formulation et Fabrication", Ed. Techniques Ingénieur, (2001).

80. Udabage, P. and Augustin, M. A., "Dairy ingredients in ice-cream", *Australian Journal of Dairy Technology*, V.58, n°1, (2003), 21.
81. Marshall, R. T., Goff, H. D., Hartel, R. W., "Composition and properties. In *Ice cream*", Springer, Boston, MA, (2003), 11-54.
82. Varela, P., Pintor, A. and Fiszman, S., "How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream", *Food hydrocolloids*, V. 36, (2014), 220-228.
83. Tharp, B. W. and Young, L. S., "Tharp and Young on Ice Cream: An Encyclopedic Guide to Ice Cream Science and Technology", Des tech. Publications, Inc, (2012).
84. Su, F. & Lannes, S. C., "Rheological evaluation of the structure of ice cream mixes varying fat base", *Applied Rheology*, V.22, n°6, (2012), 63871 p.
85. Walstra, P., Geurts, T. J., Walstra, P. & Wouters, J. T., "Dairy science and technology", CRC press, (2005).
86. Chang, Y. and Hartel, R. W., "Measurement of air cell distributions in dairy foams", *International Dairy Journal*, V.12, n°5, (2002), 463-472.
87. Goff, H.D., "Instability and partial coalescence in whippreable dairy emulsions", *Journal of Dairy Science*, V.80, n°10, (1997), 2620-2630.
88. Goff, H.D., Verespej, E., Smith, A.K., "A Study of Fat and Air Structures in Ice Cream", *Int. Dairy*, V.9, (1999), 817-829.
89. Haddad, A., "Couplage entre écoulements, transferts thermiques et transformation lors du changement de phase d'un produit alimentaire liquide complexe—Application à la maîtrise de la texture", Thèse de doctorat, AgroParisTech, Paris, France, (2009).
90. Goff H. D., Davidson V. J., Cappi E., "Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperatures", *Journal of Dairy Science*, V.77, (1994), 2207-2213.
91. Goff H. D., Frelson B., Sahagian M. E., Hauber T. D., Stone A. P., Stanley D. W., "Structural development in ice cream", *Dynamic rheological measurements*, *Journal of Texture Studies*, V.26, n°5, (1995), 517-536.
92. Russell, A. & Gerrard, A., "A cold comfort", *Chemical engineer*, V.613, (1996), 15-17.
93. Horny, S., "Maîtrise de la qualité des crèmes glacées et des glaces". Ed. *Techniques Ingénieur*, (2006).
94. Goff, H. D., Verespej, E., Smith, S., Bolliger, S. & Segall, K., "Ice cream under control", *Dairy industries international*, V. 66, n°1, (2001), 26-30.

95. Hartel, R. W., "Crystallization in Foods" Food Engineering Series, (2001).
96. Russell, A. B., Cheney, P. E. & Wantling, S. D., "Influence of freezing conditions on ice crystallisation in ice cream", Journal of Food Engineering, V.39, n°2, (1999), 179-191.
97. Costa, F. F., Resende, J. V., Abreu, L. R. and Goff, H. D., "Effect of calcium chloride addition on ice cream structure and quality", Journal of dairy science, V.91, n°6, (2008), 2165-2174.
98. Zhang, Z., Goff, H. D., "Protein distribution at air interfaces in dairy foams and ice cream as affected by casein dissociation and emulsifiers", International dairy journal, V.14, n°7, (2004), 647-657.
99. Bolliger, S., Goff, H.D., Tharp, B.W., "Correlation between Colloidal Properties of Ice Cream Mix and Ice Cream", Int Dairy J, V.10, (2000), 303–309.
100. Chugh, K., "Salmonella outbreak from ice cream", Indian pediatrics, V.33, n°11, (1996), 976.
101. Daniels, N. A., Mackinnon, L., Rowe, S. M., Bean, N. H., Griffin, P. M. and Mead, P. S., "Foodborne disease outbreaks in United States schools", The Pediatric infectious disease journal, V.21, n°7, (2002), 623-628.
102. FEHD., "Microbiological risk assessment of ice-cream", Risk Assessment Studies, Food and Environmental Hygiene Department (FEHD), HKSAR, Hong Kong, (2001).
103. Massa, S. & Coll., "A bacteriological survey of retrait ice-cream", Foo-Mic, Grande Bretagne, V.6, n°3, (1989), 129-134.
104. Natarajan, A.M. & Nambubripad, V.K.N., "Microbiological contamination from ice cream containers", Ind. Jour. Daicy. Sci. Inde, V.33, n°4, (1980), 500-5003.
105. FSA., "Traceability in the food chain a preliminary study", UK: Food Standard Agency, (2002).
106. JORA., " Arrêté du 23 janvier 2005 rendant obligatoire une méthode de prélèvement d'échantillons et d'analyse bactériologiques des glaces et crèmes glacées", Journal Officiel de la République Algérienne, n°42, (2005).
107. JORA., " Arrêté du 28 Rajab 1435 correspondant au 28 mai 2014 rendant obligatoire la méthode de préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique", n° 38, (2014).
108. Branger., "Alimentation et processus technologiques", Educagri Editions, (2007).

109. JORA., “Arrêté du 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des coliformes pour les crèmes glacées et les glaces au lait”, Journal Officiel de la République Algérienne, n° 70, (2004).
110. Pelnier, I., Prevosto, J. M., Dusseau, J. Y., Cheminel, V., Renard, C., Thefenne, H., ... & Chaulet, J. F., “Hygiène et sécurité au laboratoire: exemples d’actions menées dans le cadre d’une démarche d’assurance qualité”, In Annales de Biologie Clinique, V. 57, n° 5, (1999), 619p.
111. Fernández-Segovia, I., Pérez-Llácer, A., Peidro, B. and Fuentes, A., “Implementation of a food safety management system according to ISO 22000 in the food supplement industry: A case study”, Food Control, V.43, (2014), 28-34.
112. Horchner, P. M., Brett, D., Gormley, B., Jenson, I., & Pointon, A. M., “HACCP-based approach to the derivation of an on-farm food safety program for the Australian red meat industry”, Food control, V.17, n°7, (2006), 497-510.
113. JORA., “*Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1419 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l’arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires*”, Journal Officiel de la République Algérienne, n°035, (1998).
114. EC., “Commission Regulation (EC) No 1441/2007 of 5 December 2007 amending Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs”, Official Journal of the European Union, L322, (2007).
115. JORA., “Arrêté interministériel du 14 février 2002 fixant la liste des additifs autorisés dans les denrées alimentaires”, Journal Officiel De La République Algérienne, n° 31, (2002).
116. EC., “Directive 2003/89/EC of the European Parliament and of the Council of 10 November 2003 amending Directive 2000/13/EC as regards indication of the ingredients present in foodstuffs”, Official Journal of the European Union, L 308, (2003).
117. McSwane, D., Rue, N. & Linton, R., “Essentials of food safety and sanitation”, New Jersey, Pearson Education, (2003), 169–196.
118. Wang, D., Wu, H., Hu, X., Yang, M., Yao, P., Ying, C., ... & Liu, L., “Application of hazard analysis critical control points (HACCP) system to vacuum-packed sauced pork in Chinese food corporations”, Food control, V. 21, n°4, (2010), 584-591.
119. Mayes, T., “HACCP training”, Food Control, V. 5, n°3, (1994), 190–195.
120. Gomez, A., “Microbial content and hygienic conditions of ice- cream sold in Leon Alimentonia”, (1999), 21-25.

121. Tacker, M., Hametner, C., Wepner, B., "Determination of microbial contamination of plastic cups for dairy products and utilization of electron beam treatment for sterilization", *Food Additives & Contaminants*, V. 19, (2002), 178-184.
122. Salvat, G., Toquin, M. T., and Ermel, G., "Epidémiologie de *Listeria monocytogenes* dans la filière porcine", *Viandes et produits carnés*, V. 18, n°6, (1997), 264-268.
123. Bremer, P. J., Monk, I. & Butler, R., "Inactivation of *Listeria monocytogenes*/*Flavobacterium* spp. biofilm using chlorine: impact of substrate, pH, time and concentration", *Letters in Applied Microbiology*, V.35, (2002), 321-325.
124. Kumari, S. & Sarkar. P. K., "*In vitro* model study for biofilm formation by *Bacillus cereus* in dairy chilling tanks and optimization of clean-in-place (CIP) regimes using response surface methodology", *Food Control*, V.36, (2014), 153-158.
125. Moerman, F., Rizoulières, P. & Majoor, F. A., "Cleaning in place (CIP) in food processing. In H. L. M. Lelieveld, J. Holah, & D. Napper (Eds.), *Hygiene in Food Processing: Principles and Practice*", London: Woodhead Publishing Ltd, 2nd ed, (2014), 305-383.
126. Parkar, S. G., Flint, S. H. & Brooks, J. D., "Evaluation of the effect of cleaning regimes on biofilms of thermophilic bacilli on stainless steel", *Journal of Applied Microbiology*, V.96, (2004), 110-116.
127. Pettigrew, L., Blomenhofer, V., Hubert, S., Groß, F. & Delgado, A., "Optimisation of water usage in a brewery clean-in-place system using reference nets", *Journal of Cleaner Production*, V.87, (2015), 583-593.
128. Bremer, P. J., Fillery, S., McQuillan, A. J., "Laboratory scale Clean-In-Place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms", *International Journal of Food Microbiology*, V.106, n°3, (2006), 254-262.
129. Clark, J. P., "Case studies in food engineering: learning from experience", Springer Science & Business Media, (2009).
130. Breand, S., Fardel, G., Flandrois, J. P., Rosso, L., Tomassone, R., "A model describing the relationship between lag time and mild temperature increase duration", *International Journal of Food Microbiology*, V.38, n°2-3, (1997), 157-167.
131. Huemer, I. A., Klijn, N., Vogelsang, H. W. J. & Langeveld, L. P. M., "Thermal death kinetics of spores of *Bacillus sporothermodurans* isolated from UHT milk", *International Dairy Journal*, V.8, (1998), 851-855.

132. Laurent, Y., Arino, S. & Rosso, L., "A quantitative approach for studying the effect of heat treatment conditions on resistance and recovery of *Bacillus cereus* spores", *International Journal of Food Microbiology*, V.48, (1999), 149 – 157.
133. Lu, J., Pua, X. H., Liu, C. T., Chang, C. L. & Cheng, K. C., "The implementation of HACCP management system in a chocolate ice cream plant", *Journal of Food and Drug Analysis*, V. 22, (2014), 391–398.
134. Jelacic, I., Boyanic, R. Krcmar, J., "Primjena HACCP sustava u proizvodnji UHT steriliziranogmlijeka", *Mljekarstvo*, V.59, n°2, (2009), 155-175.
135. Zhong, Z., "Application on the HACCP management system in ice-cream production", *Food Engineering*, V.1, (2012), 56-59.
136. Papademas, P. & Bintsis, T., "Microbiology of ice cream and related products. In R. K. Robinson (Eds.), *Dairy microbiology handbook–The microbiology of milk and milk products*", New York: John Wiley and Sons, Inc, (2002), 213-260.
137. D'Aoust, J. Y., "Salmonella. by MP. Doyle (Ed.), *Foodborne bacterial pathogens*" New York: Marcel Dekker, (1989), 327 – 445.
138. Hubáčková, M. and Ryšánek, D., "Effects of freezing milk samples on the recovery of alimentary pathogens and indicator microorganisms", *ActaVeterinaria Brno*, V.76 n°2, (2007), 301-307.
139. Dzwolak, W. & Żuraw, I., "HACCP documentation management in small and medium food businesses", (2003).
140. Regattieri, A., Gamberi, M. & Manzini, R., "Traceability of food products: General framework and experimental evidence", *Journal of Food Engineering*, V.81, n°2, (2007), 347–356.
141. Peri, C., Lavelli, V. & Marjani, A., "La rintracciabilità di filiera dei prodotti agro alimentari. In C. Peri (Ed.), *Qualità nelle aziende e nelle filiere alimentari*", European Commission, (Annual Report 2009), Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), (2004).
142. Lavelli, V., "High-warranty traceability system in the poultry meat supply chain: a medium-sized enterprise case study", *Food Control*, V.33, n°1, (2013), 148-156.
143. Thompson, M., Sylvia, G., & Morrissey, M. T. "Seafood traceability in the United States: Current trends, system design, and potential applications", *Comprehensive reviews in food science and food safety*, V. 4, n°1, (2005), 1-7.
144. Franck, P., Perrin, A., Boutten, A., Lionne, J. P., Suiro, A., Szymanowicz, A., & Vassault, A. "Recommandations concernant la gestion des

- enregistrements et l'archivage documentaire", *Annales de Biologie Clinique*, V. 70, n°1, (2012), 105-126.
145. El Khachab, M., Mardhy, A., Ennaji, M. M., & Kerak, E., "Integration levels of management systems Quality, Safety and Environment: Case of Moroccan companies", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, V. 12, n°3, (2015), 606.
146. El-Hofi, M., El-Tanboly, E. S. & Ismail, A., "Implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to white cheese production line", *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, V.9, n°3, (2010), 331-342.
147. El-Tawila, M. M., "The application of the hazard analysis and control points (HACCP) in an ice cream production plant", *The Journal of the Egyptian Public Health Association*, V.73, (1998), 193-217.
148. Kassem, M., Salem, E., Ahwal, A. M., Saddik, M., & Gomaa, N. F., "Application of hazard analysis and critical control point in dairy industry", *La Revue de Sante de la Mediterranee orientale*, V. 8, n°1, (2002), 114-128.
149. Kokkinakis, E. N., Fragkiadakis, G. A., Ioakeimidi, S. H., Giankoulof, I. B., Kokkinaki, A. N., "Microbiological quality of ice cream after HACCP implementation: a factory Case study", *Czech Journal of Food Science*, V. 26, n°5, (2008), 383-391.
150. Am, S. Efa, L., Sm, D., "Evaluation of microbiological safety of an ice cream production line after HACCP implementation", *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Science*, V. 2, n°12, (2013), 2192-2203.
151. Nada, S., Ilija, D., Igor, T., Jelena, M., & Ruzica, G., "Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk", *Food Control*, V. 25, (2012), 728-731.