

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

ELMILIANI Yosra

BOUADJADJ Fatima Zohra

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

THÈME

**Etude de l'efficacité du nettoyage en place NEP
par l'ATP-métrie au sein de la SARL
*Glaces- Mosta Mostaganem***

Soutenue publiquement le 09/10/2023

DEVANT LE JURY

Président	Mr. AITSAADA Djamel	MCA	U. Mostaganem
Encadrant	Mr. BENBOUZIANE Bouasria	MCA	U. Mostaganem
Examineurs	Mme. AITCHABANE Ouiza	MCA	U. Mostaganem
Co-encadrant	Mme. CHADLI Amina	Doctorante	U. Mostaganem
Invitée	Mme. BOUAMRANE Lhouaria	Responsable Qualité	Glaces-Mosta

Thème réalisé au laboratoire auto-contrôle de la SARL Glace Mosta (Mostaganem)

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier « **Dieu** » le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'effectuer ce modeste travail.

On souhaiterait tout d'abord, exprimer ma profonde gratitude à notre directeur de mémoire, le Docteur **BENBOUZIANE Bouasria**, maître de conférences A à l'université de Abdelhamid Ibn Badis, pour ses conseils et ces orientations qu'il m'a prodigués durant tout notre travail.

Nous tenons à vous remercier notre Co-encadrante Mme **CHADLI Amina** pour son soutien et sa contribution à la réussite de notre mémoire. Nous vous remercions également pour le temps que vous avez consacré à la relecture de notre travail ainsi que les commentaires et suggestions constructives que vous nous avez fournis

Mes vifs remerciements aux membres de jury pour avoir accepté de juger notre travail, le président du jury Mr **AITSAADA Djamel**, maître de conférences A université de Abdelhamid Ibn Badis et l'examinatrice Mme **AITCHABANE Ouiza**, maître de conférences A université de Abdelhamid Ibn Badis.

On remercie tous nos enseignants de la faculté de SNV Abdelhamid Ibn Badis et surtout ceux du Département des Sciences Alimentaires pour leurs formations enrichissantes pleines d'intérêt durant tout notre cursus universitaire.

Nous remercions particulièrement Mme **BOUAMRANE** qui nous a permis d'accéder à l'espace de *Glaces Mosta*, ainsi que pour son accueil, sa prise en charge totale et tous ces orientations et explication pour la réalisation de notre travail.

Nos sincères remerciements à tout le personnel de l'unité de crème glacée "*Glaces Mosta*" pour leur disponibilité, leur gentillesse et leur aide précieuse.

Et aussi je remercie toutes personne dans laboratoire de pédagogie site III ‘’ ITA’’ et toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À mes chers **parents ma mère et mon père** que dieu les gardes qui m'ont soutenu et restés toujours à mes côtés et m'ont donné du courage pour attenter les difficultés que j'ai rencontrées durant mon parcours académique.

À mes **frères Abdelkader, Abdelghani** et my cutie one **Raid** qui se sont tenus à mes côtés

À ma **famille**

À mes amis et spécialement **my bbhat** avec qui j'ai partagé des souvenirs inoubliables

Et a tous personne donne un plus dans mon parcours académique et des conseils dans ma vie

And like **BTS** one's said

« **The Best is Yet to Come** »

yosra

Dédicaces

Du fond du Cœur, je dédie ce travail à toutes les personnes qui me sont chères :

À MES PARENTS

Tous les mots du monde ne peuvent pas exprimer l'immense amour que je vous porte.

Pour mon père Bouadjadj Bachir le super papa, l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral, tu étais un homme incroyable dévoué, celui qui a tes sacrifiés pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis. Grâce à mon papa que je suis la aujourd'hui j'aurais aimé qu'il soit là parmi nous, mais... Allah yarhmou.

Pour la maman la plus courageuse, la plus incroyable à mes yeux, qui a souffert pour être ici aujourd'hui, qui n'a jamais dit non à mes exigences une maman parfaite sur tous les plans, je t'aime très fort : mon adorable maman Nacera.

À MON FRÈRE ET MA SŒUR

À mon petit frère Mohamed redha et ma petite sœur hadjer ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de réalisation de ce travail, ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tous au long de mon parcours.

À mon partenaire de travail Elmiliani yosra

Résumé

La présente étude s'inscrit dans le contexte du suivi de l'efficacité du système de nettoyage en place (NEP) par une nouvelle méthode d'analyse rapide qui est appelé ATP-métrie ou luminescence au sein de la SARL *Glaces Mosta*, unité de production des glaces à Mostaganem.

Et pour atteindre notre objectif, nous avons assisté et participé à des opérations de nettoyage en place des équipements de fabrication (HTST, cuves de maturation, Freezers et conditionneuses) tout en respectant les principes du « TACT » (Température, Action mécanique, Concentration, Temps de contact). Nous avons effectué 100 prélèvements des eaux de rinçage (1^{er} rinçage et le dernier rinçage) et des surfaces aux niveau des différents par l'utilisation méthode d'analyse rapide de l'ATP-métrie, et en parallèle des analyses classiques « Cinq échantillons des eaux de rinçage », pour évaluer la qualité microbiologique et avoir une comparaison entre les deux méthodes.

Nous avons réalisé ce travail au niveau du laboratoire d'auto-contrôle au sein de l'unité.

Les essais réalisés dans ce sens ont révélé que, les tests rapides d'ATP-métrie sont donné des résultats très satisfaisants et conformes que ce soit pour les eaux de rinçage et les surfaces, sauf pour certaine surface des conditionneuses, qui révélés des valeurs élevées dû à la présence de l'ATP. On pas observer une différence significative entre les différents types du nettoyage utilisé « désinfection, nettoyage courant, nettoyage approfondi » utilisé par l'entreprise.

Pour les analyses classiques réalisées, consistent à rechercher deux types de microorganismes F.T.A.M et Coliformes. Cela indique qu'il existe une complémentarité entre les deux méthodes, en fonction des besoins spécifiques de l'application et des objectifs de l'analyse.

Ces résultats obtenus confirment la bonne demande des méthodes de nettoyage appliqué, et cela la confirme les bonnes pratiques d'hygiène, au sein de la SARL *Glaces Mosta* qui jouer beaucoup d'efforts de l'applications du programme HACCP au sein de l'unité.

Mots clés :

Glaces, Nettoyage en place, ATP-métrie, Analyses classiques, SARL *Glaces Mosta*.

Abstract

The present study is part of the context of monitoring the effectiveness of the cleaning in place system (CIP) by a new rapid analysis method called ATP-metrie or luminescence within SARL Glaces Mosta, ice cream production unit in Mostaganem.

And to achieve our goal, we assisted and participated in cleaning operations in place of the manufacturing equipment (HTST, maturation tanks, Freezers and conditioners) while respecting the principles of "TACT" (Temperature, Mechanical Action, Concentration, Contact Time). We carried out 100 samples of the rinsing waters (1st rinsing and the last rinsing) and of the surfaces at the different levels by using the rapid ATP-metry analysis method, and in parallel with the classic analyses "Five samples of the rinsing waters", to evaluate the microbiological quality and to have a comparison between the two methods.

We carried out this work at the level of the self-control laboratory within the unit.

The tests carried out in this direction have revealed that the rapid ATP-metry tests have given very satisfactory and compliant results both for the rinsing waters and the surfaces, except for certain surface of the conditioners, which reveal high values due to the presence of ATP. A significant difference can be observed between the different types of cleaning used "disinfection, routine cleaning, thorough cleaning" used by the company.

For the conventional analyzes carried out, consist in searching for two types of F.T.A.M and Coliform microorganisms. This indicates that there is a complementarity between the two methods, depending on the specific needs of the application and the objectives of the analysis.

These results obtained confirm the good demand for the cleaning methods applied, and this confirms the good hygiene practices, in the SARL Glaces Mosta which enjoys a lot of effort from the application of the HACCP program within the unit.

Key words :

Ice, Cleaning-in-place, ATP-metry, Classical analyses, SARL *Glaces Mosta*.

ملخص

هذه الدراسة هي جزء من سياق رصد فعالية نظام التنظيف في المكان (سبب) من خلال طريقة تحليل سريع جديد يسمى أتب-ميتري أو التلألؤ داخل سارل غلاس موستا، وحدة إنتاج الأيس كريم في مستغانم

ولتحقيق هدفنا، ساعدنا وشاركنا في عمليات التنظيف بدلا من معدات التصنيع (هتست، خزانات النضح، المجمدات والمكيفات) مع احترام مبادئ "اللباقة" (درجة الحرارة، العمل الميكانيكي، التركيز، وقت الاتصال). أجرينا 100 عينة من مياه الشطف (الشطف الأول والشطف الأخير) والأسطح على مستويات مختلفة باستخدام طريقة تحليل اعبي التنس المحترفين السريع، وبالتوازي مع التحليلات الكلاسيكية "خمس عينات من مياه الشطف"، لتقييم الجودة الميكروبيولوجية وإجراء مقارنة بين الطريقتين

قمنا بهذا العمل على مستوى مختبر ضبط النفس داخل الوحدة

وقد كشفت الاختبارات التي أجريت في هذا الاتجاه أن اختبارات أتب-ميتري السريعة أعطت نتائج مرضية جدا ومتوافقة على حد سواء لمياه الشطف والأسطح، باستثناء سطح معين من مكيفات الهواء، والتي تكشف عن قيم عالية بسبب وجود أتب. يمكن ملاحظة اختلاف كبير بين أنواع التنظيف المختلفة المستخدمة "التطهير، التنظيف الروتيني، التنظيف الشامل" التي تستخدمها الشركة

بالنسبة للتحليلات التقليدية التي تم إجراؤها، تتمثل في البحث عن نوعين من الكائنات الحية الدقيقة القولونية. يشير هذا إلى وجود تكامل بين الطريقتين، اعتمادا على الاحتياجات المحددة للتطبيق وأهداف التحليل

هذه النتائج التي تم الحصول عليها تؤكد الطلب الجيد على طرق التنظيف المطبقة، وهذا يؤكد ممارسات النظافة الجيدة، داخل سارل غلاس موستا التي تتمتع بالكثير من الجهد من تطبيق برنامج تحليل المخاطر ونقاط المراقبة الحرجة داخل الوحدة

الكلمات المفتاحية

الأيس كريم، التنظيف في المكان، أتب-ميتري، التحليلات الكلاسيكية، سارل موستا الأيس كريم

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Classification des desserts glacés (Herrero et Etienne, 2006).....	5
---	----------

Liste des figures :

Figure 1 : Structure des glaces (Khairullah Mohammed et al., 2022).	4
Figure 2 : Fonctionnement de freezer (Lapointe-Vignola, 2002).	10
Figure 3 : Technologie de fabrication des glaces (Boutonnier, 2021).	10
Figure 4 : Diagramme des causes et effets d'Ishikawa (Raman et Basavaraj, 2019).	12
Figure 5 : Les étapes classiques de nettoyage/désinfection utilisées pour le NEP (Le Petit, 2020).	15
Figure 6 : Le cercle de Skinner (Baricault, 2014).	17
Figure 7 : Principe de l'ATP-métrie (bioluminescence) (Dadi, 2019).	20
Figure 8 : Le principe de la méthode (Minvielle et Rugraff, 1999).	20
Figure 9 : Carte géographique de localisation de l'entreprise.	22
Figure 10 : Organigramme de la SARL Glaces Mosta.	23
Figure 11 : Le schéma du processus de production des glaces.	24
Figure 12 : Méthodes de nettoyage courant.	26
Figure 13 : Méthodes de nettoyage approfondi.	26
Figure 14 : Les tests d'identification rapide « HYGIENA ».	30
Figure 15 : Protocole de test AquaSnap « HYGIENA ».	31
Figure 16 : Protocole de test UltraSnap « HYGIENA ».	31
Figure 17 : Prélèvement des eaux de rinçage.	32
Figure 18 : Prélèvement des surfaces.	33
Figure 19 : Les prélèvements pour l'analyse classique.	34
Figure 20 : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FTAM) selon les normes JORA (2017).	35
Figure 21 : Méthode de recherche des Coliformes fécaux « Test de présomption » selon les normes JORA (2017).	36
Figure 22 : Méthode de recherche des Coliformes fécaux test de « Mac Kenzie » selon les normes JORA (2017).	38
Figure 23 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage de la HTST durant le nettoyage courant.	41
Figure 24 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage de la HTST durant le nettoyage approfondi.	41
Figure 25 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage au niveau les cuves de maturation durant la désinfection.	42
Figure 26 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage au niveau les cuves de maturation durant le nettoyage courant.	43
Figure 27 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage au niveau les cuves de maturation durant le nettoyage approfondi.	44
Figure 28 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant le nettoyage courant au niveau les freezers.	45
Figure 29 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant le nettoyage approfondi au niveau les freezers.	45
Figure 30 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant nettoyage courant des conditionneuses.	46
Figure 31 : Résultats de l'ATP-métrie réalisé sur les surfaces de trois différents lieux dans les cuves de maturation durant la désinfection.	47

Figure 32 : Résultats de l'ATP-métrie réalisé sur les surfaces de trois différents lieux dans les cuves de maturation durant le nettoyage approfondi.	48
Figure 33 : Résultats de l'ATP-métrie des surfaces des conditionneuses.	48
Figure 34 : Résultats de la F.T.A.M des eaux de rinçage durant nettoyage courant et approfondi.	50

Liste d'abréviations

AOAC : Association of Official Agricultural Chemists

ATP : Adénosine triphosphate

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol

BLBVB : Bouillon lactosé bilié au vert brillant

BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène

CIP : Clean In Place

CGAED : Confédération Générale de l'Alimentation en Détail

CT : Coliformes totaux

CF : Coliformes fécaux

DGCCRFR : Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes

EST : Extrait Sec Total

ESDL : Extrait Sec Dégraissé du Lait

FIFO : First in first out

F.T.A.M : *Flore Mésophile Aérobie Totale*

GN : Gélose nutritive

HTST : High temperature short time

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

JOUE : Journal officiel de l'Union européenne

LED : Diode électro-luminescente

MG : Matière Grasse

MO : Microorganismes

MP : Matière première

MSD : Édition professionnelle du Manuel.

NA : Nettoyage approfondi

NC : Nettoyage courant

NEP : Nettoyage en place

NPP : Nombre le plus probable

PME : petite et moyenne entreprise

SARL : Société A Responsabilité Limitée

SNN : Stratégies nationales de normalisation

TACT : Température, Action mécanique, Concentration, Temps

TMSP : Tunisie Ministère de la santé publique

UFC : Unité Formant Colonies

URL : Unités de Lumière Relative

VBL : Vert Brillant Lactosé

D/ C : Double Concentration

S/ C : Simple Concentration

Tables des matières

INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Chapitre 1 : TECHNOLOGIE DES GLACES	4
I.1 Définition	4
I.2 Structure des glaces	4
I.3 Classification des glaces	5
I.4 La composition et la fonction des ingrédients des glaces	5
I.4.1 Matière grasse	6
I.4.2 L'extrait sec dégraissé lactique	6
I.4.3 Le sucre	6
I.4.4 Les stabilisants	6
I.4.5 Émulsifiant	7
I.4.6 Acidifiant	7
I.4.7 Arôme et Colorant	7
I.5 Technologie de fabrication	8
I.5.1 Étape 1 – Formulation du mix	8
I.5.2 Étape 2 – Mélangeage	8
I.5.3 Étape 3 - Pasteurisations	8
I.5.4 Étape 4 - Homogénéisation	9
I.5.5 Étape 5 - Maturation	9
I.5.6 Étape 6 – Coloration et aromatisation éventuelles	9
I.5.7 Étape 7 - Foisonnement	10
I.5.8 Étape 8 - Moulage	10
I.5.9 Étape 9 - Extrusion/formage	10
I.5.10 Étape 10 - Durcissement	11
I.5.11 Étape 11 - Conditionnement et stockage	11
I.6 Les valeurs nutritionnelles des glaces	11
II. Chapitre 2 : L'HYGIÈNE DANS LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES	11
II.1 Définition	11
II.2 Les bonnes pratiques d'hygiène	11
II.2.1 Hygiène du personnel	12
II.2.2 Hygiène de la matière première	12
II.2.3 Hygiène de matériels et équipements	13
II.2.4 Hygiène des locaux et surfaces	13
II.2.5 Lutte contre les nuisibles	13
II.2.6 Hygiène relative au transport et entreposage	14
II.2.7 Gestion des déchets	14
II.3 Nettoyage en place (NEP)	14
II.3.1 Définition	15
II.3.2 Les étapes de nettoyage en place	15
II.3.3 Les facteurs influençant le nettoyage et la désinfection	16
II.3.4 L'importance de nettoyage en place	17
II.4 Principes et techniques des examens microbiologiques	17
II.4.1 Les contrôles microbiologiques classiques	17

II.4.2	Les méthodes de contrôle rapides	18
L'ATP métrie		19
<i>PARTIE EXPÉRIMENTALE</i>		
III.	<i>Matériels et méthodes</i>	22
III.1	Objectif.....	22
III.2	Présentation de l'entreprise	22
III.3	Les produits de <i>Glaces Mosta</i>	23
III.4	Organigramme de l'entreprise	23
III.5	Processus de production des glaces	24
III.6	Méthodes de nettoyage utilisé dans l'industrie	25
III.7	. Matériel	27
III.7.1	ATP-METRE HYGIENA ENSURE TOUCH	27
III.7.1.1	Caractéristique	27
III.7.1.2	Les avantages	27
III.7.1.3	Les différents tests ATP-METRE HYGIENA ENSURE TOUCH.....	28
III.7.2	Échantillonnage et techniques des prélèvements.....	30
III.7.2.1	Prélèvements.	30
III.7.3	Analyses classiques	34
III.7.3.1	Matériels utilise.....	34
III.7.3.2	Prélèvements	34
III.7.3.3	Mode opératoire.....	35
IV.	<i>Résultats et discussion</i>	40
IV.1	Les résultats des analyses rapides de l'ATP métrie	40
IV.1.1	L'eau de rinçage	40
IV.1.1.1	HTST	40
IV.1.1.2	Cuve de sirop.....	42
IV.1.1.3	Cuve de maturation	42
IV.1.1.4	Les freezers.....	44
IV.1.1.5	Les conditionneuses	46
IV.1.2	Surfaces.....	47
IV.1.2.1	Cuves de maturation	47
IV.1.2.2	Conditionneuses	48
IV.2	Les méthodes de contrôle classiques	50
IV.2.1	F.T.A.M	50
IV.2.2	Coliformes totaux.....	50
IV.3	La comparaison entre les résultats de l'ATP-métrie et les méthodes classiques.....	51
	<i>Conclusion</i>	53
	<i>Références bibliographiques</i>	
	<i>ANNEXES</i>	

Introduction

INTRODUCTION

De nos jours, les industries agroalimentaires jouent un rôle de plus en plus important dans la relance de l'économie du pays par le développement de plusieurs variations de produit pour satisfaire le consommateur et lui donner plus de choix sur le marché et une panoplie de goûts.

Parmi ces produits, les glaces constituent un produit à part entière et parmi les produits laitiers les plus consommés dans le monde (Sun-Waterhouse *et al.*, 2013).

Aujourd'hui les glaces sont fabriquées et consommées dans presque tous les pays du monde. La production mondiale totale des glaces et de desserts glacés a été estimée à 14,4 milliards de litres en 2001, soit une moyenne de 2,4 litres par personne (Clarke, 2004), ce secteur est hétérogène et la concurrence est très active. De grands groupes mondiaux cohabitent plus ou moins bien avec de petits artisans où fait l'objet de la commercialisation sur des espaces modernes, dans les rues et les lieux publics à forte fréquentation, sans oublier la présence d'entreprises moyennes de plus en plus filialisées par les deux géants Nestlé et Unilever.

En Algérie, la consommation des glaces est en constante augmentation, cette augmentation est attribuée à sa haute valeur nutritive et à ses propriétés rafraîchissantes pour être une source de soulagement de la chaleur des mois d'été (Patton, 2017).

La production des glaces est un processus qui comprend une série d'étapes, partant d'une bonne sélection des matières premières, des équipements et des bons procédés de fabrication pour trouver le bon équilibre entre ces différentes étapes. Elle est même fondée sur diverses formulations alimentaires associant différents ingrédients, tels que les protéines laitières, les arômes, les épaississants, le sucre, les colorants et, de manière à fournir un produit correspondant à l'attente du marché (Van Kleef *et al.*, 2005 ; Patil et Banerjee, 2017).

Cependant, les glaces constituent un milieu très favorable à la croissance des microorganismes en raison de leur teneur en éléments nutritifs (lactose, protéines, etc.) et de leur pH presque neutre (pH~6-7) (Badr, 2012 ; EL OUALI ALAMI, 2013). Un contrôle de qualité microbiologique est donc nécessaire pour éviter l'altération du produit et garantir sa stabilité jusqu'à ce qu'il atteigne le consommateur (prévenir la survenue d'intoxications alimentaires collectives) (Merkus et Meesters, 2013).

Et pour éviter tout risque de contamination microbienne, il faut garantir que le processus de nettoyage et de désinfection est efficace et qu'il respecte des normes d'hygiène

strictes afin de garantir qu'aucun résidu ne reste dans l'équipement de production (cuve, vannes, etc.). De plus, le processus de nettoyage doit être adapté à la nature du produit (nature organique et/ou minérale).

À cet égard, l'objectif de notre projet de fin d'étude consiste à étudier l'efficacité du système de nettoyage en place (NEP) par l'utilisation de la méthode de l'ATP métrie au sein d'une unité de production des crèmes glacées à Mostaganem (SARL Glaces Mosta).

Ce travail est divisé en deux parties essentielles, chacune apportant une contribution significative à notre compréhension de l'industrie des glaces et de l'importance de l'hygiène dans le secteur agroalimentaire.

La première partie de notre étude est dédiée à la recherche théorique approfondie.

Dans cette section, nous explorerons en détail la technologie des glacées, en examinant leur composition, leur structure et les processus de fabrication. De plus, nous aborderons les normes et les meilleures pratiques en matière d'hygiène dans l'industrie agroalimentaire, en nous penchant sur les bonnes pratiques d'hygiène, les protocoles de nettoyage en place, ainsi que les principes et les techniques d'examens microbiologiques. Cette partie nous servira de base solide pour comprendre les enjeux essentiels liés à notre étude.

La deuxième partie de notre travail se concentre sur la mise en œuvre pratique de notre étude, réalisée au sein de l'entreprise *Glaces Mosta*. Nous décrirons en détail les équipements et les méthodologies employées pour évaluer l'efficacité des procédures de nettoyage dans l'entreprise. Ensuite, nous présenterons les résultats de nos expériences et les analyserons en profondeur.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. Chapitre 1 : TECHNOLOGIE DES GLACES

I.1 Définition

Les glaces sont définies comme des produits laitiers ayant un système physico-chimique complexe avec diverses formes obtenues par des méthodes traditionnelles et industrielles (Arslaner et Salik, 2017). Il agit d'un système complexe à quatre phases : il s'agit d'une mousse partiellement congelée contenant environ 50 % d'air en volume (la teneur en air dépend du type de glace). Les bulles d'air sont maintenues en suspension par la matière grasse globulaire partiellement coalescée et par un réseau de cristaux de glace, le tout étant dispersé dans une phase aqueuse dite continue, contenant les sucres, les protéines et les stabilisants (Schuck *et al.*, 2000).

Les glaces ont une structure complexe composée de glace, d'air et de matière grasse dispersée selon des tailles différentes, dans une phase continue (solution sucrée) formant la matrice. L'organigramme comporte plusieurs opérations unitaires en séquence, telles que le mélange des ingrédients, la pasteurisation, la pré-congélation et la congélation. Pour obtenir une microstructure optimale des glaces, les fabricants doivent contrôler la recette (quantité et type d'ingrédients, tels que les stabilisants) et les paramètres du processus (échelle de chaleur, agitation...) (Amamou, 2009).

I.2 Structure des glaces

Les glaces se composent de 3 phases différentes, les globules gras dont certains peuvent être partiellement coalescés, les bulles d'air et les cristaux de glace qui sont intégrés dans une matrice non gelée de sucres solubles, protéines, minéraux, stabilisants et eau. Les deux phases grasse et aérienne ont également des couches interfaciales qui leur sont associées (McSweeney et O'Mahony, 2016).

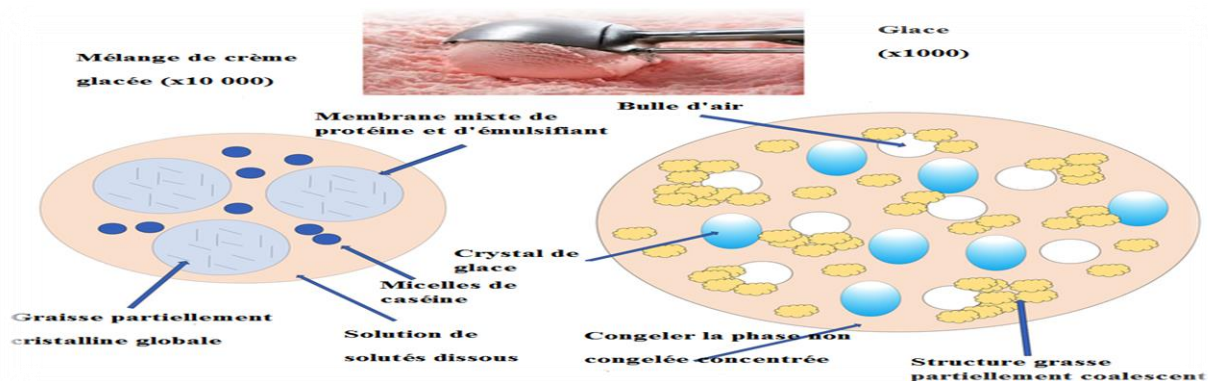


Figure 1 : Structure des glaces (Khairullah Mohammed et al., 2022).

La distribution volumique en quatre phases est de 30 % de cristaux de glace, 50 % de bulles, 10 à 15 % de gouttelettes de graisse, finement dispersées dans 10 à 15 % de matrice liquide visqueuse (la solution aqueuse est continue et dispersée). Les tailles des ingrédients de la crème glacée sont généralement les suivantes : bulles d'air de 20 à 150 µm, cristaux de glace d'eau pure de 10 à 75 µm, globules gras dispersés et masses grasses (agglomérats de globules gras) d'environ 0,4 à 0,5 µm dans une matrice d'eau liquide, taille Variable de 5 µm à plus de 100 µm.

I.3 Classification des glaces

Il existe de nombreuses variétés de glaces. La classification des glaces est résumée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Classification des glaces (Herrero et Hitienne, 2006).

Produit	Composition
Glace à l'eau, glaçon. Poids minimal par litre : 450 g	EST (Extrait Sec Total) au moins égal à 12 %
Glace. Poids minimal par litre : 450 g	Au moins 5 % de matière grasse alimentaire. Sources de protéines : protéines de lait, d'ovo produits et de la gélatine.
Glace au lait. Poids minimal par litre : 450 g	De Matières grasses exclusivement laitières en proportion minimale de 2,5 %. Au moins 6 % d'ESDL. Sources de protéines définies : protéines de lait, d'ovo produits et de la gélatine.
Glaces aux œufs. Poids minimal par litre : 550 g	Au moins 7 % de jaune d'œuf. Des matières grasses exclusivement laitières. Sources de protéines définies : protéines de lait, d'ovo produits et de la gélatine.
Crème glacée. Poids minimal par litre : 450 g	Matières grasses exclusivement laitières en proportion minimale de 8 %. Sources de protéines définies : protéines de lait, d'ovo produits et de la gélatine.
Glaces aux fruits à « nom du fruit ». Poids minimal par litre : 450 g	Au moins 15 % de fruits. Teneur pouvant être réduite selon le type de fruits : 10 % pour les fruits acides et fruits exotiques ou spéciaux, 5 % pour les fruits à coque et leurs préparations (3 % pour la pistache et la noisette)
Sorbet. Poids minimal par litre : 450 g	Mélange d'eau et de sucre dans lequel aucune matière grasse n'est ajoutée au moins 25 % de fruits. Teneur pouvant être réduite selon le type de fruit : 15 % pour les fruits acides et fruits exotiques ou spéciaux, 5 % pour les fruits à coque et leurs préparations (3 % pour la pistache et la noisette).
Sorbet plein de fruits. Poids minimal par litre : 650 g	Au moins 45 % de fruits (20 % pour les fruits acides).
Sorbet à : « nom de l'alcool » ou « préparation aromatisant ». Poids minimal par litre : 450 g	Mélange d'eau et de sucre dans lequel aucune matière grasse n'est ajoutée. Contenant un alcool ou une préparation aromatisant (autre que les fruits) en quantité suffisante.

I.4 La composition et la fonction des ingrédients des glaces

Les ingrédients des glaces peuvent être classés en trois groupes différents. Il contient de grandes quantités d'ingrédients principaux tels que le lait, le sucre, la graisse et l'eau. Contiens de petites quantités d'ingrédients secondaires tels que des émulsifiants, stabilisants, colorants et des parfums et il y a aussi des ingrédients supplémentaires tels que chocolat, gaufres, fruits et noix (Merkus et Meesters, 2013).

I.4.1 Matière grasse

La matière grasse du lait ou la matière grasse végétale contribue à la saveur du produit, en particulier au développement de la texture et à l'aspect sec du produit (Andreasen et Nielsen, 1998).

La graisse est responsable de la plus grande partie de l'onctuosité et agit comme un stabilisateur de mousse en ralentissant la vitesse de fonte des glaces. L'excès de matières grasses dans les formulations des glaces réduit l'expansion (Clarke, 2004).

Parmi les graisses végétales les plus couramment utilisées sont les huiles de palmiste et de noix de coco partiellement hydrogénées, correctement mélangées pour obtenir une plage de fusion satisfaisante. Ces huiles sont généralement douces, donc des parfums appropriés doivent être ajoutés si désirer. De plus, l'ajout de graisses et d'huiles non laitières doit être indiqué sur l'étiquette (Papademas et Bintsis, 2002).

I.4.2 L'extrait sec dégraissé lactique

Contiens du lactose, de la caséine, des protéines, du lactosérum, des minéraux, des vitamines, des acides et des enzymes du lait ou des produits laitiers. Cet ingrédient est traditionnellement issu du lait en poudre écrémé frais concentré, du lait en poudre écrémé froid. Pas moins de 10 à 14 % doivent être ajoutés au mélange (McSweeney et O'Mahony, 2016).

I.4.3 Le sucre

Le sucre est ajouté à la glace sous différentes formes, notamment sèches, liquides ou solides. Addition de sucre est à des pourcentages 12 % à 20 %, mais le niveau préféré est de 14 % à 16 %. Différents sucres utilisés comprennent : le glucose, le fructose, le saccharose et le lactose (Clarke, 2004).

Ils jouent un rôle très important dans la quantité d'eau liée qui n'est pas disponible pour la congélation (Boutonnier, 2001). En d'autres termes, l'augmentation de la teneur en sucre abaisse le point de congélation, réduisant ainsi la fraction d'eau gelée et augmentant la viscosité, inhibant la croissance des cristaux de glace (Jeantet *et al.*, 2008).

I.4.4 Les stabilisants

Généralement, les stabilisants sont des hydrocolloïdes, c'est-à-dire des polymères linéaires ou ramifiés contenant des groupes hydroxyles capables de former des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau. Le plus souvent, ces polysaccharides ont plusieurs rôles fondamentaux dont le principal est de maintenir une structure physico-chimique plus ou moins complexe dans le domaine des glaces (Boutonnier, 2019).

I.4.5 Émulsifiant

En effet, le milieu contient suffisamment de protéines pour assurer sa stabilité, et les émulsifiants contribuent à sa déstabilisation en déplaçant les protéines de l'interface huile/eau. Ce phénomène est à l'origine du séchage, de l'expansivité, de la texture et de l'amélioration de la résistance aux chocs thermiques de la glace (Edgar et Montes, 2002). Leur rôle principal est d'abaisser la tension superficielle entre les phases non miscibles et de favoriser une répartition uniforme des globules gras dans le mélange, améliorant ainsi la texture et l'expansion. Ils sont situés à l'interface entre les phases aqueuse et hydrophobe (air). Avec les protéines, ils forment une membrane autour des globules lipidiques, ce qui empêche les globules lipidiques de s'agglutiner et facilite la distribution des lipides dans l'eau (Schuck *et al.*, 2000).

Les émulsifiants les plus utilisés pour la fabrication des glaces selon (Segall et Goff, 2002) sont :

- Les mono et les di glycérides
- Les polyoxyethylene
- Les dérivés phospholipidiques
- Les protéines

I.4.6 Acidifiant

Le pH du milieu peut être corrigé en ajoutant des acides organiques ou leurs sels. Les régulateurs d'acidité suivants sont autorisés : l'acide citrique (E330) et ses sels tels que le citrate de sodium (E331), de potassium (E332) et de calcium (E333) (Boutonnier, 2001).

I.4.7 Arôme et Colorant

Les molécules aromatiques sont des composés organiques de faible poids moléculaire qui appartiennent principalement aux classes chimiques organiques suivantes, que sont les hydrocarbures, les aldéhydes, les acides, les alcools, les esters, les cétones... etc. Ces arômes sont soit liposolubles, soit hydrosolubles sont perçus plus rapidement lors de la dégustation du fait de leur solubilité dans la phase aqueuse.

Leur vocation est de changer et/ou améliorer le goût des glaces, et à ce titre, ils représentent un levier d'innovation majeur et illimité dans le monde des glaces.

Les colorants ont été considérés avec suspicion et condamnation au fil des années, mais ils sont souvent essentiels, car ils remplissent plusieurs fonctions (Boutonnier, 2019) :

- Conférer la couleur typique à la glace d'eau, à condition qu'aucun de ses constituants n'ait un pouvoir colorant.
- Rehausser la couleur d'une glace ou d'un sorbet en fonction du niveau d'arôme des principaux
- Ingrédients pour faciliter leur identification.
- Homogénéiser la couleur du mélange.
- Améliorer en fin de compte son appétence et son appétence.

I.5 Technologie de fabrication « figure 3 »

I.5.1 Étape 1 – Formulation du mix

La formulation consiste à créer une liste d'ingrédients et leurs proportions en fonction de la destination du produit final. C'est une fonction stratégique du service Recherche et Développement, chargé d'innover sur le cahier des charges et de sélectionner les ingrédients qui répondent aux attentes des consommateurs. La liste des ingrédients disponibles ne cesse de s'allonger au gré des modes et des tendances fortes du marché, et les combinaisons dans ce domaine sont infinies. Il existe à cet effet un logiciel qui effectue des tests préliminaires et valide la formule avant son déploiement sur les voiries industrielles (Boutonnier, 2021).

I.5.2 Étape 2 – Mélangeage

Le but de cette opération est de faire circuler la phase liquide chauffée à environ 50 °C pendant plusieurs minutes dans une cuve avec une turbine à haut cisaillement en pied. La poudre est ensuite ajoutée, dispersée puis dissoute. Enfin, la phase grasse est ajoutée et fondue à 60/65 °C et grossièrement homogénéisée. Le mélange peut être filtré pour éviter les grumeaux avant d'entrer dans le pasteurisateur (Boutonnier, 2021).

I.5.3 Étape 3 - Pasteurisations

Il consiste à détruire les micro-organismes contenus dans le mélange par le processus de chauffage. Il s'agit d'une étape essentielle pour assurer la sécurité alimentaire des consommateurs. Il facilite également la dispersion et la dissolution des ingrédients secs. Elle est réalisée dans une petite cuve de stérilisation à une température de +85 °C pendant 15 secondes ou à une température d'environ 70 °C pendant 10 à 30 minutes.

Si le mélange pasteurisé n'est pas utilisé dans l'heure, il doit être conservé à +4 °C et congelé dans les 24 heures (Dudez *et al.*, 2017). Les protéines de lactosérum dans le lait de vache MSD sont partiellement dénaturées et transformées, exposant la partie lipophile de la molécule à la graisse. En conséquence, la protéine de lactosérum commence à agir comme un émulsifiant

tout en augmentant sa capacité à lier l'eau. La dénaturation augmente également le nombre de sites de liaison disponibles pour les interactions protéine-hydrocolloïde, augmentant ainsi l'efficacité des stabilisants tels que le carraghénane.

La pasteurisation a généralement un effet positif sur la qualité des glaces, mais un traitement thermique excessif entraîne une détérioration organoleptique inacceptable (Varnam, 2012).

I.5.4 Étape 4 - Homogénéisation

Il s'agit d'un traitement physique visant à stabiliser le pourcentage de graisse globulaire et à améliorer la résistance à la fonte des desserts glacés (Boutonnier, 2021). Le mélange est filtré et chauffé à une température d'environ 60 °C avant homogénéisation.

Chauffer à 70 °C pour s'assurer que toute la phase grasse est à l'état liquide (Boutonnier, 2001). Il y a la température qui ne doit pas dépasser 85 °C pour éviter la dénaturation des protéines du lait. Introduction de saveurs désagréables (lait cuit) (Clarke, 2004).

I.5.5 Étape 5 - Maturation

Après le traitement du mélange, un temps de maturation de 4 heures ou plus est recommandé avant la congélation. Cela permet l'hydratation des protéines du lait et des stabilisants (dont la viscosité augmente pendant la maturation), la cristallisation des globules gras et le réarrangement des membranes, ce qui donne une texture plus lisse et un produit de meilleure qualité. La température du mélange doit être maintenue aussi basse que possible (inférieure à 4 °C) sans congélation (Goff et Hartel, 2004).

I.5.6 Étape 6 – Coloration et aromatisation éventuelles

Les couleurs et les saveurs sont généralement prémélanges avec le mélange liquide. En termes de faits saillants, ce sont :

- Solides et finement broyés avant incorporation, comme c'est le cas des noix, pistaches, biscuits, etc. ;
- Qu'ils soient entiers ou en morceaux, sortez-les du réfrigérateur et placez-les dans une mangeoire à fruits pour ne pas les abîmer, ce qui est le cas des raisins secs imbibés de rhum, des griottes, etc. ;
- Tout liquide qui est ensuite injecté/dosé par une pompe volumétrique pour réaliser des persillages à partir de préparations telles que sirops, confitures... (Boutonnier, 2001 ; Lapointe-Vignola, 2002).

I.5.7 Étape 7 - Foisonnement

La texture et la sensation en bouche unique de ces produits proviennent des bulles d'air microscopiques dispersées. Dans la plupart de ces produits, les protéines sont les principaux tensioactifs qui contribuent à la formation et à la stabilisation de la phase gazeuse dispersée. Généralement, les mousses stabilisées aux protéines sont formées en soufflant ou en agitant des solutions de protéines. Les propriétés moussantes des protéines font référence à leur capacité à former des films minces qui résistent à l'interface gaz-liquide, permettant une grande. Un grand nombre de bulles d'air peuvent être absorbées et stabilisées. Le taux d'expansion peut être exprimé comme suit (Fennema *et al.*, 1996).

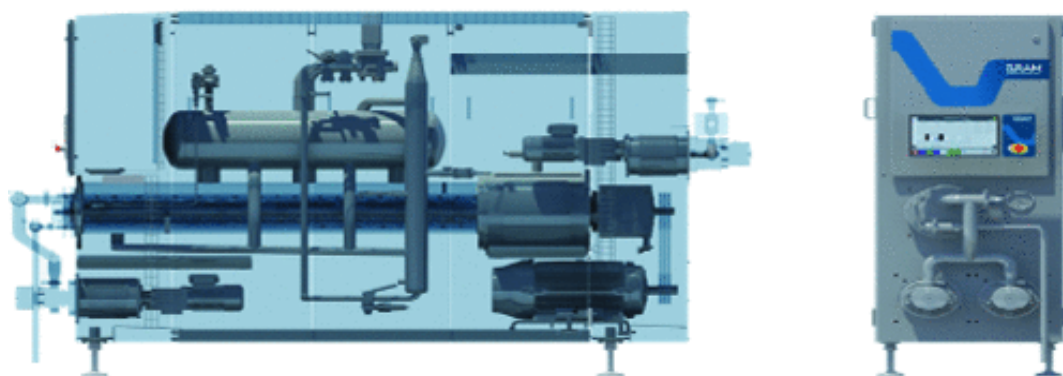


Figure 2 : Fonctionnement de freezer (Lapointe-Vignola, 2002).

I.5.8 Étape 8 - Moulage

Lors de la fabrication des sticks moulés, le produit sortant du congélateur doit être à une température comprise entre -3 et -5 °C, car la viscosité de la glace doit être réduite afin d'assurer un remplissage parfait de l'inox moules. La congélation est ensuite poursuivie dans le moule en faisant passer le moule dans une solution à bas point de congélation pour durcir le produit. Lorsque la dureté du produit est suffisante, la tige de bois est implantée dans le produit. Enfin, les moules sont légèrement réchauffés extérieurement par immersion dans un bain d'eau tiède pour faciliter l'extraction des bâtonnets congelés à l'aide de bâtonnets afin de pouvoir les attraper (Boutonnier, 2001).

I.5.9 Étape 9 - Extrusion/formage

Cette opération convient aux produits moulés à texture plus souple (tubes, sticks, cornets...) pour que la glace remplisse correctement le cornet ou l'emballage, et aux produits extrudés (sticks, bûches...). Une texture plus ferme est nécessaire pour éviter que le produit ne coule à cause de l'extrusion (Boutonnier, 2001).

I.5.10 Étape 10 - Durcissement

Cette phase doit être effectuée si le produit sort du congélateur à une température de $-5/-6\text{ }^{\circ}\text{C}$; en effet, la quantité d'eau congelable non congelée n'est pas suffisante et si la congélation se poursuit trop lentement, le produit obtenu contient très petits cristaux de glace d'eau pure, d'où la grande taille. Cela entraînera des défauts tels que la vitesse de fusion rapide, la froideur, l'épaisseur et la sensation aqueuse. Pour éviter ce défaut, l'air doit être soufflé dans un tunnel avec un ventilateur puissant à $-30/-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, le temps de séjour dépend du rapport surface/volume du produit, de la présence ou non d'emballage et de la température cible du produit à la sortie du tunnel (Boutonnier, 2001).

I.5.11 Étape 11 - Conditionnement et stockage

Pour assurer une bonne conservation, la chaîne du froid doit être respectée : le produit est conservé à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, transporté à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}/-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ et enfin stocké dans un réfrigérateur domestique à $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Jeantet *et al.*, 2008). La rupture de la chaîne du froid crée une fusion de surface, ce qui conduit à une déformation, perte de gonflement et de texture sableuse due à la cristallisation du lactose et à la croissance des cristaux de glace (Jeantet *et al.*, 2008).

I.6 Les valeurs nutritionnelles des glaces

Les glaces sont des aliments complets agréables, riches en protéines, lipides, glucides, sels minéraux et vitamines, plus faciles à digérer grâce à son homogénéisation. Toutes les glaces au lait ont la qualité diététique du lait, qui contient des protéines, des matières grasses, du calcium et des sucres, qui peuvent être augmentés par l'ajout d'œufs et de crème (Patton, 2017). La valeur nutritionnelle des glaces et sorbets varie selon les ingrédients utilisés. Les sorbets riches en fruits contiennent des vitamines, tandis que les glaces apportent du calcium et des protéines, et sont également des produits hypercaloriques en raison de l'ajout de sucre, de fruits et d'autres ingrédients. La glace est principalement composée d'air, ce qui réduit les calories par volume (Berne, 2011).

Une portion de 125 ml des glaces (environ 2 boules) fournit en moyenne 150 calories, 7 g de matières grasses, 20 g de glucides et 100 mg de calcium. Cependant, selon le type des glaces, votre apport calorique peut monter en flèche si vous ne vous en tenez pas à des portions raisonnables ou si vous ne le garnissez pas de sauce au chocolat, de bonbons ou de crème fouettée (Davenat, 2003).

La « glace aux œufs » (des glaciers artisanaux) est la plus riche : elle contient au moins un jaune d'œuf et 8 à 10 grammes de crème fraîche pour 100 grammes de produit. Les "glaces" doivent

contenir au moins 7 % de matière grasse laitière. Une portion de 100 g des glaces contient 207 calories (Davenat, 2003).

Pour "les glaces" (non précisée), aucune teneur minimale en matière grasse n'est précisée dans les produits laitiers. Ce sont ces corps gras qui donnent à la glace son goût crémeux, mais des épaississants, liants ou autres gélifiants (pectine, gélatine, carraghénane, gomme de guar, cellulose...) sont presque toujours ajoutés pour rendre la glace plus visqueuse. Il peut également ajouter des acidulées, des arômes et des colorants autorisés. Il suffit d'aérer le produit, c'est-à-dire de l'aérer avant de le refroidir (Davenat, 2003).

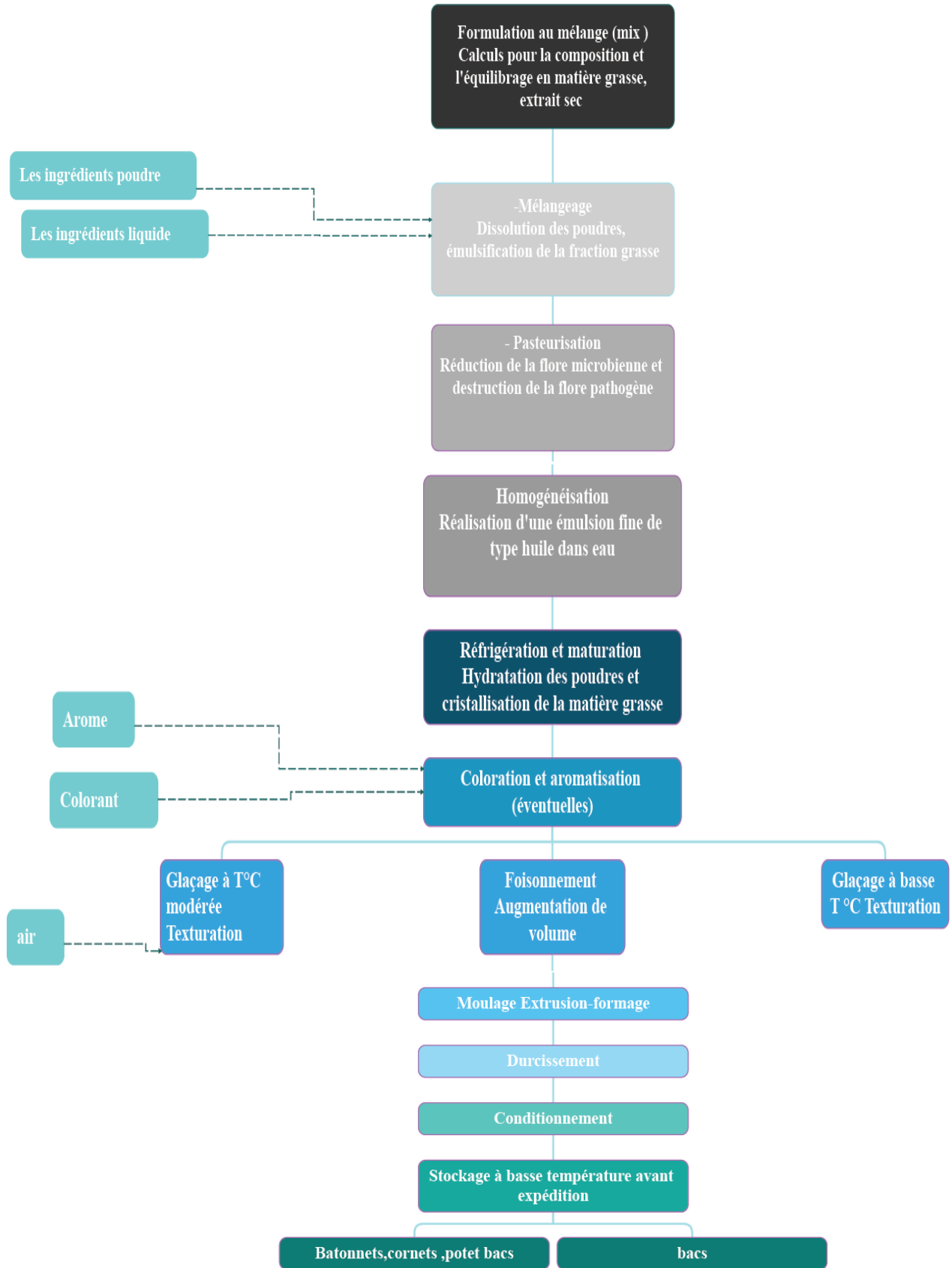


Figure 3 : Technologie de fabrication des glaces (Boutonnier, 2021).

II. Chapitre 2 : L'HYGIÈNE DANS LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES

II.1 Définition

Selon Codex Alimentarius l'hygiène alimentaire c'est toutes les conditions et mesures nécessaires pour assurer la sécurité et la salubrité des aliments à toutes les étapes de la chaîne alimentaire. Et aussi il se définit comme les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers (biologiques, chimiques et physiques) et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire compte tenu de l'utilisation prévue (JORA n°17, 2017).

Objectif de la maîtrise de l'hygiène est pour éliminer toute trace de saleté ou de contamination pour minimiser le risque de contamination croisée. Les polluants peuvent être d'origine particulière, chimique ou microbienne (Baricault, 2014).

II.2 Les bonnes pratiques d'hygiène

Mesures et conditions fondamentales appliquées à chaque étape de la chaîne alimentaire pour fournir des aliments sûrs et salubres pour la consommation humaine. Leur mise en œuvre est un préalable (c'est le « socle de l'hygiène ») et devrait être vérifiée de manière périodique (CodexAlimentarius, 2011).

L'ensemble des conditions et des règles nécessaires à la mise en place d'une chaîne de fabrication d'un aliment, dans le but de garantir la sécurité et la salubrité des produits alimentaires fabriqués (Chamoret, 2013).

Les bonnes pratiques d'hygiène combinées à l'application des outils de qualité Ichikawa (5M) pour un meilleur contrôle de la contamination des produits selon sont :

- Main-d'œuvre
- Matière première
- Matériel
- Milieu
- Méthodes

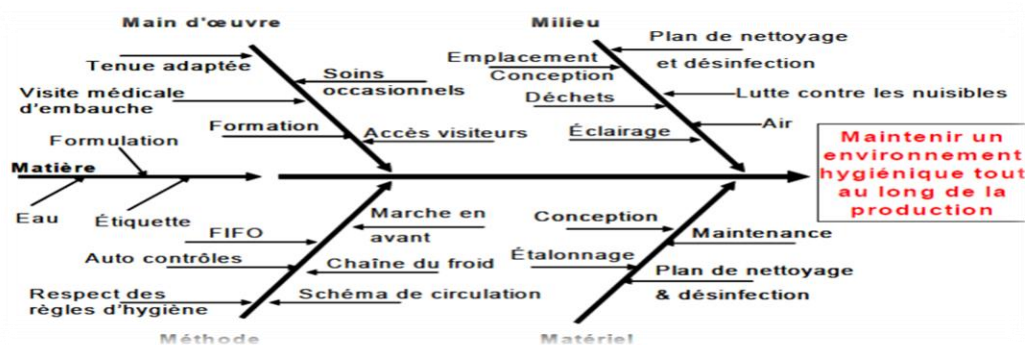


Figure 4 : Diagramme des causes et effets d'Ishikawa (Raman et Basavaraj, 2019).

II.2.1 Hygiène du personnel

Les êtres humains sont la source principale et la plus importante de contamination microbienne (Codex Alimentarius, 2003), il faut garantir que les personnes en contact direct ou indirect avec le produit répondent à des normes élevées selon (Codex Alimentarius, 2011 ; Mouloudi, 2013 ; Boutou *et al.*, 2014) :

- Maintenir une bonne santé personnelle
- Maintenir un niveau approprié d'hygiène personnelle.
- Les employés doivent porter des vêtements propres.
- Comportement approprié (comportement individuel)
- Formation professionnelle des salariés.
- Empêcher les visiteurs qui visitent les zones de manipulation des denrées alimentaires de les contaminer.

L'objectif est de limiter l'apport de germes par les manipulateurs. Le respect des recommandations d'hygiène des employés nécessite une sensibilisation continue et de nouvelles formations (CGLED, 1999).

II.2.2 Hygiène de la matière première

La sécurité des aliments utilisés est une exigence, il est impératif avant tout de la sécurité des aliments (utiliser un aliment propre), il faut donc faire attention à la préparation, la réception ainsi qu'au stockage de la matière première (El Marrakchi, 2009 ; Diouf, 2013 ; Chebli et Fellak 2016).

Trois éléments à considérer (Boutou *et al.*, 2014) :

- Origine alimentaire
- Mode de transport et livraison
- État des marchandises

II.2.3 Hygiène de matériels et équipements

De manière générale, les matériaux et équipements qui entrent en contact avec les aliments doivent être certifiés pour un usage alimentaire (GBPHR, 2013), non absorbant, anticorrosion, lisse, capable de supporter des opérations de nettoyage à répétition après préparation ou pendant la préparation, si nécessaire, et pour exclure les bois toxiques, le cuivre, le zinc, l'acier galvanisé. Pour cela, le matériau doit de préférence être en acier inoxydable pour éviter l'oxydation et la rouille, et en plus Facilité d'entretien physique (El Marrakchi, 2009 ; Duho, 2012; JORA n°17, 2017; Koriba et Kich 2018).

II.2.4 Hygiène des locaux et surfaces

Le maintien d'une bonne hygiène des installations et des surfaces est essentiel pour prévenir la propagation des germes et des infections (Sylla, 2000 ; Mouloudi, 2013).

- L'installation doit être en bon état (pas de fissures et de trous dans les murs et les sols, carrelage écaillé, sols glissants et peinture écaillée).
- L'aménagement des locaux doit se faire sous certaines conditions pour éviter la pollution et prévenir les risques professionnels.
- Respecter le principe du mouvement de translation.
- Respectez le principe du premier entré, le premier sorti.
- La réglementation stipule que les sols doivent être nettoyés et lavés si nécessaire, en particulier à la fin de chaque journée de travail.
- Le balayage à sec est interdit.

II.2.5 Lutte contre les nuisibles

Ce sont des prédateurs domestiques, tels que les oiseaux, les rongeurs, les insectes qui causent la contamination microbiologique. Il est donc nécessaire l'herméticité des locaux pour éviter l'entrée de nuisibles. Il est important de bien fermer les portes et les fenêtres, et d'utiliser des moustiquaires pour les fenêtres qui restent ouvertes.

L'hygiène des installations doit être très stricte, en particulier dans les endroits où certains aliments, tels que le sucre et les produits laitiers, ainsi que toute surface inaccessible pour le nettoyage, peuvent servir de stockage de nourriture pour les nuisibles ([Ndiaye, 1992](#) ; [Belaout et Ali salem, 2016](#)).

II.2.6 Hygiène relative au transport et entreposage

Les établissements doivent s'assurer que les ingrédients, les emballages et les autres matériaux reçus de l'extérieur sont transportés, manipulés et entreposés de manière à prévenir les conditions pouvant entraîner la contamination des aliments. Il est également nécessaire de mettre en place une gestion adéquate des stocks (First in, first out : FIFO). Les établissements doivent avoir en place un programme de surveillance et de contrôle adéquat pour tous les éléments mentionnés dans cette section et doivent conserver les registres nécessaires ([Lapointe-Vignola, 2002](#) ; [Mouss, 2006](#)).

II.2.7 Gestion des déchets

Tous les déchets doivent être placés dans un sac étanche, enlevé dès que possible et placé dans un conteneur couvert, de conception adaptée, bien entretenue et facile à nettoyer ([JOUEn°852, 2004](#); [TMSP, 2007](#)).

- Désinfecter et ne jamais apporter dans les salles de production
- Les contenants doivent être nettoyés et désinfectés après chaque utilisation, conservés dans un local fermé dédié à cet effet, maintenu à une température aussi basse que possible, bien aéré et à l'abri des nuisibles. Il doit être facile à nettoyer
- Désinfection, communication directe avec l'extérieur, équipée d'une station de lavage à eau chaude et traitement des eaux usées ;
- Tous les déchets doivent être éliminés de manière hygiénique et respectueuse de l'environnement, conformément à la législation communautaire pertinente.

II.3 Nettoyage en place (NEP)

Aujourd'hui, le NEP est une méthode standard dans l'industrie alimentaire. Le nettoyage est défini par le phénomène physique d'élimination des salissures adhérentes d'un support solide, ensuite on parle plus spécifiquement des détergents. Ce détergent représentera l'ensemble des phénomènes physiques visant à éliminer les taches, car elles sont en suspension ou dispersé dans la solution de lavage. Cette action nettoyante, associée à des facteurs physiques ([Baricault, 2014](#)).

II.3.1 Définition

Matériel nettoyé sans pré-démontage : c'est-à-dire nettoyage en place (NEP) ou « nettoyage en place » en anglais. L'opérateur n'interfère pas avec le processus de nettoyage, il est uniquement présent pour assurer le bon déroulement du processus de nettoyage et vérifier les données brutes. Enregistrées sur papier ou surveillées (Baricault, 2014).

Pour ce type de nettoyage, il doit y avoir des installations de lavage à l'intérieur de l'établissement et des buses de nettoyage doivent être à l'intérieur de l'équipement et réservoir de stockage utilisant un système fermé par aspiration ou circulation de liquide. Ce sont des installations lourdes et coûteuses, mais elles permettent d'obtenir la meilleure reproductibilité de nettoyage et de réduire le risque pour l'opérateur (Faille *et al.*, 2010).

II.3.2 Les étapes de nettoyage en place

Dans l'opération de NEP, il y a généralement ces étapes impliquées selon (Genin, 1967 ; Faille *et al.*, 2010) :

- a) Pousser avec de l'eau ou de l'air pour recueillir les produits alimentaires encore dans l'installation et les retirer des surfaces.
- b) Prérinçage : faire circuler de l'eau chaude ou froide (alors associée à un traitement hydrofuge) pour éliminer les liants faibles sur la surface ;
- c) Phase de détergence de 20 minutes à 75 °C : action de nettoyage chimique (acide ou alcalin) pour agir sur le tartre afin de favoriser l'élimination du tartre de la surface ;
- d) Post-rinçage : on parle aussi d'un lavage final ou intermédiaire avant stérilisation, où les résidus et résidus chimiques sont éliminés par circulation d'eau ;
- e) Une possible désinfection 20 minutes ;
- f) Rinçage final avec circulation d'eau avant transformation ultérieure du produit.

La durée de ce nettoyage complet est d'environ 2h30 pour chaque solution de nettoyage et 10 minutes pour les rinçages entre les nettoyages (Le Petit, 2020).

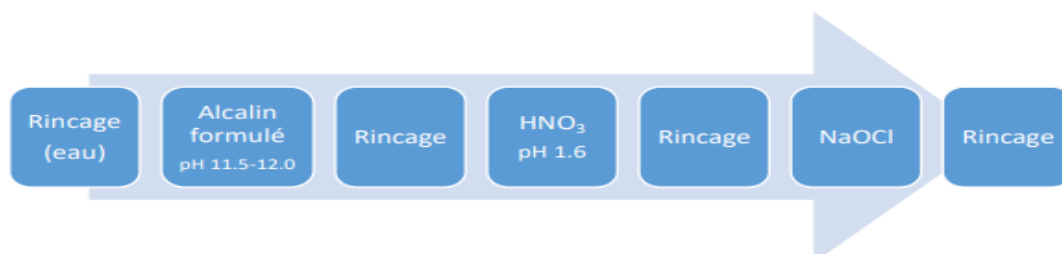


Figure 5 : Les étapes classiques de nettoyage/désinfection utilisées pour le NEP (Le Petit, 2020).

II.3.3 Les facteurs influençant le nettoyage et la désinfection

Les 4 paramètres du processus de nettoyage sont des facteurs importants affectant l'efficacité du processus de nettoyage, rendant l'équipement propre et sec à l'œil nu et respectant les limites fixées pour les résidus d'ingrédients actifs, les agents de nettoyage et sur la contamination microbiologique. Ces quatre paramètres sont réunis dans le cercle de Skinner selon (Baricault, 2014 ; Yamouchene et Ouzaid, 2015).

Les 4 facteurs clés du nettoyage sont :

- **Concentration de détergent** : La quantité de détergent dans la solution devra être ajustée à la concentration appropriée avant le début du nettoyage. Pendant le processus de nettoyage, la solution est diluée par l'eau de lavage et le mélange de résidus. Par conséquent, il est nécessaire de vérifier la concentration lors du nettoyage. En règle générale, les détergents sont utilisés à une concentration de 2 à 5 %.
- **L'action mécanique** : Il joue un rôle très important dans l'efficacité du nettoyage et variera si le nettoyage est manuel ou automatique. En effet, le nettoyage manuel dépendra des actions de frottement effectuées par l'opérateur. En ce qui concerne le nettoyage automatique, la distance entre la buse/la surface de nettoyage et l'angle d'impact de la solution de lavage sur la surface à nettoyer affectera l'effet de nettoyage.
- **La température de lavage** : la température peut accélérer ou ralentir l'effet détergent de certains ingrédients actifs. Par conséquent, il est nécessaire de déterminer la température de lavage optimale pour permettre une bonne élimination des résidus et un meilleur effet de nettoyage.
- **Le temps** : Le temps de contact entre le détergent et la surface à nettoyer est un paramètre important pour que le détergent fonctionne efficacement. Pour le nettoyage automatique, la détermination du temps d'impact est très importante pour assurer un bon nettoyage.

Ces paramètres sont interdépendants et sont la clé d'un nettoyage réussi. Il faut donc trouver le meilleur équilibre possible entre ces quatre facteurs.

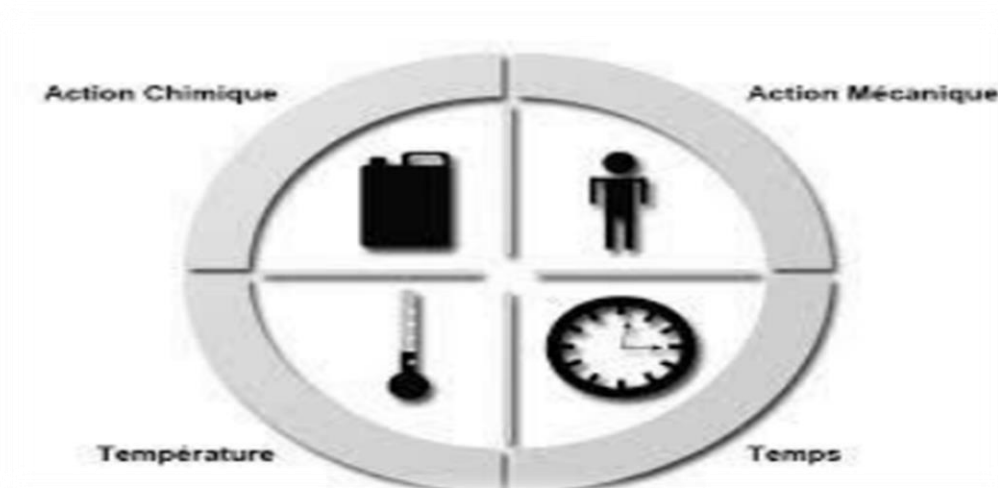


Figure 6 : Le cercle de Skinner (Baricault, 2014).

II.3.4 L'importance de nettoyage en place

L'importance du NEP réside dans sa capacité à garantir la sécurité et la qualité des produits en éliminant les contaminants et les résidus, empêchant ainsi la contamination croisée et conservant un goût et une apparence constante. Il permet de répondre aux exigences et normes réglementaires strictes, de réduire les temps d'arrêt et donc augmenter la productivité, et aussi conserver les ressources en énergie et en eau, et afin de réduire les coûts d'exploitation.

Dans l'ensemble, le NEP n'est pas seulement une méthode de nettoyage rentable et efficace, c'est aussi un élément essentiel pour préserver la réputation de la marque et l'intégrité du produit (Saulou-Berion, 2009 ; Baricault, 2014 ; Thomas et Sathian, 2014 ; Ramos *et al.*, 2020).

II.4 Principes et techniques des examens microbiologiques

Les aliments sont très sensibles à la contamination microbienne, ce qui implique des contrôles microbiologiques obligatoires pour garantir l'innocuité des denrées.

II.4.1 Les contrôles microbiologiques classiques

Reposent sur la mise en culture d'un inoculum dans un milieu spécifique pour chaque pathogène. La température d'incubation et la nature de l'atmosphère dans lequel le milieu est incubé permettent de cultiver sélectivement une population bactérienne. Ces méthodes servent de référence et font l'objet d'une normalisation au niveau international

(Tordjman-Valency, 2016). Les micro-organismes les plus recherchés par les méthodes de contrôle classique sont ceux responsables de toxi-infection alimentaire selon (Bornert, 2000 ; Dadi, 2019) :

- Mésophiles totaux aérobies (FMAT)
- Coliformes totaux (CT)
- Coliformes fécaux (CF)
- Salmonelles
- Staphylococcus aureus
- Clostridium Sulfite-réducteurs
- Levures et moisissures.

Les méthodes de recherche dépendent du germe à contrôler :

- Le Dénombrement sur plaque ;
- La colorimétrie (Nombre le plus probable) ;
- Filtration sur membrane ;
- Isolement sur un milieu sélectif après l'étape d'enrichissement et d'enrichissement (cas salmonelle) ... etc.

Pour chaque analyse, il faut s'assurer que la méthode choisie est adaptée et que la prise d'essai sur l'échantillon est suffisante pour permettre l'évaluation de la conformité aux spécifications. Mais ces méthodes sont longues, coûteuses et nécessitent des temps de réponse très longs.

II.4.2 Les méthodes de contrôle rapides

La modernisation des méthodes analytiques offre des améliorations significatives en termes de vitesse, de précision et de spécificité par rapport aux méthodes traditionnelles (Tordjman-Valency, 2016).

- Les méthodes fondées sur la croissance des micro-organismes nécessitent une phase de croissance microbienne, de sorte qu'un signal détectable peut être obtenu. Comme la turbidimétrie, la calorimétrie ou la bioluminescence,
- Les méthodes directes, avec différenciation cellulaire et visualisation individuellement, par exemple par cytométrie en phase solide ou en flux,
- Méthode basée sur l'analyse des composants cellulaires, avec mesure indirecte de la présence de micro-organismes par l'expression d'un composant cellulaire spécifique.

L'ATP métrie

ATP-mètre est l'une des méthodes de contrôle microbiologique étant largement utilisés pour valider l'efficacité du système de nettoyage et désinfectant, car elle est sensible, simple à mettre en œuvre et rapide, cela permet d'obtenir des résultats immédiats (en quelques minutes et/ou quelques secondes) et sélectifs, la mise en œuvre des actions correctives le plus rapidement possible et aussi réduire l'erreur humaine. Cette méthode effectue plusieurs tests pour contrôler l'hygiène des équipements et des matériels, le contrôle de l'eau utilisée dans les opérations de nettoyage et de production, ainsi que le contrôle des produits finis, chaque test nécessite un kit spécial pour les surfaces, les eaux, les bactéries pathogènes (Dadi, 2019).

Le principe de cette méthode est :

La mesure de bioluminescence de l'ATP (composé énergétique présent dans toutes les cellules vivantes) utilisant le complexe luciférine-luciférase (se produit naturellement dans certains organismes vivants comme chez les lucioles) pour détecter le test ATP. Ce complexe enzymatique, en présence d'oxygène et de magnésium, convertit l'énergie dégagée par l'hydrolyse de l'ATP en lumière. La quantité de lumière émise est proportionnelle à la quantité d'ATP. Il suffit donc de mesurer la quantité de lumière émise, à l'aide d'un luminomètre, en Relative Light Unités (URL), pour déterminer la quantité d'ATP présente initialement et ainsi déterminer le nombre de micro-organismes présent dans l'échantillon (BENDEDDOUCHE et BENSID, 2009 ; Baricault, 2014). Cette méthode détecte les 3 sources d'ATP selon (Minvielle et Ru graff, 1999) :

- ATP d'origine microbienne, dérivé de bactéries, levures ou moule ;
- L'ATP est dite « somatique » et provient de cellules biologiques (lait, sang, muscles, plantes, etc.) ;
- ATP extracellulaire, issue de débris microbiens ou cellules somatiques. Cet ATP est rapidement dégradé dans le milieu extérieur.

La réaction globale de cette réaction enzymatique luciférine-luciférase des lucioles :



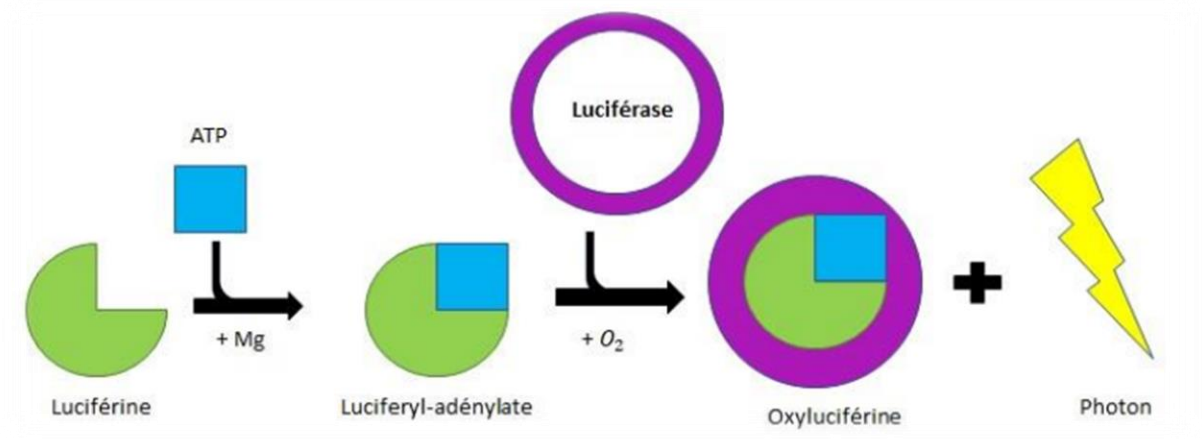


Figure 7 : Principe de l'ATP-métrie (bioluminescence) (Dadi, 2019).

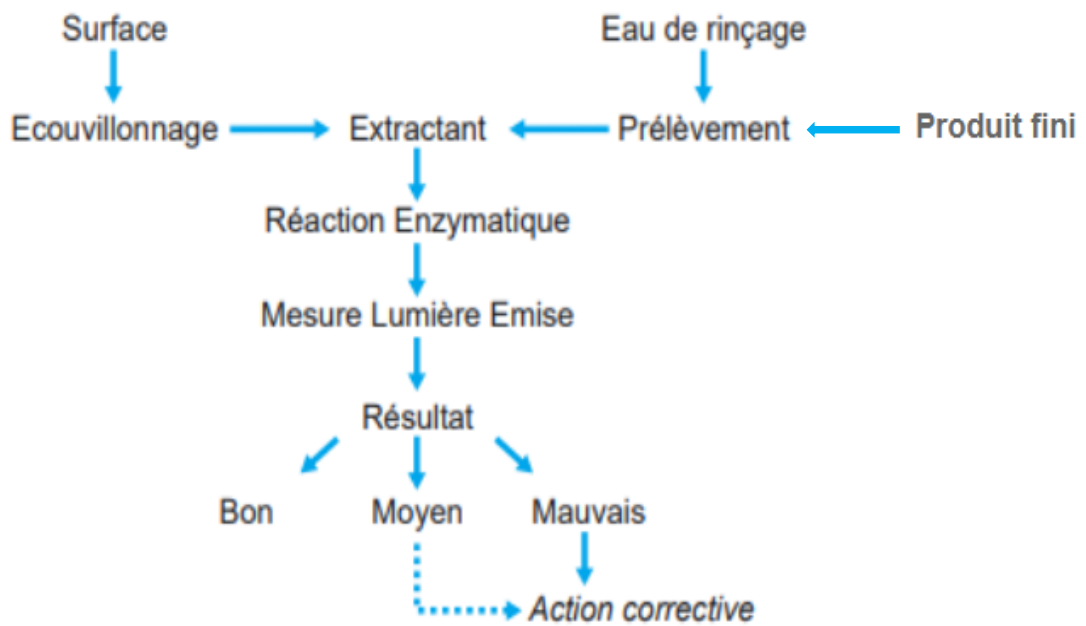


Figure 8 : Le principe de la méthode (Minvielle et Rugraff, 1999).

PARTIE
EXPÉRIMENTALE

III. Matériels et méthodes

III.1 Objectif

L'objectif de notre projet de fin d'études consiste à étudier l'efficacité de système de nettoyage en place (NEP) au sein d'une unité de production des crèmes glacées à Mostaganem (SARL *Glaces Mosta*) par l'utilisation de la méthode de l'ATP métrie tout en vérifiant l'efficacité de cette méthode par comparaison avec les tests microbiologiques classiques. Cette étude a été réalisée au niveau de laboratoire auto-contrôle de l'entreprise *Glaces Mosta*.

III.2 Présentation de l'entreprise

Créée en 1992 par la famille BOUAMRANE sur un terrain de près de 7875 m². L'usine occupe un emplacement stratégique sur le réseau routier. Le fait qu'elle ne soit qu'à quelques mètres de l'autoroute reliant Mostaganem à Mesra et d'est en ouest de Mostaganem facilite l'acheminement régional de ses produits. De plus, sa proximité avec l'autoroute Est-Ouest est très avantageuse, lui permettant d'entrer sur le marché national.

L'entreprise fabrique des produits en utilisant des matières premières de différents pays, sa capacité de production peut atteindre jusqu'à 60 000 litres par jour de produits combinés et emploi jusqu'à 200 travailleurs en haute saison, ce qui en fait une petite et moyenne entreprise(PME).



Figure 9 : Carte géographique de localisation de l'entreprise.

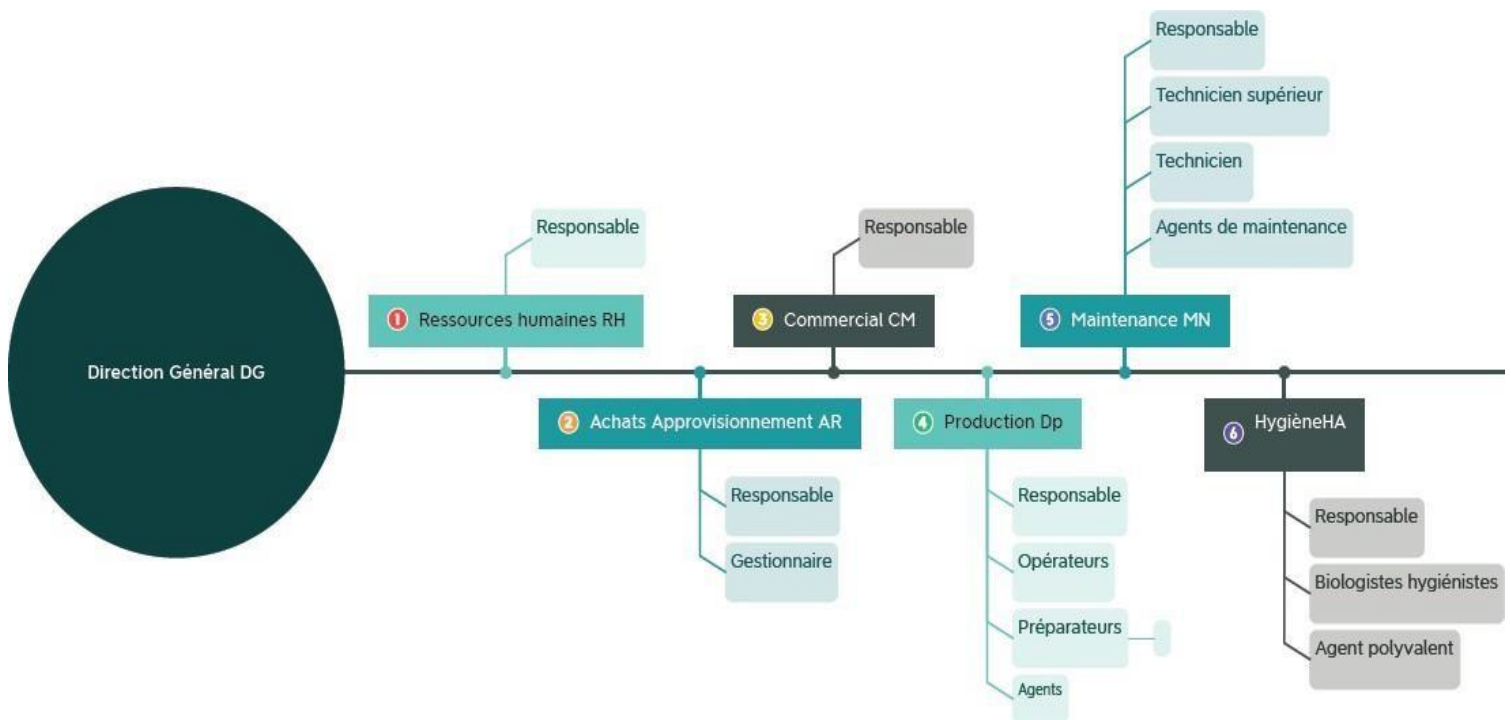
III.3 Les produits de *Glaces Mosta*

Cependant, l'entreprise propose généralement une variété de produits, notamment :

- **Cornets de glace** : Des cornets de gaufrettes remplis de différents saveurs des glaces l'entreprise donne le nom de cornetto à ce produit.
- **Barres glacées** : Des bâtonnets de crème glacée enrobés de chocolat ou d'autres enrobages. L'entreprise produit deux types de bâtonnets glacés : Mini Mosta et Must.
- **Pots de glace** : Des contenants de crème glacée en vrac dans une variété de saveurs. Industrie produit cinq produits de cette catégorie : Méga pot, Extra, Méga coupe, Monoet Trio.

III.4 Organigramme de l'entreprise

Une organisation hiérarchique est inhérente aux entreprises pour un meilleur fonctionnement l'organigramme, la figure 10 montre un schéma des liens fonctionnels, de l'organisation et de la hiérarchie de l'entreprise *Glaces Mosta*, ainsi qu'un aperçu de la répartition des postes et des fonctions en leur sein.



. **Figure 10** : Organigramme de la SARL *Glaces Mosta*.

III.5 Processus de production des glaces

Le schéma du processus de production des crèmes glacées adopté par l'entreprise est représenté sur la figure 11.

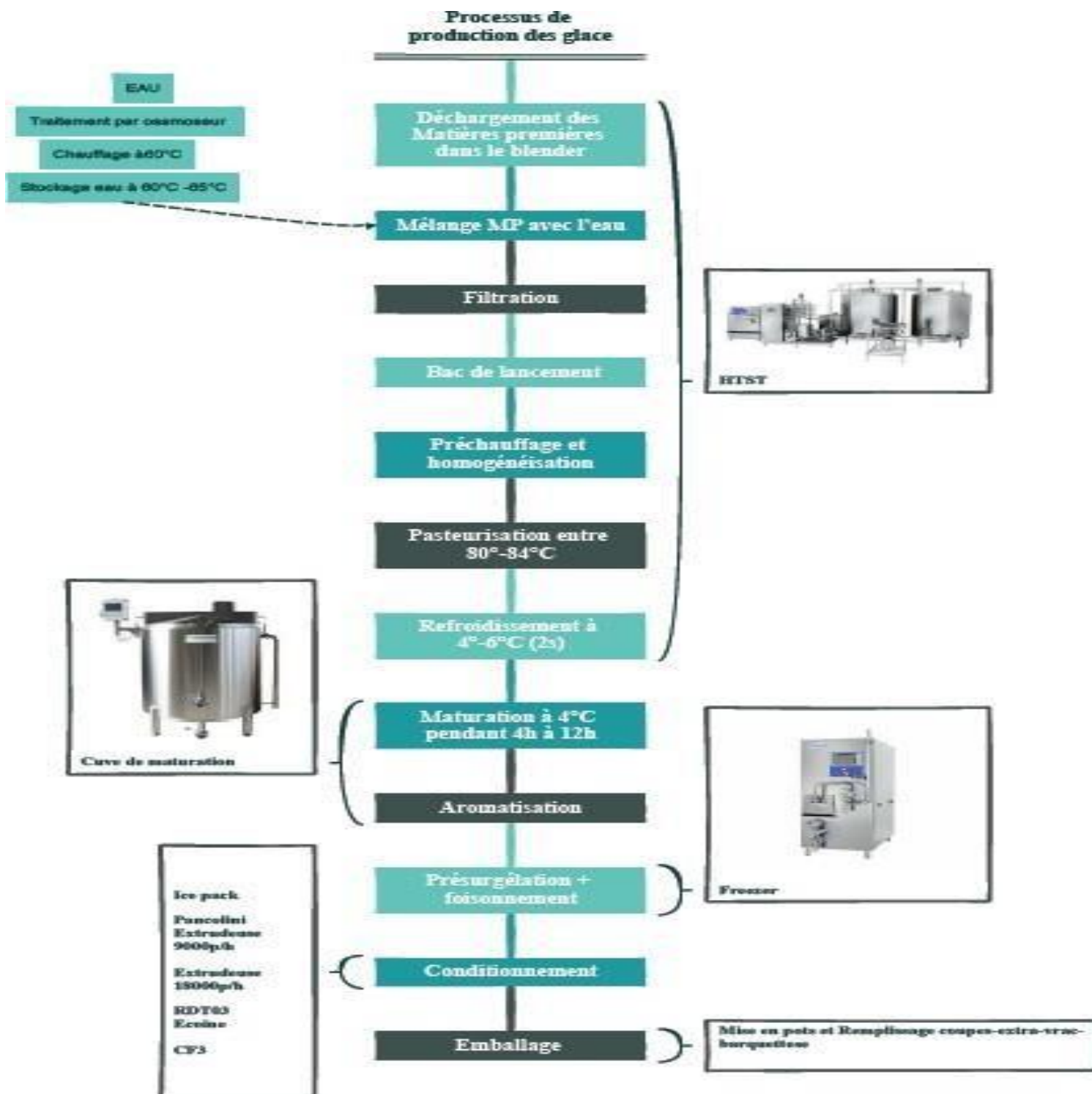


Figure 11 : Le schéma du processus de production des glaces.

III.6 Méthodes de nettoyage utilisé dans l'industrie

Le nettoyage est une activité d'entretien et de maintenance des locaux et des équipements ayant pour objectif premier d'assurer un aspect agréable et un degré de propreté, de confort et d'hygiène. Cette élimination (à tous les niveaux macroscopiques des saletés granulaires, biologiques, organiques ou liquides est réalisée par un procédé qui respecte l'état) des surfaces traitées et utilisées, selon le taux d'évolution, les facteurs suivants se combinent : TACT Température, Action mécanique, Action chimique et le Temps.

L'usine tient à effectuer le nettoyage dans son intégralité, en utilisant de nombreuses méthodes de nettoyage, notamment :

- **Rinçage et désinfection** : nettoyage effectué après chaque opération pour les cuves de maturation.
- **Nettoyage courant** : nettoyage consiste à additionner un détergent alcalin VC13 dans une première étape tandis que la deuxième concerne l'addition d'un désinfectant à base de l'ammonium quaternaire VT50 ce nettoyage effectuer tous les jours pour le HTST, ligne de pasteurisation et les Freezers utilisés pendant la journée.
- **Nettoyage Approfondi** : nettoyage consiste à additionner un détergent alcalin VC13 dans une 1ere étape tandis que la deuxième concerne l'addition d'un détartrant acide nitrique non fumant et la troisième étape est l'addition de désinfectant VT50 effectuer toutes les fins de semaine pour le HTST et la ligne de pasteurisation et les Freezers.

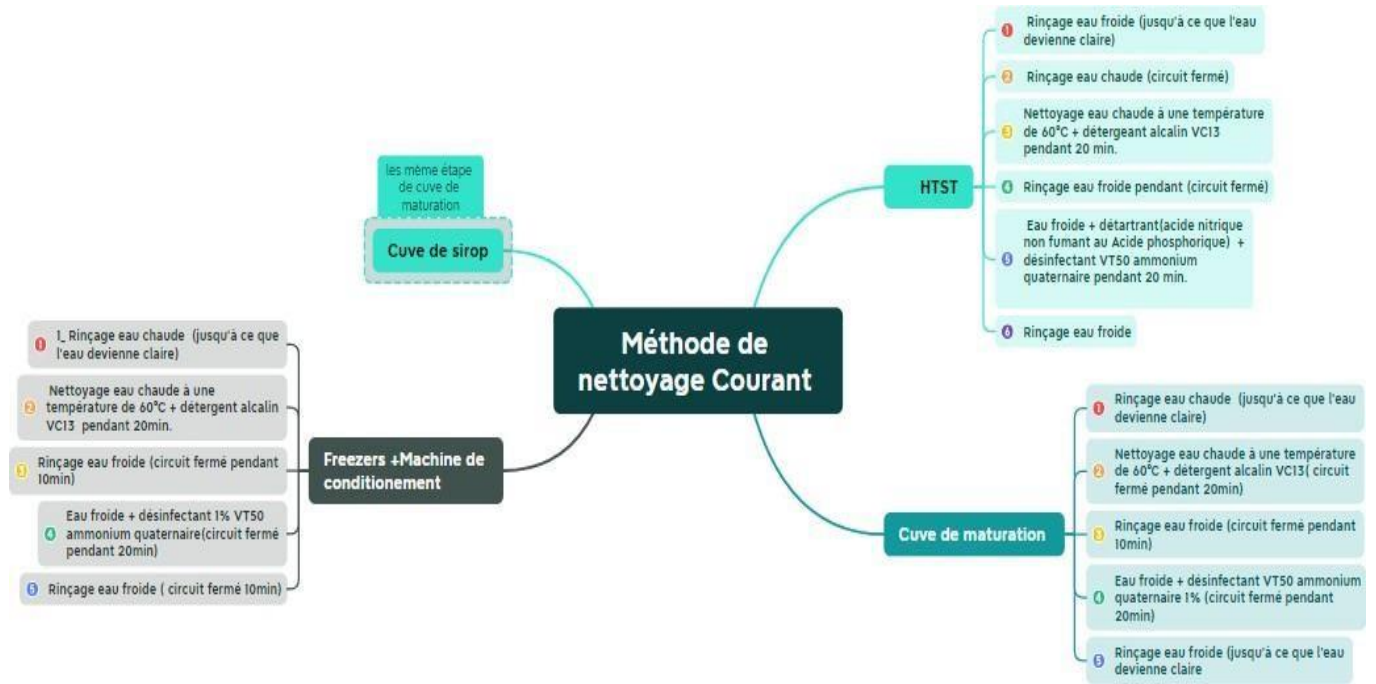


Figure 12 : Méthodes de nettoyage courant.

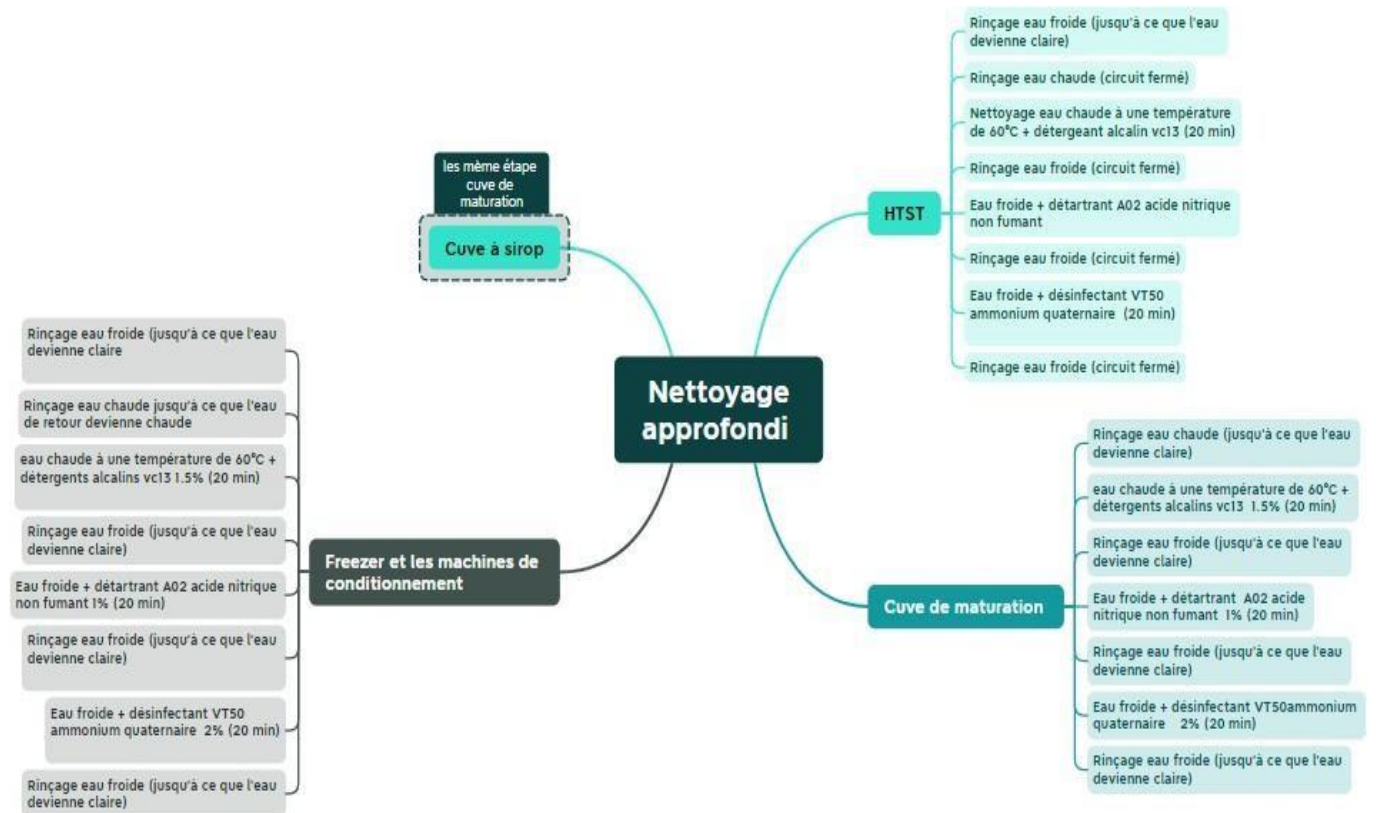


Figure 13 : Méthodes de nettoyage approfondi.

III.7 . Matériel

III.7.1 ATP-METRE HYGIENA ENSURE TOUCH

Le compteur EnSURE Touch ATP est un système de surveillance de l'ATP définie par des procédures de mesure, d'enregistrement et HACCP à portée de main. Plus qu'un simple ATP-mètre, il permet également de détecter et de numériser des micro-organismes grâce à des réactions de bioluminescence.

EnSURE Touche

Collecte, analyse et rapporte les données de divers appareils de test de qualité fiables depuis longtemps, fournissant des données de vérification sanitaire rapides et précises.

Doté d'un écran tactile de 5 pouces, d'une technologie de synchronisation sans fil et d'un logiciel basé sur le cloud (Chellouah, 2020).

Conçu pour s'adapter à votre lieu de travail, en fournissant les données dont vous avez besoin pour la surveillance complexe de la chaîne d'approvisionnement multi-sites et la gestion des risques.

III.7.1.1 Caractéristique

EnSURE Touch ATP caractérise par la réalisation rapide de test, sécurisée, intuitif par recherche rapide de plans d'échantillonnage, lieux et utilisateurs, vérification d'étalonnage, synchronisation avec le logiciel de programmes SureTrend™ Cloud, à nombreux paramètres, connexion Wifi et analyse des tendances et des rapports (Chellouah, 2020).

III.7.1.2 Les avantages

EnSURE Touch ATP à nombreux avantages selon (Chellouah, 2020) tel que :

- Plus de données sur les résultats : ajout du personnel de nettoyage, les produits de nettoyage, etc,
- Chambre de lecture amovible : meilleur nettoyage de la chambre de lecture si contamination,
- Coque extérieure robuste : Écran EnSure touch incassable, coque résiste aux chocs
- Batterie intelligente : Réglage de la luminosité de l'écran, délai d'inactivation de l'écran,
- Utilisation pratique à une main.

III.7.1.3 Les différents tests ATP-METRE HYGIENA ENSURE TOUCH

Cet appareil a plusieurs fonctions au fait plusieurs analyses chaque de c'est analyse à un kit spéciale méthode spéciale selon (Chellouah, 2020) les tests sont (voir la figure 14) :

Test microbiologique

- Test de surface,
- Test de l'eau,
- Test d'étalonnage,
- Tests pathogènes.

UltraSnap, SuperSnap : Test ATP de Surface

- Résultats en 10 secondes,
- Extrêmement sensible,
- Efficace, facile à utiliser,
- 100 % recyclable & non toxique,
- Répétabilité, linéarité, sensibilité et exactitude remarquables selon une étude établie par un laboratoire tiers.

Aquasnap : Test ATP des eaux

- Système de prélèvement homogène,
- Plus fiable que le système de lames gélosées,
- 100 % recyclable & non toxique^{10³}

Kit d'étalonnage CalcheCk

- Contrôle la calibration du système en interne Technologie,
- Faire prévue de diligence raisonnable,
- Réduction des frais d'étalonnage,
- Utilisation illimitée.

MicroSnap

Tests d'identification rapide des micro-organismes en 6h-8h.

- Détection des enzymes,
- Bioluminescence,
- Quantifiable,
- Sensible,
- Exacte,
- Rapide,
- Pratique.

Pathogène test Colorimétrique : Contrôle de Listeria et salmonella de surface.

Insite Listeria

- Milieu liquide contenant des facteurs de croissance pour les listeria spp et des inhibiteurs des bactéries G - (les antibiotiques),
- Principe basé sur l'hydrolyse du substrat chromogène par β -glucosidase,
- Caractère biochimique commun Enterococcus Spp,
- Positif présomptif au bout de 24 heures : virage du jaune/ambré au marron/noir clair (à confirmer),
- Confirmation du négatif « jusqu'à 48 h d'incubation »,
- Certifiée par AOAC Research Institut,
- Détection de l'ordre de 1-10 CFU.

Insite Salmonella

- Milieu liquide contenant un agent sélectif pour les salmonella et des inhibiteurs d'autres bactéries (G -, certains coliformes),
- Principe basé sur la fermentation du dulcitol,
- Caractère biochimique commun à E. coli et Citrobacter,
- Préssumé Positif au bout de 24 h : virage du milieu après acidification du violet au jaune (à confirmer),
- Confirmation du négatif « jusqu'à 48 h d'incubation »,
- Test approuvé et certifié par l'AOAC Research Institute,
- Détection de l'ordre de 1-10 UFC.

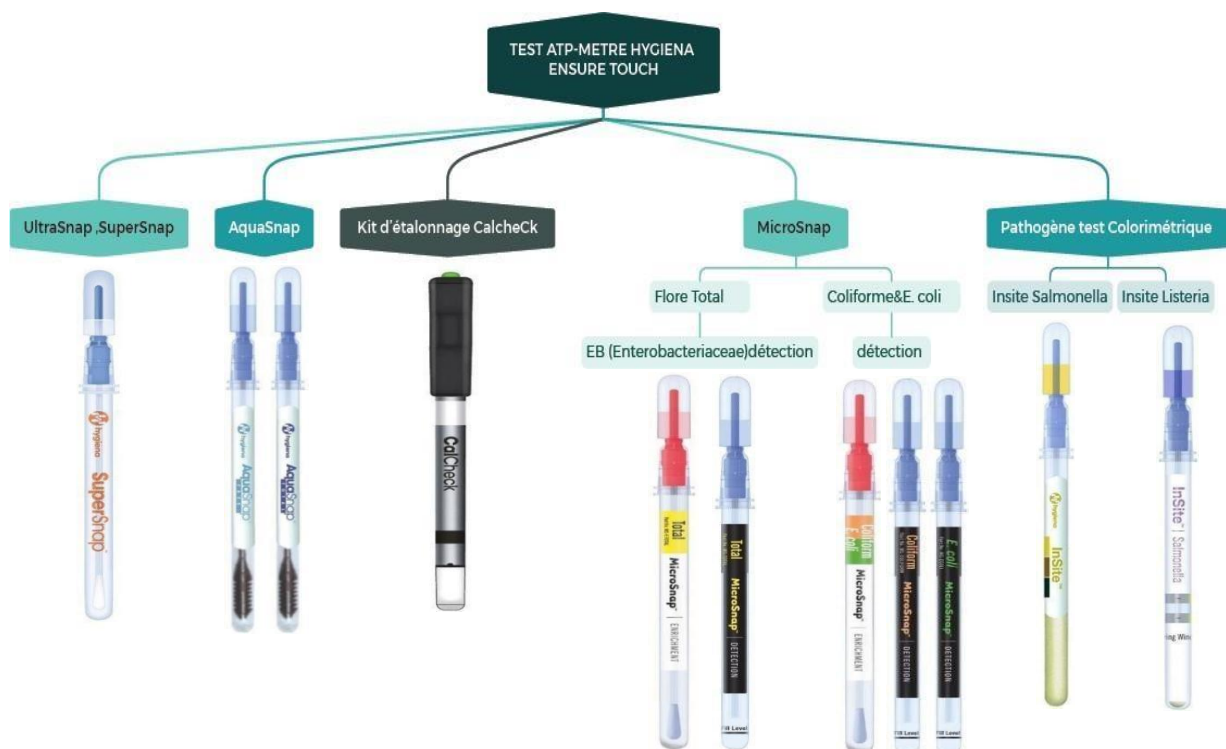


Figure 14 : Les tests d'identification rapide « HYGIENA ».

III.7.2 Échantillonnage et techniques des prélèvements

La procédure d'échantillonnage affecte directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions de base doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par l'échantillonneur et l'air ambiant et d'assurer l'intégrité d'un échantillon :

III.7.2.1 Prélèvements.

- Les échantillons prélevés ont été acheminés immédiatement au laboratoire,
- L'identification des échantillons,
- L'heure de prélèvement,
- Le délai de transport,
- La conformité du prélèvement, etc.

Prélèvements des eaux de rinçage

Les solutions de rinçage sont prélevées de plusieurs points dans la chaîne de production à la fin de l'opération de nettoyage et parfois avant. Le nombre total de prélèvements est 50, dont 15 provenant des freezers, 11 des cuves de maturation, 8 de HTST, 2 de cuve à sirop voire la figure 17.

La sortie de l'eau est d'abord désinfectée à l'alcool, puis par un flacon stérile en prend d'eau et en fermer immédiatement les flacons, afin d'éviter une contamination secondaire par l'air.

Après on effectue les analyses à l'aide d'un kit AquaSnap selon le protocole suivant :



Figure 15 : Protocole de test AquaSnap « HYGIENA ».

Prélèvements des surfaces :

Prélèvements des surfaces prélevées du plusieurs points dans la chaîne de production à la fin de l'opération de nettoyage. Le nombre de prélèvements des surfaces estimé à 50, dont 20 provenant des freezers et 30 provenant des cuves de maturation voire la figure 18.

À l'aide d'un kit UltraSnap en prendre un échantillon selon le protocole suivant représenté de figure 16.

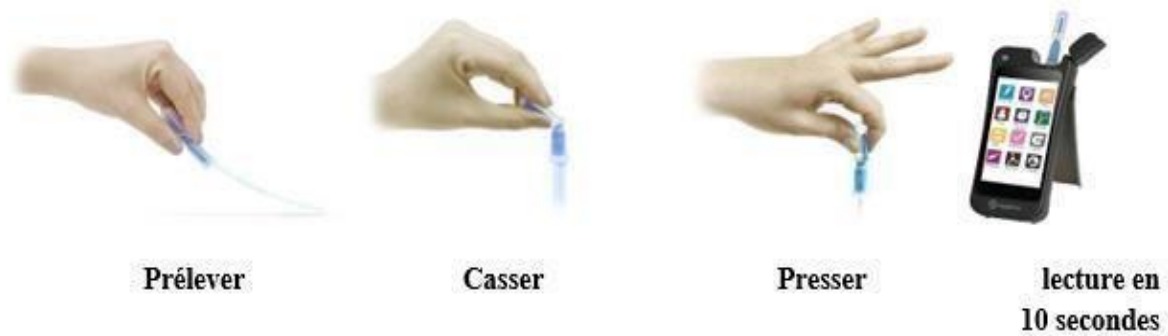


Figure 16 : Protocole de test UltraSnap « HYGIENA ».

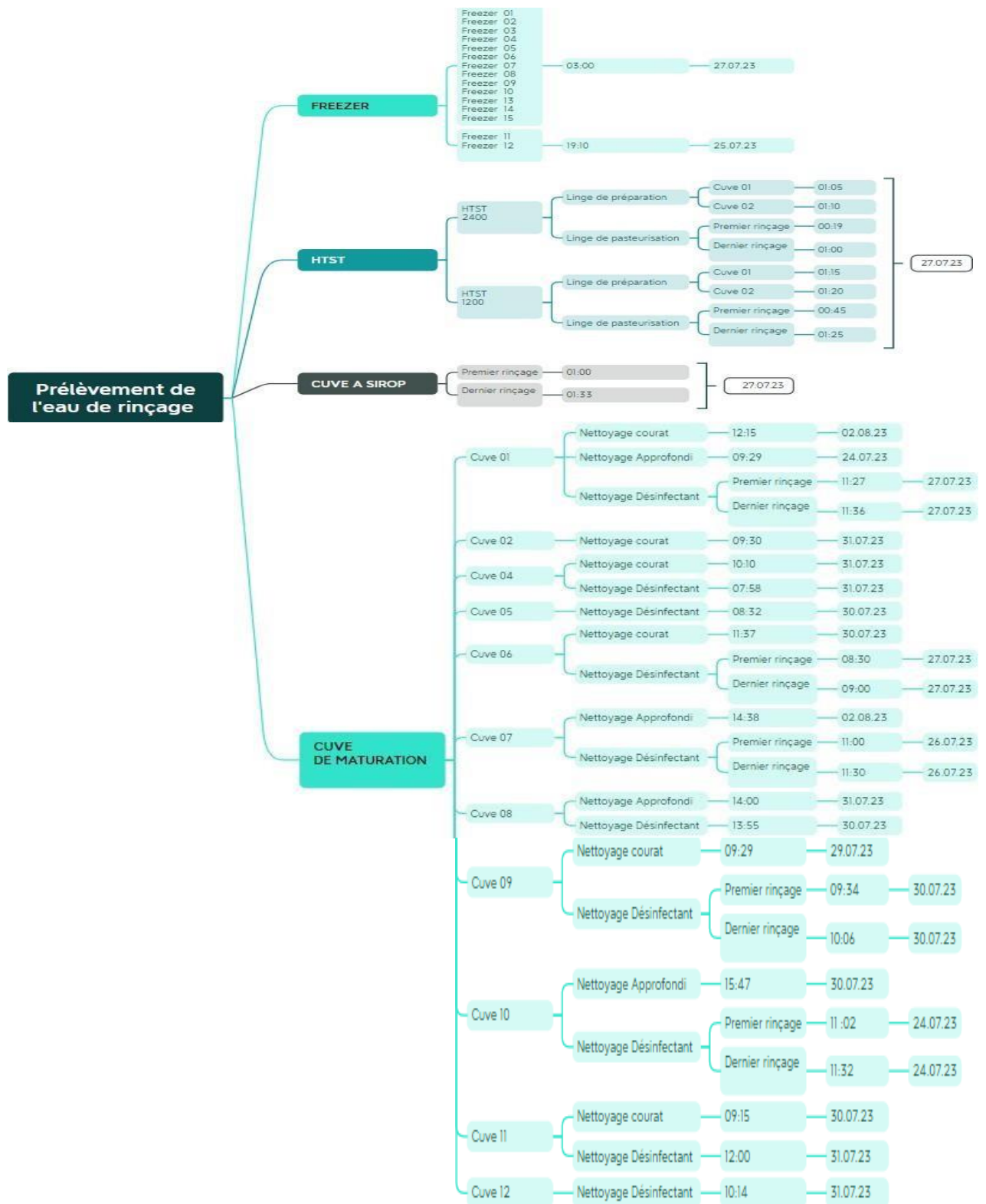


Figure 17 : Prélèvement des eaux de rinçage.

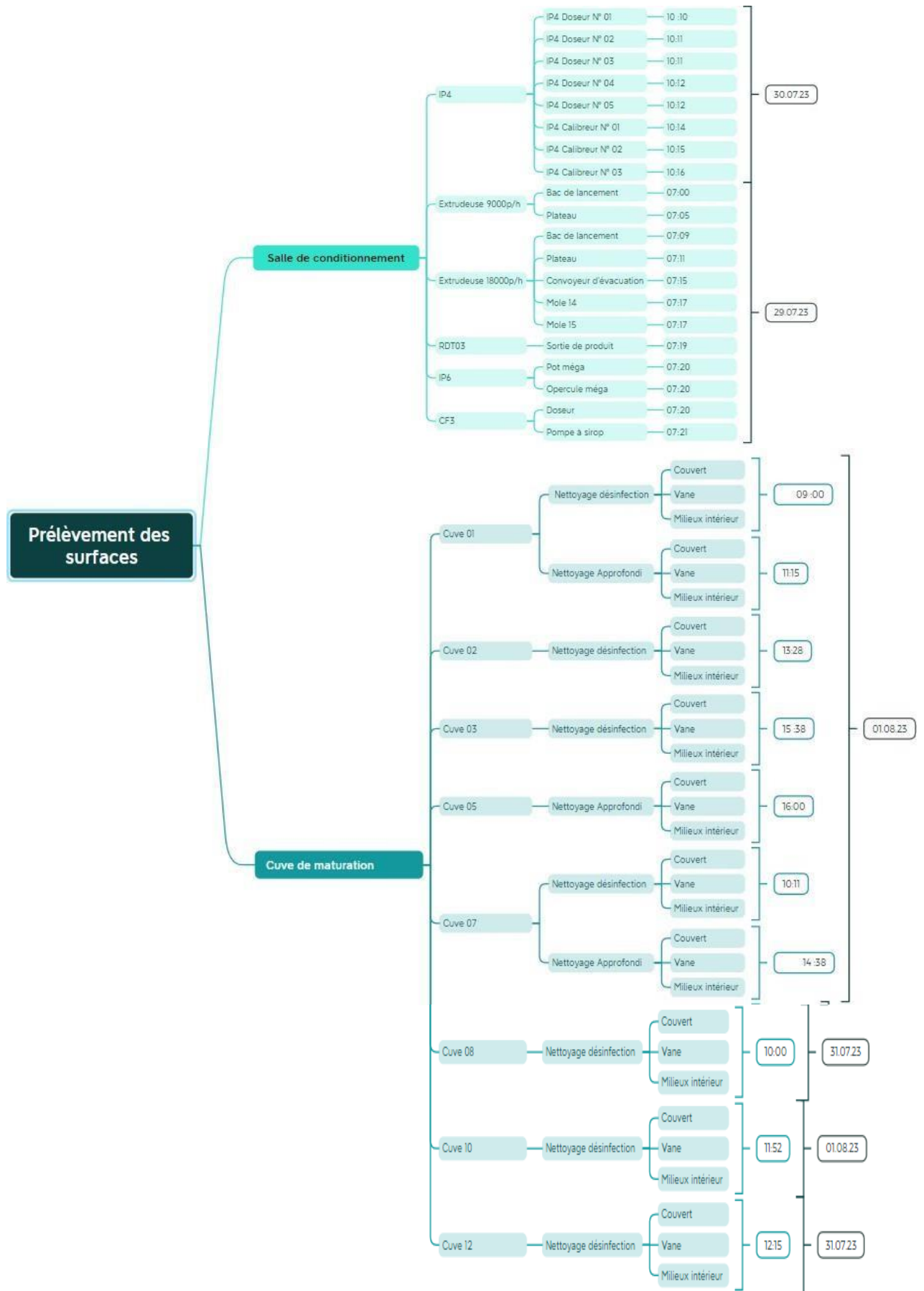


Figure 18 : Prélèvement des surfaces.

III.7.3 Analyses classiques

Effectuer pour analyse d'eau de rinçage pour confirmer les analyses rapides, donc les micro-organismes recherchés ou dénombrés sont essentiellement :

- Flore mésophile totales « FTAM »
- Coliformes totaux et fécaux

III.7.3.1 Matériels utilise

Le matériel utilisé dans nos expériences se résume comme suit :

- Autoclave	- Agitateur	- Boîtes de pétri
- Four Pasteur	- Balance	- Béchers
- Micropipette	- Flacons	- Bain-marie
- Micropipette	- Milieux de culture	

III.7.3.2 Prélèvements

Les prélèvements sont pris dans des flacons en verre stérile.

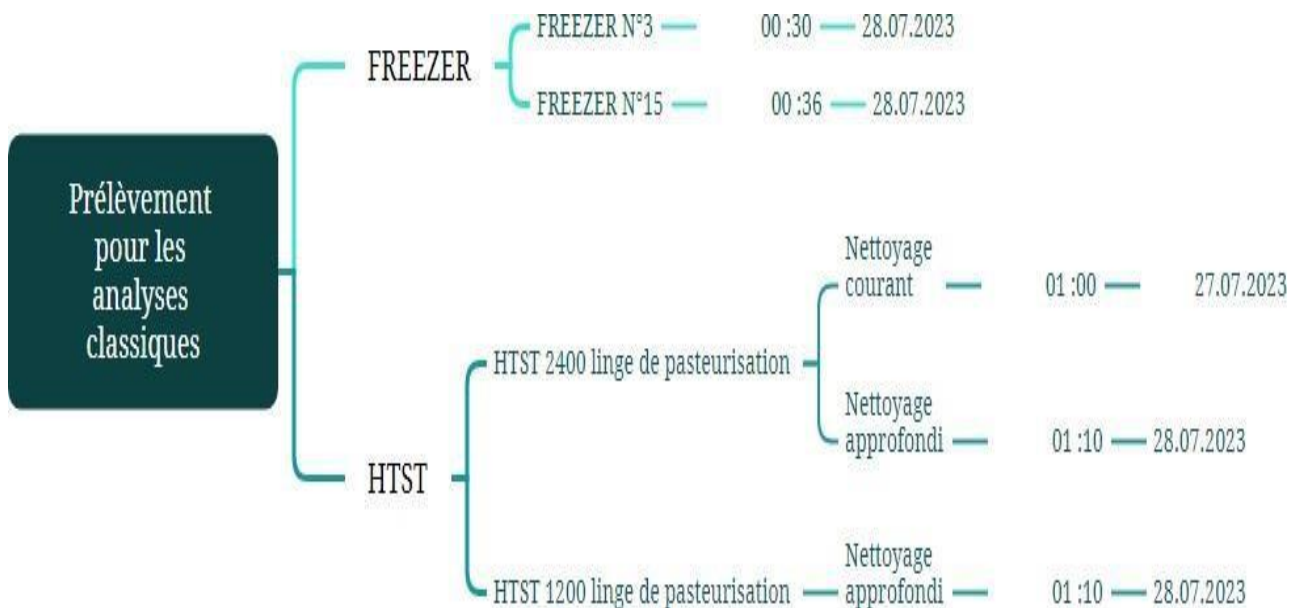


Figure 19 : Les prélèvements pour l'analyse classique.

III.7.3.3 Mode opératoire

a) Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FTAM)

À partir des solutions mère porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée, compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose GN fondue puis refroidi à $45\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

Laisser solidifier sur la paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose. Cette double couche à un rôle protecteur contre les diverses contaminations superficielles.

Préparer de la même manière les boîtes témoins l'une contenant. Les boîtes seront incubées avec couvercle en bas à 30 °C pendant 72 h.

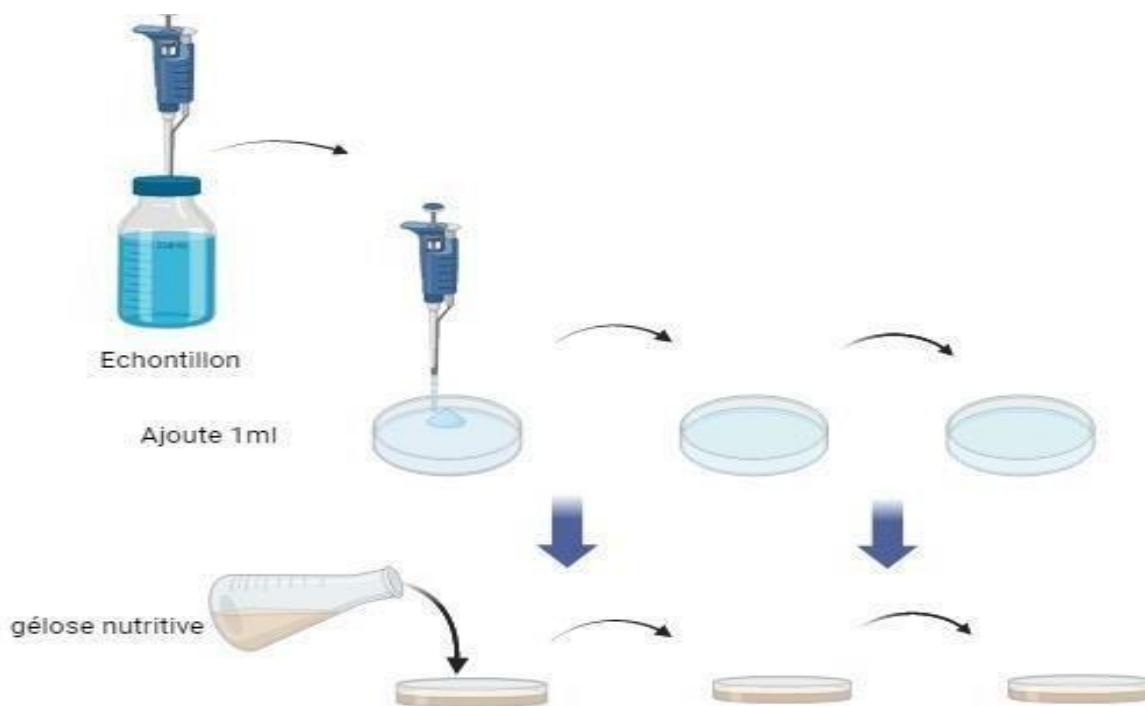


Figure 20 : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FTAM) selon les normes JORA (2017).

b) Recherche et dénombrement des coliformes totaux en milieu liquide (CT)

Les coliformes sont dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre-le Plus Probable) à du bouillon BLBVB (bouillon lactosé bilié au vert brillant) réparti à raison de 10 ml par tubes munis d'une cloche de Durham.

Elle fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test de confirmation : appelé encore test de Mac Kenzie et réservé pour la charge des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption

Test de présomption

À partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

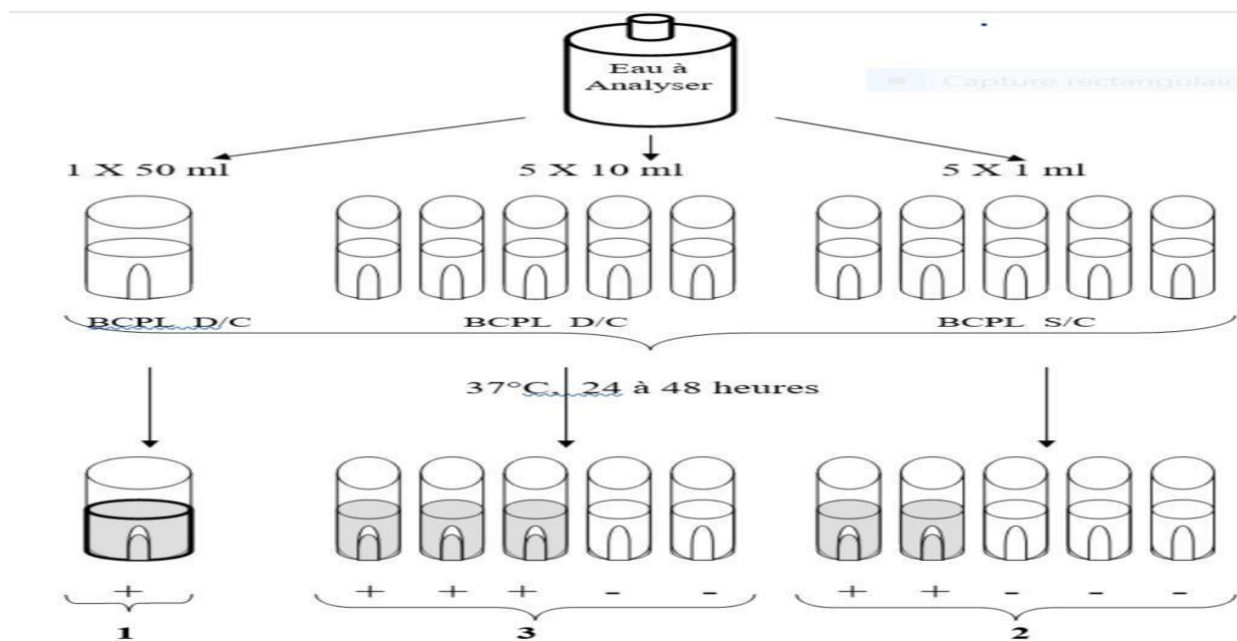


Figure 21 : Méthode de recherche des Coliformes fécaux « Test de présomption » selon les normes JORA (2017).

Lecture :

Les résultats sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche), un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

Le nombre caractéristique est donc « 132 », ce qui correspond sur la table de Mac Grady au nombre 14, on considère alors qu'il y a 14 Coliformes par 100 ml d'eau à analyser (voir le tableau).

Inoculum	Test de présomption	Nombre caractéristique
1 x 50 ml	+	1
5 x 10 ml	+	3
	+	
	+	
	-	
	-	
5 x 1 ml	+	2
	+	
	-	
	-	
	-	

Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans :

- Un tube de VBL (Bouillon lactosé bilié au vert brillant) muni d'une cloche,
- Un tube d'eau peptonée exempte d'indole.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation

L'incubation se fait cette fois-ci au bain-marie à 44 °C pendant 24 heures.

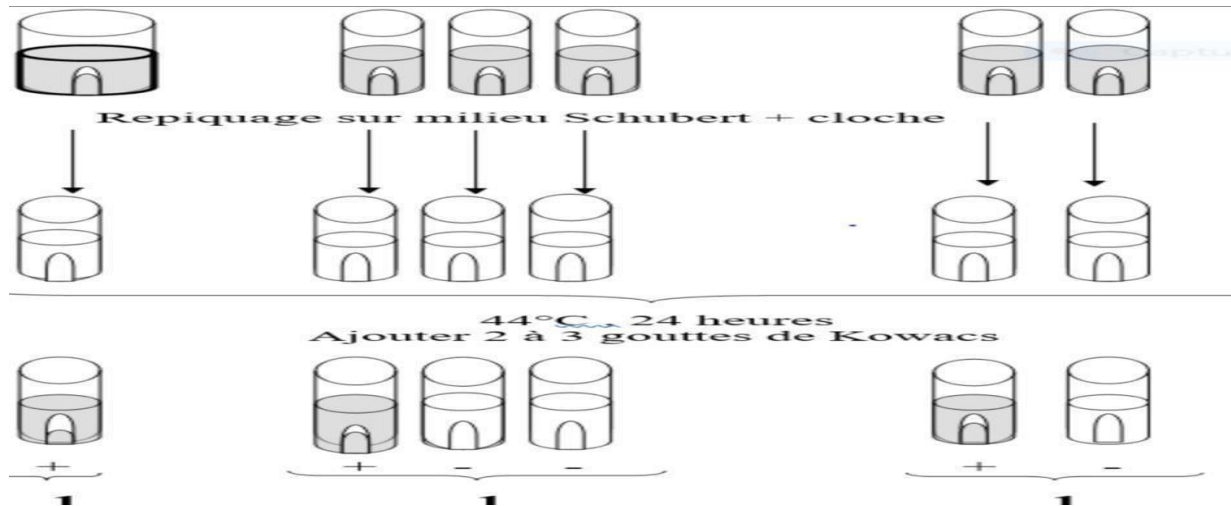


Figure 22 : Méthode de recherche des Coliformes fécaux test de « Mac Kenzie » selon les normes JORA (2017).

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

Un dégagement gazeux dans les tubes de VBL, un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C. En reprenant l'exemple précédent relatif au dénombrement des coliformes totaux, cela suppose que nous avons 6 tubes à repiquer à savoir :

Le flacon de BCPL D/C, 3 tubes sur 5 de BCPL D/C, et 2 tubes sur 5 de BCPL S/C.

Inoculum	Test de présomption	Nombre caractéristique	Test de confirmation		Nombre caractéristique
			Gaz	Indole	
1 x 50 ml	+	1	+	+	1
5 x 10 ml	+	3	+	-	1
	+		+		
	+		-		
	-		+		
	-				
5 x 1 ml	+	2	-	+	1
	+		+		
	-				
	-				
	-				

Tableau de résultats de la méthode NPP (voir l'annexe)

IV. Résultats et discussion

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats obtenus pour évaluer l'efficacité du système de nettoyage en place, par utilisation de la méthode rapide ATP-métrie et confirmer les résultats par les méthodes classiques. On prend les prélèvements des surfaces et des eaux de rinçage recueillies au début et à la fin du nettoyage (désinfection, courant et approfondi).

Notre expérience a été réalisée au cours de notre stage au sein du laboratoire d'auto-contrôle de la SARL *Glaces Mosta*, qui ayant ciblé les analyses rapides et la recherche et la quantification d'un certain nombre de microorganismes (F.T.A.M, coliformes totaux).

Les résultats des analyses seront interprétés et discutés et comparés entre les deux méthodes de contrôle « l'ATP-métrie et les méthodes classiques », et le tout sera corrélée avec l'efficacité de NEP utilisé, concernant notamment l'observation stricte des consignes d'hygiène par le personnel, le respect des règles du TACT lors des opérations de nettoyage.

IV.1 Les résultats des analyses rapides de l'ATP métrie

La quantification des concentrations en ATP a été réalisée par la méthode de bioluminescence (Le Gallou, 2017). La limite minimale de l'appareil est estimée à 20 RLU et la limite maximale 60 RLU. Après avoir prélevé des échantillons sur les surfaces et les eaux de rinçage pour le contrôler, voici nos résultats :

IV.1.1 L'eau de rinçage

Les analyses des écouvillons des eaux de rinçage « Aqua-Snap » de l'ATP-métrie obtenus à partir des différents types des équipements utilisés « HTST, Cuve de sirop, Cuves de maturation, Freezers, Conditionneuses ».

IV.1.1.1 HTST

a) Nettoyage courant

D'après la figure 23, qui représente les résultats de l'ATP mètre effectué sur les eaux de rinçage de la HTST durant nettoyage courant, les eaux de rinçage analysées ont montré des valeurs de 0 RLU pour les deux cuves de préparation liées à la HTST 1200, tandis que pour la ligne de pasteurisation, la valeur est de 0 RLU pour 1^{er} rinçage et de 2 RLU pour le dernier rinçage. Quant au HTST 2400 les deux cuves (N°01 et N°02) relié à cette ligne ont donné les résultats respectifs de 9 RLU et 10 RLU, tandis que pour la ligne de pasteurisation, la valeur est de 3 RLU pour 1^{er} rinçage et 0 RLU pour le dernier.

Ces résultats restent dans l'intervalle de [0 à 20 RLU] et cela explique l'efficacité de rinçage utilisé.

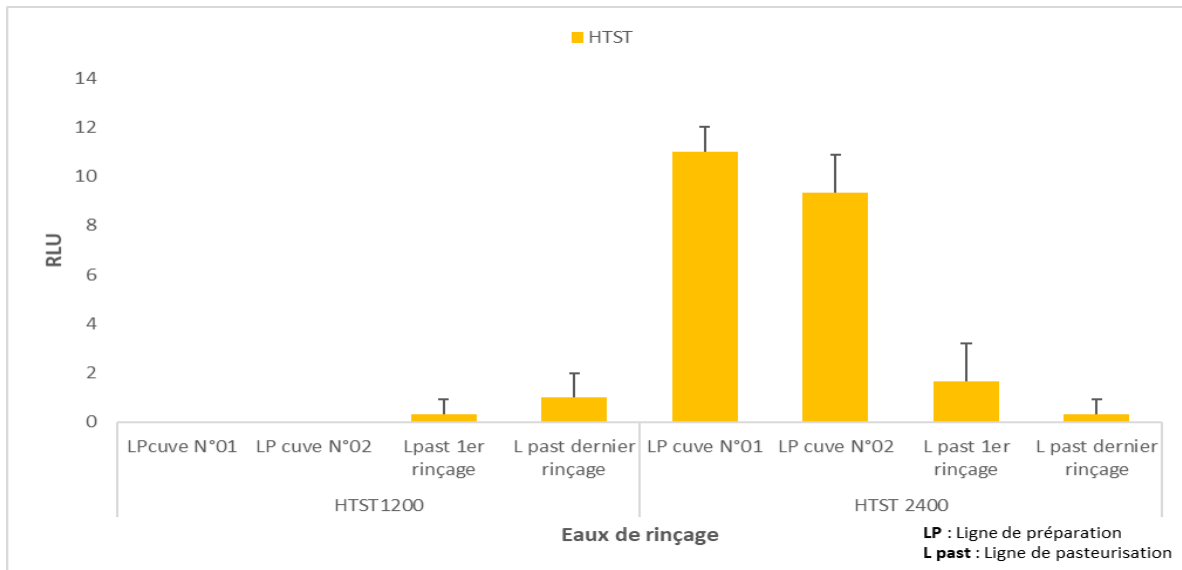


Figure 23 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage de la HTST durant le nettoyage courant.

a) Nettoyage approfondi

Les résultats représentés par la figure 24 après un nettoyage approfondi de la HTST, sont négatifs sur tous les points de prélèvement de la HTST 1200 alors que pour la HTST 2400, les résultats sont entre [0 RLU et 5 RLU] dans la ligne de préparation des cuves N°1 et 2 et donne 5 RLU pour le 1^{er} rinçage et 0 RLU pour le dernier dans la ligne de pasteurisation.

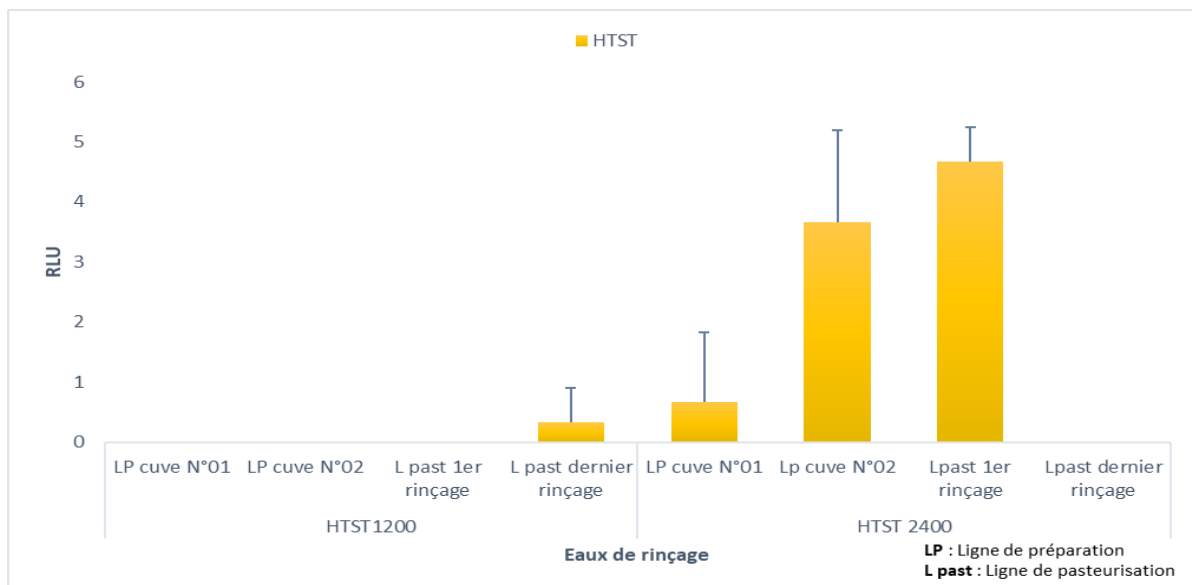


Figure 24 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage de la HTST durant le nettoyage approfondi.

Les résultats des deux types de nettoyage (nettoyage courant et approfondi) au niveau du HTST 1200 et 2400 sont conformes (0 RLU), ce qui montre que le procédé de nettoyage en place est bien exécuté et efficace selon les résultats trouver par l'ATP-métrie.

IV.1.1.2 Cuve de sirop

Les échantillons des eaux de rinçage de nettoyage approfondi et courant analysés par l'ATP-métrie, donné des résultats négatifs (0 RLU), ce qui montre qu'une absence totale de la molécule d'ATP qui peut être origine matière organique (sirop) et/ou microorganismes, et ça prouve que le procédé de nettoyage en place est efficace.

IV.1.1.3 Cuve de maturation

Au niveau des cuves de maturation, il y a 3 différents types de nettoyage :

a) Désinfection

La désinfection au niveau des cuves de maturation représente un point très important dans la démarche de nettoyage car ce point est considéré comme un des CCP les plans importants du produit fini.

Selon les résultats obtenus par l'ATP-métrie effectué sur les eaux de rinçage « premier et dernier rinçage » des cuves de maturation après la désinfection (figure 25), dans lequel utiliser un seul produit qui est l'acide peracétique pour nettoyer, on voit qu'il y a une diminution des valeurs dans le dernier rinçage [0RLU à 18 RLU] par rapport au premier rinçage [8 RLU à 61 RLU].

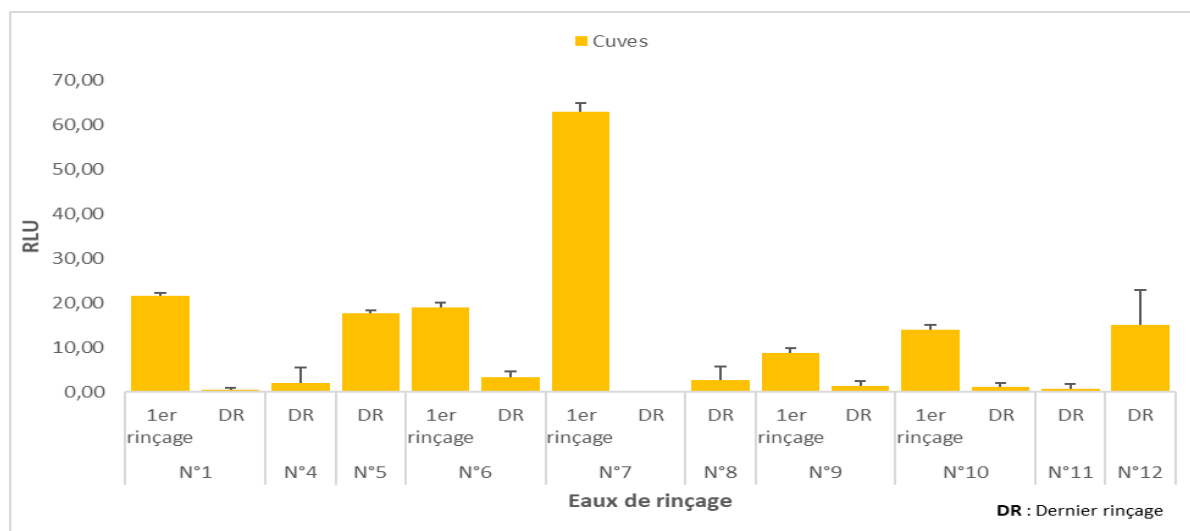


Figure 25 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage au niveau les cuves de maturation durant la désinfection.

a) Nettoyage courant

D'après la figure 26, qui représente les résultats de l'ATP-métrie effectué sur les eaux de rinçage « dernier rinçage » des cuves de maturation après le nettoyage courant, dans ce type de nettoyage, deux produits sont utilisés, le premier produit, c'est un détergent alcalin et pour le deuxième, c'est un désinfectant ammonium quaternaire, on remarque que les résultats sont situés entre [0 RLU à 19 RLU]. Ce qui explique l'action combinée du détergent et plus désinfectant au niveau de ce point.

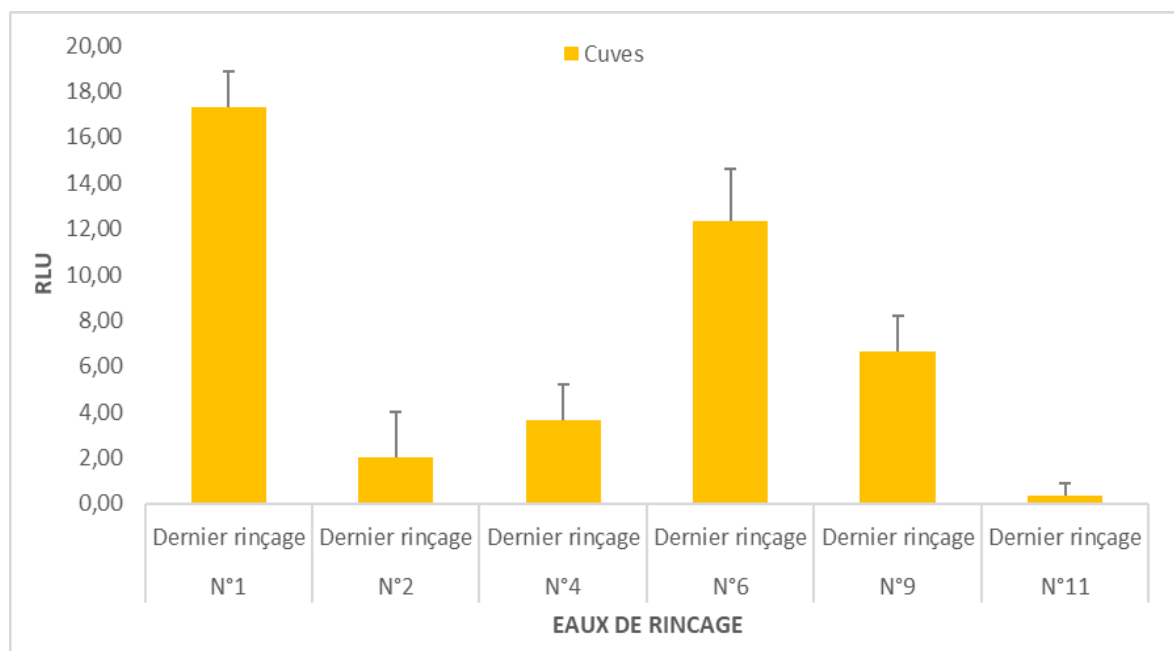


Figure 26 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage au niveau les cuves de maturation durant le nettoyage courant.

b) Nettoyage approfondi

Par contre les résultats de ce type de nettoyage (NA) représenté dans la figure 27 utilisant un nettoyage à trois phases (Soude, détergent et à la fin acide purique comme désinfectant), ce type de nettoyage à donner d'excellents résultats (0 RLU à 3 RLU) au niveau des quatre cuves de maturation. Ce type de nettoyage démontre clairement son efficacité surtout en plein saison estivale.

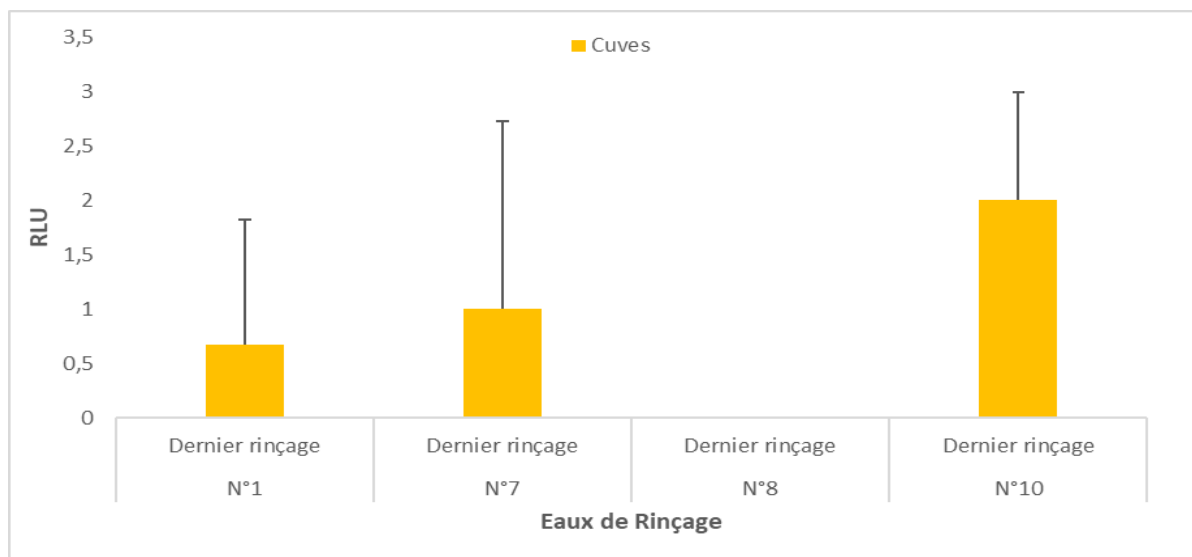


Figure 27 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage au niveau les cuves de maturation durant le nettoyage approfondi.

Les résultats obtenus durant les 3 nettoyages réalisés au niveau du cuve de maturation sont confirmé on norme, ceci dit que le système de nettoyage mise en place prouve encore une fois son efficacité souvent sur ces points critiques CCP (cuves de maturation) aussi l'important du processus de fabrication car ce point et l'avant dernière étape du conditionnement de produit fini.

IV.1.1.4 Les freezers

a) Nettoyage courant

Les résultats de la mesure de l'ATP-métrie démontre clairement que le nettoyage courant du freezer représente par la figure 28, démontrer encore une absence d'ATP (0 RLU) au niveau de tous les freezers à l'exception le freezer N°5 qui est 1 RLU mais toujours conforme aux normes d'appliquer à l'unité.

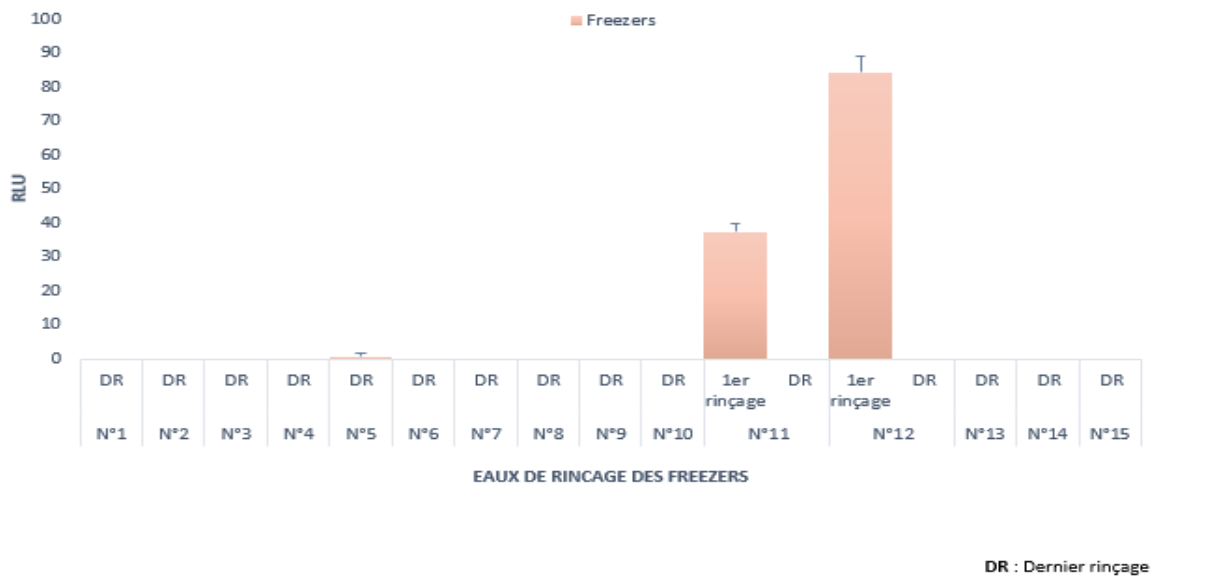


Figure 28 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant le nettoyage courant au niveau les freezers.

b) Nettoyage approfondi

Les résultats de nettoyage approfondi qui est mesuré par l'ATP-métrie donnent des résultats entre 0 RLU (dans tous les freezers) à 1 RLU (freezer N°9) (figure 29).

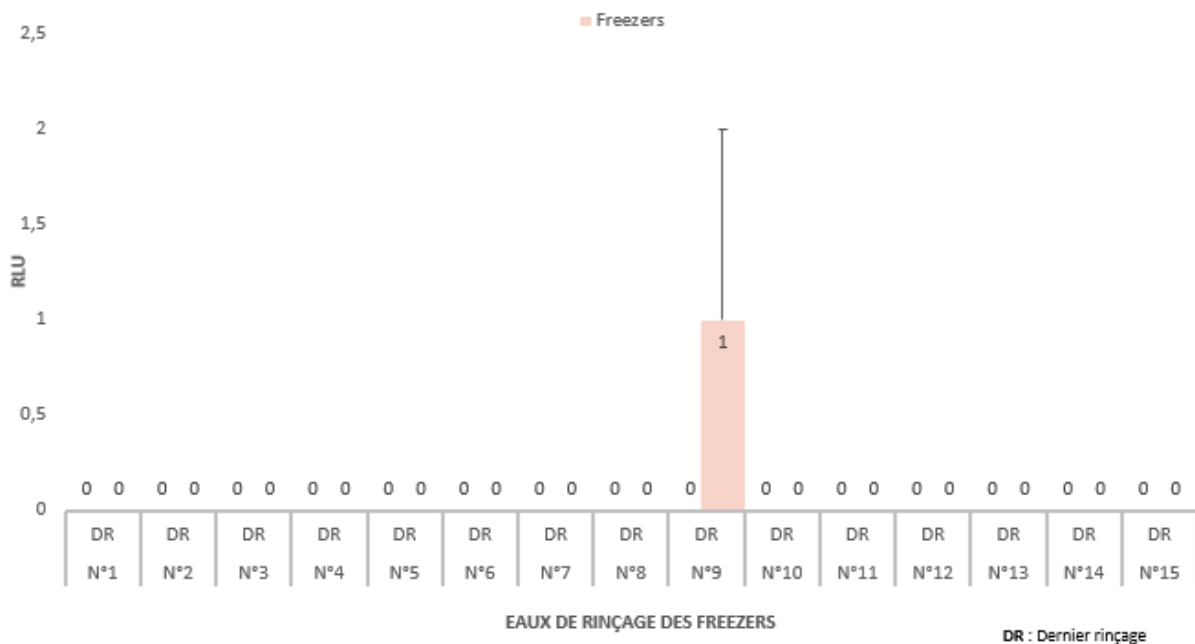


Figure 29 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant le nettoyage approfondi au niveau les freezers.

Il n'y a pas une différence significative entre les résultats de deux types de nettoyage des freezers. Les résultats sont cohérents et conformes, car on remarque une absence de la molécule d'ATP, démontrant que ce dernier a été nettoyé conformément aux principes d'hygiène et respectant toutes les étapes de nettoyage en place.

IV.1.1.5 Les conditionneuses

a) Nettoyage courant

Les résultats de l'ATP-métrie effectué sur les eaux de rinçage « premier et dernier rinçage » de nettoyage courant des conditionneuses représentés dans la figure 30, car RDT3 est la seule machine dans laquelle nous avons prélevé l'eau de rinçage avant et après le nettoyage, on a remarqué une diminution significative car ne passe 17 RLU sur les eaux de rinçage avant le nettoyage à 2 RLU après le nettoyage, cette démontre clairement l'efficacité de ce type de nettoyage. Comme pour les autres conditionneuses, nous n'avons pris l'eau de rinçage qu'après nettoyage, on a remarqué qu'elle nous donnait des notes entre [0 RLU à 1 RLU].

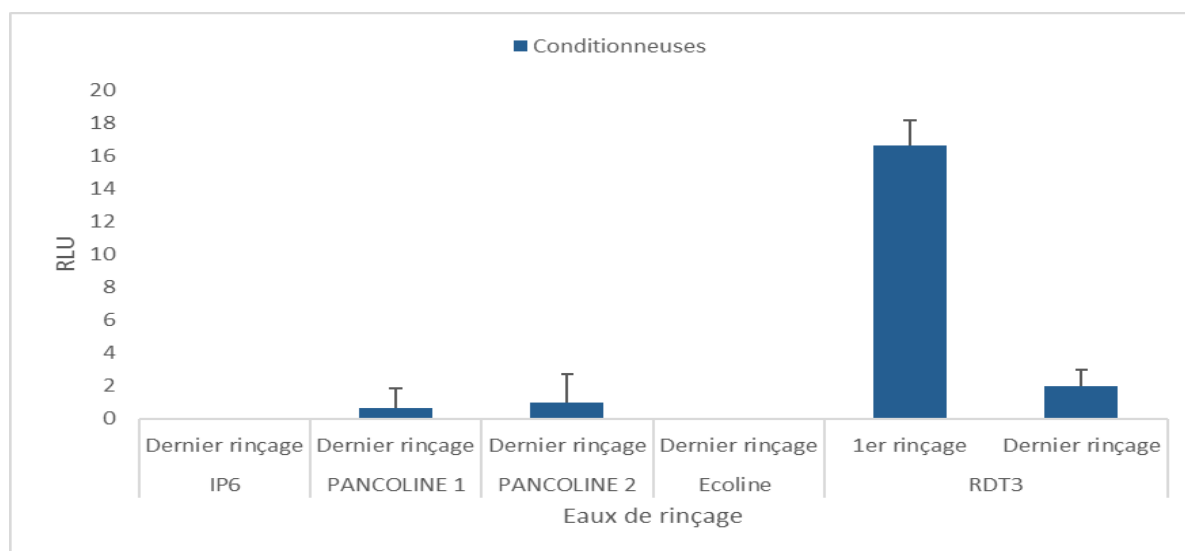


Figure 30 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant nettoyage courant des conditionneuses.

a) Nettoyage approfondi

Les résultats de la mesure de l'ATP des eaux de dernier rinçage de nettoyage approfondi au niveau des conditionneuses sont des résultats négatifs (0RLU) dans toutes les conditionneuses.

Après avoir mesuré l'ATP des conditionneuses pour les deux types de nettoyage, a obtenu des valeurs très basses pour la molécule d'ATP, avec une absence totale dans certaines

conditionneuses, sans différence significative entre eux, ce qui indique que la qualité hygiénique est supérieure et prouve l'efficacité de processus de nettoyage au niveau des conditionneuses.

IV.1.2 Surfaces

Les analyses du contenu des écouvillons de surfaces « Ultra-Snap » de l'ATP-métrie obtenus à partir des différents types des équipements utilisés « Cuves de maturation, Conditionneuses » ont donné les résultats suivants :

IV.1.2.1 Cuves de maturation

a) Désinfection

Selon la représentation graphique des résultats de l'ATP-métrie effectué sur les surfaces « couvert, vanne, milieu intérieur » des six cuves de maturation (cuves N° 1, 2, 3, 7, 10, 12) après la désinfection obtenue représentée dans la figure 31, on observe les résultats de couverts des cuves variables entre [0 RLU jusqu'à 25 RLU], tandis que les résultats de vannes sont ça se situe entre [0 RLU à 8RLU], et les résultats de milieu intérieur de différentes cuves sont situent entre [0 RLU à 2 RLU].

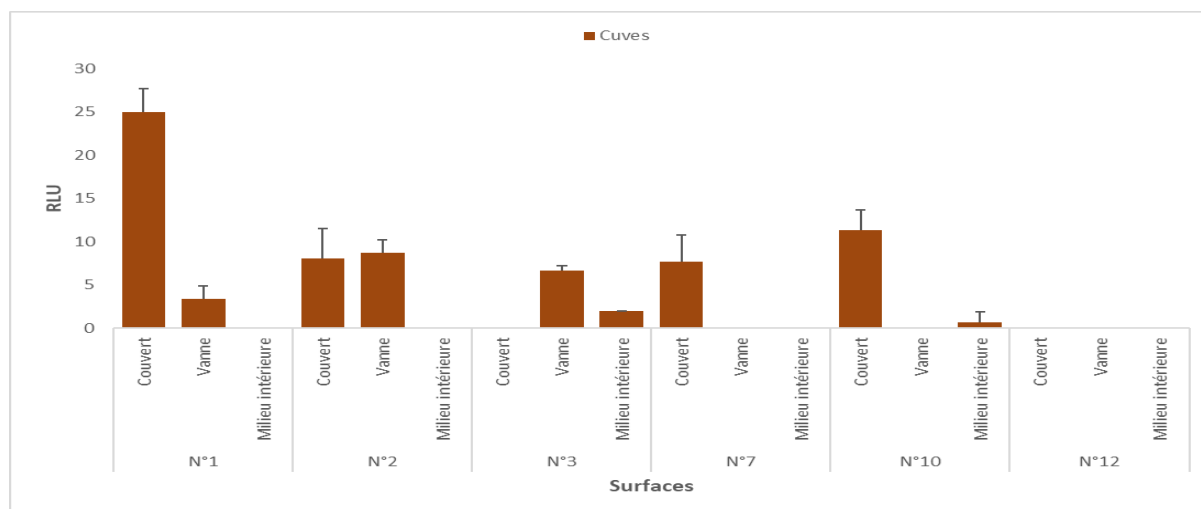


Figure 31 : Résultats de l'ATP-métrie réalisé sur les surfaces de trois différents lieux dans les cuves de maturation durant la désinfection.

a) Nettoyage approfondi

La figure 32 montre les résultats de nettoyage approfondi des cuves de maturation réalisés par l'ATP-métrie, les résultats représentent trois cuves de maturation (cuves N° 1, 7, 8), en plus il y a les résultats de couvert qui se situent entre [2 RLU à 17 RLU], et pour les résultats de vannes [0 RLU à 12 RLU] pour deux cuves, par contre la cuve N°8 avait des valeurs significativement plus élevées que tous les autres cuves 38 RLU, ce qui explique un

manque de l'application de BPH (bon pratique d'hygiène). Quant à la surface intérieure, elle nous a donné des résultats compris entre [0 RLU et 1 RLU].

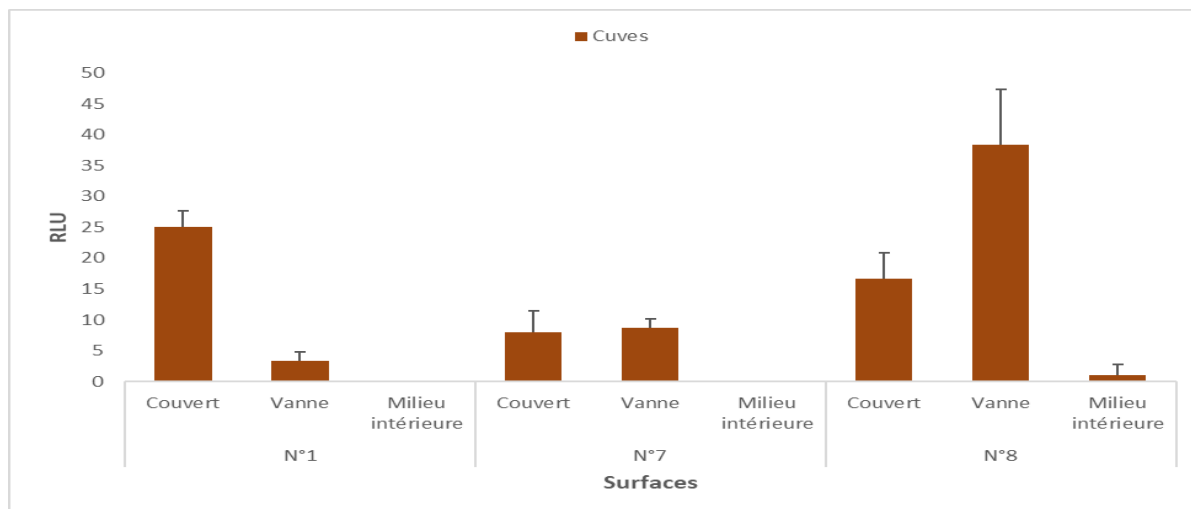


Figure 32 : Résultats de l'ATP-métrie réalisé sur les surfaces de trois différents lieux dans les cuves de maturation durant le nettoyage approfondi.

Pour les deux types de nettoyage (courant et approfondi) au niveau des surfaces des cuves de maturation, il n'y a pas une grande différence car les résultats sont similaires et conformes aux normes, cela indique que le système de nettoyage est efficace et fiable, à l'exception la cuve N°8 donne un résultat plus au moins acceptable.

IV.1.2.2 Conditionneuses

Concernant le contrôle des surfaces des conditionneuses, les résultats des prélèvements réalisés avant le démarrage et cela pour vérifier la recontamination.

La figure 33 montrant clairement ses résultats.

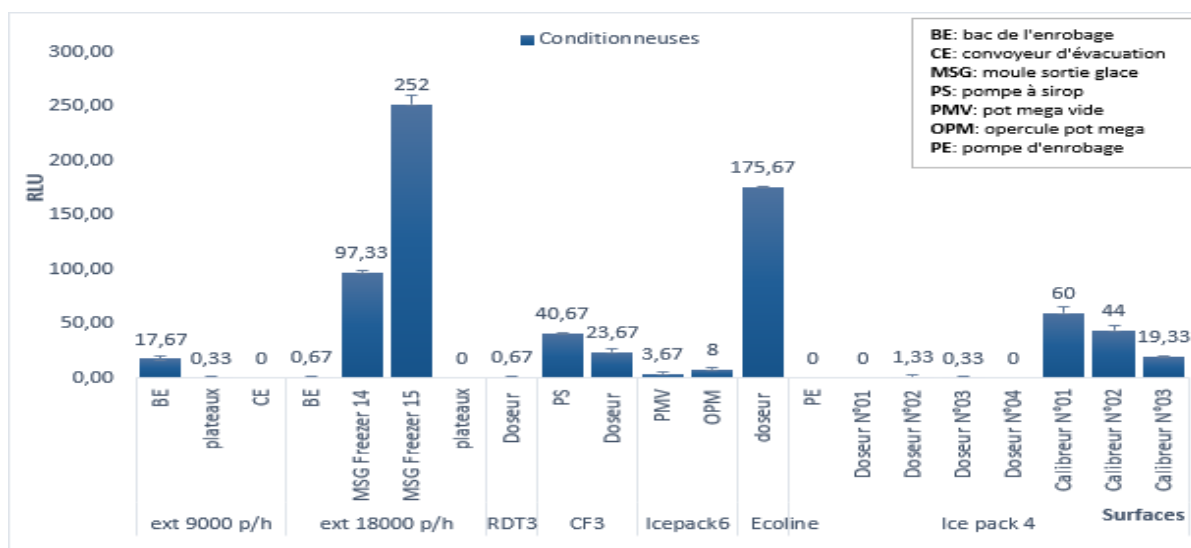


Figure 33 : Résultats de l'ATP-métrie des surfaces des conditionneuses.

Au niveau de l'extrudeuse 9000 p/h, les résultats des trois points des prélèvements, les plateaux, Bac de lancement, convoyeur d'évacuation, on obtient des résultats entre [0 RLU à 16 RLU].

Pour l'extrudeuse 18000 p/h, les quatre points de contrôle sont les plateaux, Bac de lancement, moule de sortie de mix 1, moule de sortie de mix 2, on observe que les résultats sont 0 RLU pour le bac de lancement et les plateaux, mais au niveau du moule de sortie de mix freezer 14 et le moule de sortie de mix freezer 15 leurs résultats sont variée entre 99 RLU et 245 RLU.

Pour RDT3, les résultats obtenus au niveau de doseur sont nuls (0 RLU).

Quand la quatrième conditionneuse CF3, les résultats des échantillons prélevés à deux endroits différents, sont de 41 RLU pour la pompe à sirop et 22 RLU pour le doseur.

La cinquième machine Icepack 6 les résultats de l'ATP-métrie dans le pot mega vide est de 2 RLU, et 8 RLU au niveau de l'opercule.

Pour la sixième conditionneuse Ecoline, dans le doseur, et donne le résultat 176 RLU

Et la conditionneuse Icepack4, les sept points pour les prélèvements sont les suivants : pompe d'enrobage 0RLU, doseur N°1 0RLU, doseur N°2 2RLU, doseur N°3 0RLU, doseur N°4 0RLU, Calibreur N°1 65RLU, Calibreur N°2 47RLU, Calibreur N°3 19RLU.

Les conditionneuses donnent des résultats variables, il y a des résultats conformes entre 0 RLU à 30 RLU ce prouve le respect des BPH et le système de nettoyage en place, par contre les résultats entre 30 RLU à 50 RLU sont acceptables mais il faut redoubler les efforts pour améliorer ces résultats, concernant les résultats entre 50 RLU à 60 RLU sont inacceptables, ce sera dans le début de la zone dangereuse, les résultats supérieurs à 60 RLU, il faut renettoyer les équipements et suivre et étudier et respecter les différentes phases de système de nettoyage en place et refaire les analyses microbiologiques pour assurer l'efficacité de nettoyage et éviter tout risque de contamination microbienne.

Ces résultats élevés indiquent qu'il y a une présence élevée de l'ATP, à cause de :

- Mauvaise utilisation des produits du nettoyage,
- Le non-respect du protocole de nettoyage et des facteurs de la procédure TACT,
- Présence de recontamination par les mains de manipulateur,
- Présence des résidus de l'aliment (matières organiques) pourrait constituer une source nutritionnelle pour les bactéries et autres agents pathogènes.

IV.2 Les méthodes de contrôle classiques

IV.2.1 F.T.A.M

Après ensemencement de 5 échantillons (SM) dans les boîtes de Pétri (milieu GN), celles-ci sont incubées à 30 °C pendant 72 h. Telle que cela a déjà été évoqué, l'expérience a été réitérée 3 fois pour chaque échantillon et plus d'un témoin, selon le même protocole, afin d'évaluer de façon fiable la qualité des eaux de rinçage, les résultats sont représentés dans la figure 34.

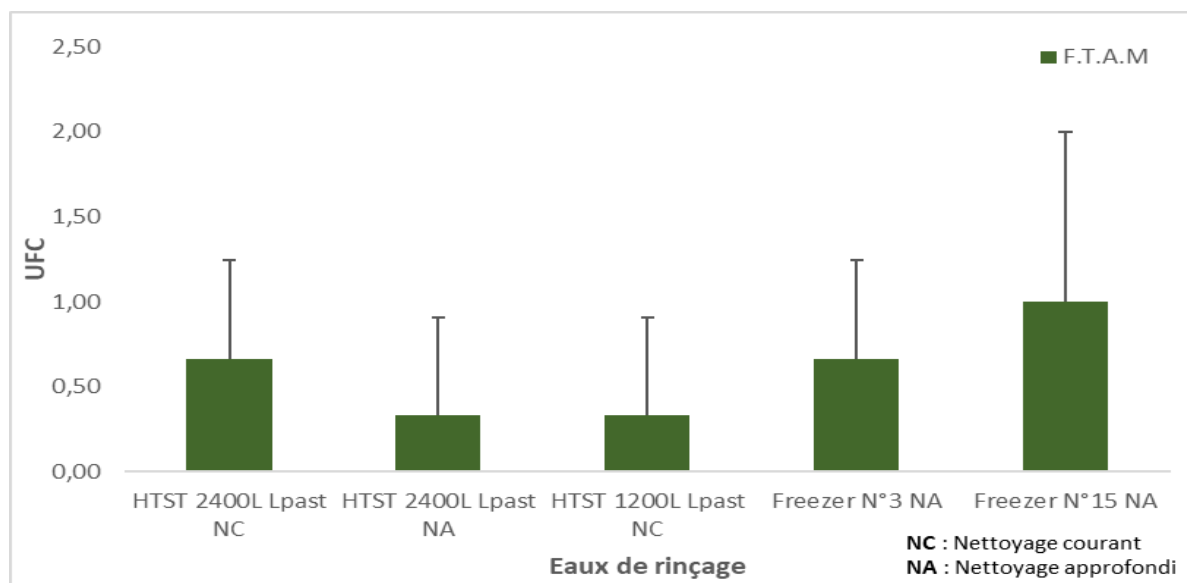


Figure 34 : Résultats de la F.T.A.M des eaux de rinçage durant nettoyage courant et approfondi.

Le groupe F.T.A.M est un bon indicateur de la qualité globale du nettoyage selon [AJNFS \(2019\)](#). Quant à l'eau de rinçage, il n'existe pas de norme internationale ou nationale pour laquelle, chaque entreprise a ses propres normes. Dans *Glace Mosta*, nos résultats de F.T.A.M sont considérés comme des résultats conformes et satisfaisants, car elle a donné des résultats quasi négatifs (des résultats très faibles) (figure 32), ceci indique que ce dernier a été nettoyé selon les règles d'hygiène (NEP) prenant en compte les facteurs de la procédure TACT.

IV.2.2 Coliformes totaux

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux sont basés sur la méthode du nombre le plus probable (NPP) de Mc Grady.

Après l'ensemencement d'une série de tubes de BCPL (50 ml, 10 ml, 10 ml), incubés à 37 °C pendant 48 h, on compte le nombre de tubes positifs et on détermine le nombre caractéristique formé de trois chiffres qui est ensuite reporté dans la table de Mc Grady (voir partie annexe A).

Le tube est positif en présence de milieux de décoloration et de production de dioxyde de carbone (production de gaz).

Les analyses de coliformes dans les différentes échantillons des eaux de rinçage de différents types de nettoyage « approfondi et courant » donne des résultats négatifs, car il n'y a pas un dégagement de gaz et virage de couleur dans les tubes. Cela reflète que la qualité microbiologique supérieure avec l'efficacité encore une fois du système NEP adapté pour les cuves et les freezers quel que soit le type de nettoyage utilisé (nettoyage courant ou nettoyage approfondi).

IV.3 La comparaison entre les résultats de l'ATP-métrie et les méthodes classiques

Après avoir les résultats de l'ATP-métrie et les résultats des analyses classiques des F.T.A.M et Coliformes, on remarque que, les résultats de deux méthodes (rapide ou classique) sont conformes et aux normes sans contradiction entre les résultats de deux méthodes, Cela indique que nous pouvons nous fier aux analyses rapides fournies par ATP-métrie car il nous a donné des résultats fiables.

Dans un autre contexte, une étude faite sur l'évaluation de système de nettoyage-désinfection en abattoir par méthode ATP-métrie et méthode classique, démontrent que les résultats de l'ATP-métrie et le dénombrement de la flore totale et sont similaires (BENDEDDOUCHE et BENSID, 2009).

Dans une autre étude dans le CENTRE DE VITRY SUR SEINE (2020) en France pour vérifier la propreté des surfaces par utilisation de la méthode d'ATP-métrie et la méthode des boîtes de contacts, pour la comparer entre eux, Ils ont trouvé que les deux méthodes donnent des résultats proches, et Ils ont considéré le luminomètre est plus fiable que la méthode par boîte contact.

Les résultats que nous avons obtenus confirment que la qualité microbiologique est conforme, grâce aux pratiques de l'équipe de *Glaces Mosta*, car son respect des règles d'hygiènes et de salubrité.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude entre dans le cadre de notre projet de fin d'études comprend l'efficacité d'un système de nettoyage en place (NEP) au sein d'une unité d'une production des glaces à Mostaganem (SARL *Glaces Mosta*) par exploitation nouvelle méthode simple à utiliser et surtout rapide, donc l'ATP métrie tout en validant l'efficacité de cette méthode par méthodes microbiologiques classiques.

Le travail réaliser se concentre sur le suivi de l'efficacité des méthodes de nettoyage au niveau d'entreprise : nettoyage courant, nettoyage approfondi et désinfection par méthode des analyses l'ATP métrie en sure touch hygina. Les analyses en effectuer par des test AquaSnap pour les eaux de rinçage et UltraSnap pour les surfaces. Le nombre de prélèvements total 100, 50 pour les surfaces et 50 pour les eaux de rinçage.

Au vu des résultats obtenus dans la présente étude, il a été clairement démontré que la différence entre l'analyse classique et ATP métrie représenté dans :

La nature de l'analyse, les analyses classiques se concentrent généralement sur la détection de contaminants spécifique tandis que l'ATP-métrie mesure la quantité d'ATP présente dans un échantillon. L'ATP est une molécule présente dans toutes les cellules vivantes, ce qui en fait un indicateur de la présence de matière organique (y compris les micro-organismes) dans l'environnement.

Dans le contexte industriel le temps joue un rôle important dans la prise de décision, le contrôle classique peuvent nécessiter des jours ou des semaines pour obtenir des résultats, tandis qu'ATP-métrie fournit des résultats quasi instantanés. Les réactions enzymatiques détectent l'ATP se produisent rapidement, ce qui permet d'obtenir des résultats dans quelques minutes ou quelques secondes.

Les méthodes classiques peuvent offrir une meilleure sensibilité et spécificité pour la détection de micro-organismes spécifique. Elles permettent d'identifier précisément les espèces bactériennes que l'ATP-métrie est généralement moins spécifique que les méthodes classiques, car elle détecte toute l'ATP, y compris celui des cellules mortes. Cependant, elle offre une indication générale de la présence de matière organique.

Ainsi l'application, les méthodes classiques sont généralement utilisées dans les laboratoires de microbiologie pour effectuer des analyses plus approfondies, la recherche, ou lorsque des informations précises sur les types de micro-organismes sont nécessaires, alors que l'ATP-métrie est largement utilisée dans l'industrie agroalimentaire et d'autres domaines où la détection rapide de la contamination est essentielle.

L'analyse comparative de l'ATP-métrie aux analyses classiques, a permis d'identifier une certaine complémentarité entre les deux méthodes, ce que les méthodes classiques confirment les analyses ATP-métrie.

D'après l'étude que nous avons menée, nous avons démontré que L'ATP-métrie nécessite quelque amélioration pour être plus spécifique. En propose quelques améliorations, la première proposition est la mise en place de normes de validation et de performance pour l'ATP-métrie permettrait de garantir la fiabilité des résultats et d'aplanir la comparaison entre les méthodes et instruments. La deuxième proposition augmenter la capacité de l'ATP-métrie à distinguer entre l'ATP d'origine microbienne (cellules vivantes) et l'ATP d'origine non microbienne (cellules mortes ou matière organique d'origine végétale). Cela aiderait à améliorer la spécificité de la méthode.

À travers les résultats de contrôle de nettoyage en place (NEP) obtenue par ATP-métrie en remarquons que le nettoyage approfondi, le nettoyage courante et désinfection utiliser par entreprise est conforme, ce qui confirme que les responsables d'hygiène à unité Glaces Mosta respectent les normes d'hygiène imposées par l'entreprise.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques

- Amamou, A. (2009). 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.
- Andreasen, K., and Nielsen, P. H. (1998). In situ characterization of substrate uptake by *Microthrix parvicella* using microautoradiography. *Water Science and Technology* **37**, 19-26.
- Arslaner, A., and Salik, M. (2017). Détermination de quelques propriétés qualitatives de glaces hypocaloriques produites avec de la pâte de noix et de la poudre de mûrier séchée. *L'Université Atatürk de la faculté d'agriculture* **48**, 57-64.
- Badr, H. M. (2012). Improving the microbial safety of ice cream by gamma irradiation. *Food and Public Health* **2**, 40-49.
- Baricault, A. (2014). Validation de nettoyage dans l'industrie pharmaceutique : cas pratique d'un projet de changement d'agent de nettoyage. *Th D Pharm, Bordeaux*.
- Belaout, E., and Ali salem, S. (2016). Étude du système HACCP appliqué sur une ligne de production du lait UHT demi-écrémé, au sein de Tchénouit/Candia Bejaia. *Thèse de doctorat, université saad dalhab Blida 1, Institut des sciences vétérinaire-Blida* 7-24.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., and Schieberle, P. (2008). "Food chemistry," Springer Science & Business Media.
- Ben Abdellah, Y., and Chelmanci, M. A. M. (2021). Suivi de l'efficacité du système de nettoyage en place (NEP) au sein de la SARL Glaces Mosta.
- BENDEDOUCHE, B., and BENSID, A. ATPmétrie en abattoir de volailles.
- Berne (2011). La pyramide alimentaire suisse Recommandations alimentaires pour adultes, alliant plaisir et équilibre Brochure. In "Société Suisse de Nutrition SSN", pp. 22.
- Bornert, G. (2000). Salmonella-free chicken meat: myth or reality? *Revue de Médecine Vétérinaire (France)*.
- Bouguerra Maroua, L. N. E. H. (2019). Qualité microbiologique des crèmes glacées commercialisées dans la ville de Guelma et étude de la sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolées.
- Boutonnier, J. -L. (2001). Contrôle de la qualité, Crèmes glacées, glaces et sorbets : formulation et fabrication. *Techniques de l'Ingenieur Agroalimentaire*, 3-8.
- Boutonnier, J. -L. (2019). Crème glacée, glace et sorbet – Ingrédients et additifs. *Techniques de l'ingénieur Agroalimentaire*
- Boutonnier, J.-L. (2021). Crème glacée, glace et sorbet Conditionnement, formulation et contrôles de la qualité. *Techniques de l'ingénieur Agroalimentaire* base documentaire : TIP700WEB.
- Boutou, O., Boquet, K., and Bolnot, F. H. (2014). "De l'HACCP à l'ISO 22000 : management de la sécurité des aliments," AFNOR Éditions.
- CGLED (1999). Guide de bonnes pratiques d'hygiène : restaurateur. pp. 229. Les journaux officiels Paris.
- Chamoret, C. (2013). Appréciation de la pertinence de plans d'autocontrôle microbiologique.
- Chebli, S., and Fellak, N. (2016). Inspection des restaurants collectifs de l'université Blida 1, Université de Blida 1.
- Clarke, C. (2004). Ice cream ingredients. In the science of ice cream (pp. 38e57). Cambridge : Royal Society of Chemistry Publishing.
- Codex Alimentarius (2003). Code d'usage international recommandé - Principes généraux d'hygiène alimentaire. pp. Division 4.
- Codex Alimentarius (2011). Hygiène des denrées alimentaires.

- Dadi, R. (2019). Synthèse de nanoparticules d'oxydes métalliques et leur activité antibactérienne, Université Paris-Nord-Paris XIII.
- DGCCRF (2016). Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes. France.
- Diouf, L. (2013). Appréciation du niveau d'hygiène et proposition d'un système de traçabilité en restaurant collectif : cas de Kiki traiteur SARL. *Université Cheikh Anta Diop de Dakar*.
- Dudez, P., François, M., and Raiffaud, C. (2017). Transformer les produits laitiers frais à la ferme. 126.
- Duho, K. S. D. (2012). Le nettoyage et désinfection en restauration collective à l'hôpital principal de Dakar (SÉNÉGAL), Université Cheikh anta diop de Dakar, École inter-États des sciences et de la médecine vétérinaire (E.ISM.V.)
- Davenat, B. (2003). "technologie des crémés glacée"
" Copyright.
- Edgar, B., and Montes, C. (2002). Effects of formulation and of foaming and freezing conditions on rheology and structure of ice-cream
- Effets de la formulation et des conditions de foisonnement et congélation sur la rhéologie et la structure de la crème glacée, Institut National Polytechnique de Lorraine.
- El Marrakchi, S. (2009). Application du concept HACCP en restauration collective—cas de l'hôpital « IBN SINA » de RABAT, Thèse : Pharmacie. Université Mohammed V Rabat.
- EL OUALI ALAMI, A. B., S; MANIAR, S; OUMOKHTAR, B (2013). Qualité microbiologique des crèmes glacées commercialisées au centre du Maroc et sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolées. *ScienceLib Editions Mersenne* 5, 1-10.
- Faille, C., Sylla, Y., Le Gentil, C., Benezech, T., Slomianny, C., and Lequette, Y. (2010). Viability and surface properties of spores subjected to a cleaning-in-place procedure: consequences on their ability to contaminate surfaces of equipment. *Food microbiology* 27, 769-776.
- Fennema, O., Damodaran, S., and Parkin, K. (1996). "Food chemistry,," CRC Press/Ed.
- GBPHR, G. d. b. p. d. l. h. e. l. r. (2013). Législation sur les denrées alimentaires et l'hygiène.
- Genin, G. (1967). Les opérations de nettoyage en laiterie. *Le Lait*, 47, 633-639.
- Goff, H. D., and Hartel, R. W. (2004). "Ice-cream and frozen desserts Handbook of Frozen Foods," CRC Press/Ed.
- Hartard, C. (2017). Toxi-infections alimentaires collectives : Apport de la norme ISO 15216 pour évaluer le risque lié à la présence de norovirus humains dans les fruits de mer, Université de Lorraine.
- Herrero, D., and Hitienne, G. (2006). Dossier la glace. *Le Journal du pâtissier* 1
- Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, H., Schuck, P., and Brulé, G. (2008). "Fondements physicochimiques de la technologie laitière," Lavoisier.
- JORAn° 17, J. O. d. l. R. A. (2017). Décret exécutif du 14 Rajab 1438 correspondant au 11 avril 2017 fixant les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation humaine des denrées alimentaires.
- JOUE n° 852, J. o. d. l. U. e. (2004). Rectificatif au règlement (CE) du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées

alimentaires.

- Khairullah Mohammed, N., Khair, M., Ahmad, N., and Meor Hussin, A. S. (2022). Ice cream as functional food: A review of health-promoting ingredients in the frozen dairy products. *Journal of Food Process Engineering* 45.
- Kilara, A., and Chandan, R. C. (2007). "Ice cream and frozen desserts, handbook of food products manufacturing," John Wiley and Sons.
- Koriba , A., and Kich , A. (2018). Recherche d'Escherichia coli et Salmonella spp dans les denrées alimentaires, Blida.
- Lapointe-Vignola, C. (2002). "Science et technologie du lait : transformation du lait," Presses internationales Polytechnique.
- Le Petit, L. (2020). Développement de méthodologie, conception et validation de détergents/biocides pour le nettoyage en place de membranes polymères de l'industrie laitière, Rennes 1.
- Ludvigsen, H. K. (2014). Application of emulsifiers in dairy and ice cream products. *Emulsifiers in Food Technology*, 297-308.
- McSweeney, P. L., and O'Mahony, J. A. (2016). "Advanced dairy chemistry: volume 1B: proteins: applied aspects," Springer.
- Merkus, H. G., and Meesters, G. M. H. (2013). "Particulate Products: Tailoring Properties for Optimal Performance," Springer International Publishing.
- Minvielle, B., and Rugraff, Y. (1999). Intérêt de l'ATP-métrie pour la validation et l'optimisation du nettoyage-désinfection dans le secteur abattage-découpe. *TECHNIPORC* 22, 5-10.
- Mouloudi, F. (2013). La qualité hygiénique et microbiologique de la restauration collective : cas de restaurants universitaires d'Oran. *Pour l'obtention du diplôme de magister en microbiologie fondamentale et appliquée. Univ d'Oran, Es-sanja p*, 39-48.
- Mouss, L. H. (2006). Mettre en place un système de management pour améliorer la qualité par des contrôles des opérations dans l'industrie agroalimentaire, Université El Hadj Lakhdar Batna.
- Ndiaye, A. (1992). Étude de l'hygiène de la restauration collective au centre régional des œuvres universitaires de SAINT - LOUIS (CROUS), Cheikh Anta Diop-Dakar.
- Papademas, P., and Bintsis, T. (2002). Microbiology of ice cream and related products. *Dairy microbiology handbook—The microbiology of milk and milk products*, 213-260.
- Patil, A. G., and Banerjee, S. (2017). Variants of ice creams and their health effects. *MOJ Food Process. Technol* 4, 58-64.
- Patton, S. (2017). "Milk: Its remarkable contribution to human health and well-being," Routledge.
- Raman, R. S., and Basavaraj, Y. (2019). Quality improvement of capacitors through fishbone and pareto techniques. *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8, 2248-2252.
- Ramos, S., Etxebarria, S., Ciudad, M., Gutierrez, M., San Martin, D., Inarra, B., Olabarrieta, I., Melado-Herreros, A., and Zufia, J. (2020). Cleaner production strategies for the food industry. In "The Interaction of Food Industry and Environment", pp. 1-34. Elsevier.
- Saulou-Berion, C. (2009). Évaluation des propriétés anti-adhésives et biocides de films nanocomposites avec inclusions d'argent, déposés sur acier inoxydable par procédé plasma, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.
- Schuck, P., Mahaut, M., Jeantet, R., and Brulé, G. (2000). "Les produits industriels laitiers," Lavoisier TEC et DOC Editions.
- Segall, K., and Goff, H. (2002). A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. *International Dairy Journal* 12, 1013-1018.

- SEINE, C. D. V. S. (2020). Diminuer le temps d'analyse des prélèvements pour mettre les actions correctives en place plus rapidement., 8.
- Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S., and Wibisono, R. (2013). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International* 50, 647-656.
- Sylla, K. (2000). Contribution à l'étude comparée des conditions de réception, de stockage et de préparation des denrées alimentaires d'origine animale en restauration collective : cas particulier des restaurants du Centre des Œuvres Universitaires de Dakar (COUD) -Sénégal. *Med. Vet., Dakar*.
- Termoul , Z., and Foularsen , W. (2018). Effet de la date de conservation sur la qualité nutritionnelle physicochimique et microbiologique des crèmes glacées, Abdelhamid Ibn Badis - MOSTAGANEM
- Thomas, A., and Sathian, C. (2014). Cleaning-in-place (CIP) system in dairy plant-review. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol* 8, 41-44.
- TMSP (2007). La fonction de restauration à l'hôpital. Série des manuels d'hygiène hospitalière. pp. 64.
- Tordjman-Valency, L. (2016). Défi du dénombrement microbien dans l'industrie pharmaceutique : les nouvelles méthodes alternatives sont-elles appliquées. *Sciences pharmaceutiques. ffdumas01373145f*.
- Van Kleef, E., Van Trijp, H. C., and Luning, P. (2005). Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques. *Food quality and preference* 16, 181-201.
- Varnam, A. H. (2012). "Milk and Milk Products: Technology, chemistry and microbiology," Springer US.
- Yamouchene, M., and Ouzaid, I. (2015). Étude et automatisation d'une station de nettoyage en place. *Université Mouloud Mamari Tizi Ouzou, Faculté de génie électrique et informatique, Sciences et Technologies, Génie électrique, Automatique et Informatique Industrielles*

ANNEXES

ANNEXES

A. Préparation de milieu de culture gélose nutritive

Composition :

Extrait de viande de l'œuf.....	01 g
Agar.....	15 g
Peptone.....	05 g
Chlorure de sodium.....	15 g
Extrait de levure.....	02 g

Préparation : Verser 28 g dans un litre d'eau distillée. Ajuster le PH à 7,4. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes.

Tableau de résultats de la méthode NPP

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8
1	0	2	4	<0,5	11
1	0	3	6	<0,5	15
1	1	0	3	<0,5	8
1	1	1	5	<0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

Les kits de l'ATP-métrie

a. Aqua-snap



Figure 01 : Les kits de l'ATP-métrie de quelques échantillons des eaux de rinçage.



Figure 02 : Boîtes stériles des prélèvements des eaux de rinçage.

b. Ultra-snap

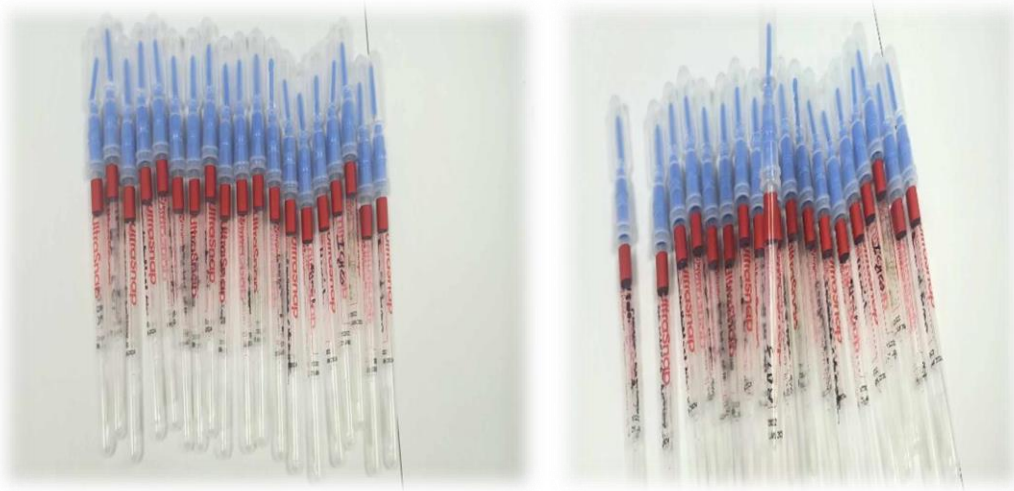


Figure 03 : Les kits de l'ATP-métrie de quelques échantillons des surfaces.

B. Les tableaux des résultats de l'ATP-métrie

Tableau 01 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage de HTST durant le nettoyage courant.

Lieux de prélèvement		La moyenne	L'écart type
HTST 1200	Cuve 01	0	0
	Cuve 02	0	0
	LP premier rinçage	0,33	0,58
	LP dernier rinçage	1	1
HTST 2400	Cuve 01	0,11	1
	Cuve 02	9,33	1,53
	LP premier rinçage	1,67	1,53
	LP dernier rinçage	0,33	0,58

Tableau 02 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage de HTST durant le nettoyage approfondi.

Lieux de prélèvement		La moyenne	L'écart type
HTST 1200	Cuve 01	0	0
	Cuve 02	0	0
	LP premier rinçage	0	0
	LP dernier rinçage	0,33	0,58
HTST 2400	Cuve 01	0,67	1,15
	Cuve 02	3,67	1,53
	LP premier rinçage	4,67	1,58
	LP dernier rinçage	0	0,58

Tableau 03 : Résultats de l'ATP-métrie qui analyse les eaux de rinçage de cuve a sirop durant le nettoyage courant et approfondi.

Résultats nettoyage courant « RLU »	Résultats nettoyage approfondi « RLU »
0	0

Tableau 04 : Résultats de l'ATP-métrie effectué sur les eaux de rinçage des cuves de maturation durant la désinfection.

Cuves	Prélèvements	Moyenne	Ecart type
N°1	1er rinçage	21,67	0,58
	Dernier rinçage	0,33	0,58
N°4	1er rinçage	/	/
	Dernier rinçage	2	3,46
N°5	1er rinçage	/	/
	Dernier rinçage	17,67	0,58
N°6	1er rinçage	19	1
	Dernier rinçage	3,33	1,15
N°7	1er rinçage	63	2
	Dernier rinçage	0	0
N°8	1er rinçage	/	/
	Dernier rinçage	2,67	3,06
N°9	1er rinçage	8,67	1,15
	Dernier rinçage	1,33	1,15
N°10	1er rinçage	14	1
	Dernier rinçage	1	1
N°11	1er rinçage	/	/
	Dernier rinçage	0,67	1,15
N°12	1er rinçage	/	/
	Dernier rinçage	15	7,94

Tableau 05 : Résultats de l'ATP-métrie effectué sur les eaux de rinçage des cuves de maturation durant le nettoyage courant.

Cuves		Moyenne	Ecart-type
N°1	Dernier rinçage	17,33	1,53
N°2	Dernier rinçage	2	2
N°4	Dernier rinçage	3,67	1,53
N°6	Dernier rinçage	12,33	2,31
N°9	Dernier rinçage	6,67	1,53
N°11	Dernier rinçage	0,33	0,58

Tableau 06 : Résultats de l'ATP-métrie effectué sur les eaux de rinçage des cuves de maturation durant le nettoyage approfondi.

Tableau 04 : Cuves	Prélèvements	Cuves	Ecart-type
N°1	Dernier rinçage	0,67	1,15
N°7	Dernier rinçage	1	1,73
N°8	Dernier rinçage	0	0
N°10	Dernier rinçage	2	1

Tableau 07 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant le nettoyage courant des freezers.

Freezers	Prélèvements	Freezers	Ecart-type
N°1	Dernier rinçage	0	0
N°2	Dernier rinçage	0	0
N°3	Dernier rinçage	0	0
N°4	Dernier rinçage	0	0
N°5	Dernier rinçage	0	0
N°6	Dernier rinçage	0	0
N°7	Dernier rinçage	0	0
N°8	Dernier rinçage	0	0
N°9	Dernier rinçage	0	0
N°10	Dernier rinçage	0	0
N°11	1er rinçage	37,33	2,51
	Dernier rinçage	0	0
N°12	1er rinçage	84,33	4,50
	Dernier rinçage	0	0
N°13	Dernier rinçage	0	0
N°14	Dernier rinçage	0	0
N°15	Dernier rinçage	0	0

Tableau 08 : Résultats de l'ATP-métrie des eaux de rinçage durant le nettoyage approfondi des freezers.

Freezers	Prélèvements	Moyenne	Ecart-type
N°1	Dernier rinçage	0	0
N°2	Dernier rinçage	0	0
N°3	Dernier rinçage	0	0
N°4	Dernier rinçage	0	0
N°5	Dernier rinçage	0	0
N°6	Dernier rinçage	0	0
N°7	Dernier rinçage	0	0
N°8	Dernier rinçage	0	0
N°9	Dernier rinçage	1	1
N°10	Dernier rinçage	0	0
N°11	Dernier rinçage	0	0
N°12	Dernier rinçage	0	0
N°13	Dernier rinçage	0	0
N°14	Dernier rinçage	0	0
N°15	Dernier rinçage	0	0

Tableau 09 : Résultats de l'ATP-métrie de l'eau de rinçage durant nettoyage courant des conditionneuses.

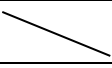
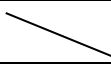
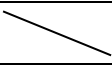
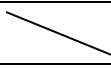
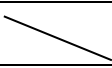
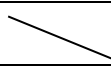
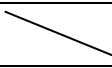
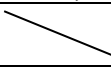
Conditionneuses	Prélèvements	Conditionneuses	Ecart-type
IP6	1er rinçage		
	Dernier rinçage	0	0
PANCOLINE 1	1er rinçage		
	Dernier rinçage	0,66	1,15
PANCOLINE 2	1er rinçage		
	Dernier rinçage	1	1,73
Ecoline	1er rinçage		
	Dernier rinçage	0	0
RDT3	1er rinçage	16,66	1,52
	Dernier rinçage	2	1

Tableau 10 : Résultats de l'ATP-métrie réalisé sur les surfaces de trois différents lieux dans les cuves de maturation durant la désinfection.

Cuves	Prélèvements	Cuves	Ecart-type
N°1	Couvert	25	2,65
	Vanne	3,33	1,53
	Milieu intérieure	0	0
N°2	Couvert	8	3,46
	Vanne	8,67	1,53
	Milieu intérieure	0	0
N°3	Couvert	0	0
	Vanne	6,67	0,58
	Milieu intérieure	2	0
N°7	Couvert	7,67	3,06
	Vanne	0	0
	Milieu intérieure	0	0
N°10	Couvert	11,33	2,31
	Vanne	0	0
	Milieu intérieure	0,67	1,15
N°12	Couvert	0	0
	Vanne	0	0
	Milieu intérieure	0	0

Tableau 11 : Résultats de l'ATP-métrie réalisé sur les surfaces de trois différents lieux dans les cuves de maturation durant le nettoyage approfondi.

Cuves	Prélèvements	Cuves	Ecart-type
N°1	Couvert	25	2,65
	Vanne	3,33	1,53
	Milieu intérieure	0	0
N°7	Couvert	8	3,46
	Vanne	8,67	1,53
	Milieu intérieure	0	0
N°8	Couvert	16,67	4,16
	Vanne	38,33	9,02
	Milieu intérieure	1	1,73

Tableau 12 : Résultats de l'ATP-métrie des surfaces des conditionneuses.

Conditionneuse	Equipement	Conditionneuses	Ecart-type
Extrudeuse 9000 p/h	BE	17,67	2,08
	Plateaux	0,33	0,58
	CE	0	0
Extrudeuse 18000 p/h	BE	0,67	1,15
	MSG Freezer 14	97,33	2,08
	MSG Freezer 15	252	8,19
	Plateaux	0	0
RDT3	Doseur	0,67	1,15
CF3	PS	40,67	0,58
	Doseur	23,67	2,89
Icepack6	PMV	3,67	1,53
	OPM	8	1
Ecoline	Doseur	175,67	0,58
Ice pack 4	PE	0	0
	Doseur N°01	0	0
	Doseur N°02	1,33	1,15
	Doseur N°03	0,33	0,58
	Doseur N°04	0	0
	Calibreur N°01	60	5
	Calibreur N°02	44	3,61
	Calibreur N°03	19,33	0,58

C. Résultats des analyses microbiologiques classiques

F.T.A.M

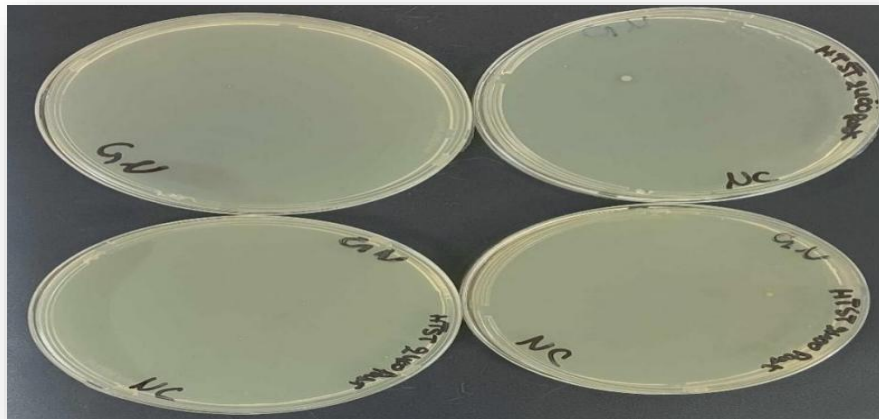


Figure 04 : Résultats des F.T.A.M des eaux de rinçage de HTST 2400L ligne de pasteurisation durant nettoyage courant.

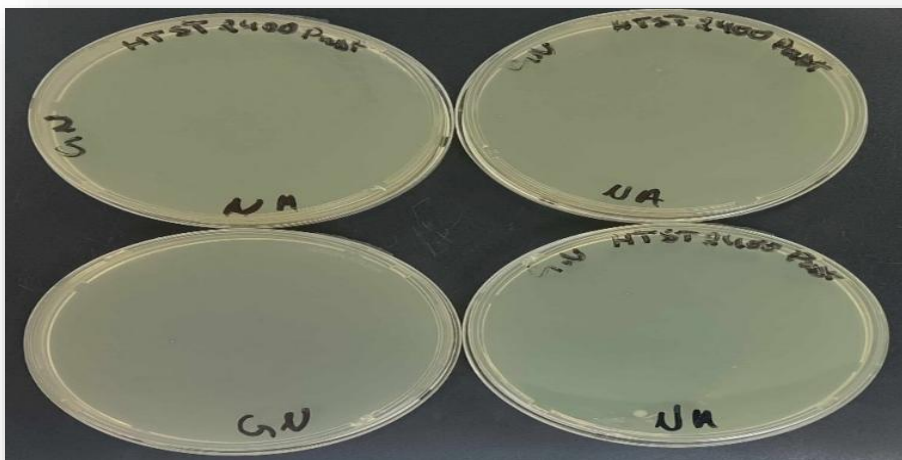


Figure 05 : Résultats des F.T.A.M des eaux de rinçage de HTST 2400L ligne de pasteurisation durant nettoyage approfondi.

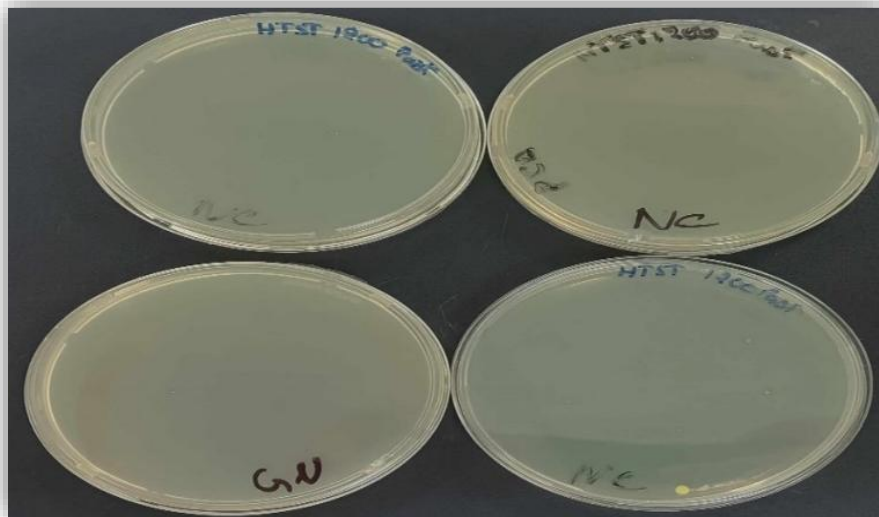


Figure 06 : Résultats des F.T.A.M des eaux de rinçage de HTST 1200L ligne de pasteurisation durant nettoyage courant.

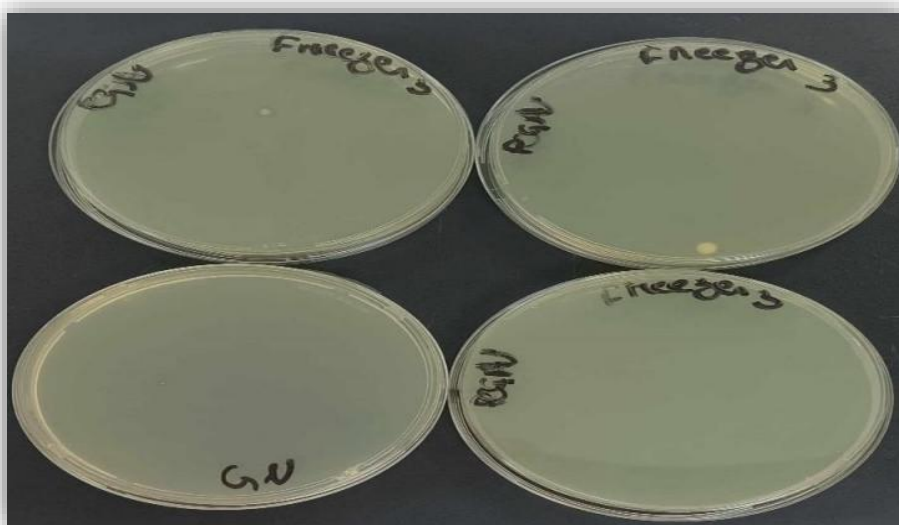


Figure 07 : Résultats des F.T.A.M des eaux de rinçage de Freezer 3 durant nettoyage approfondi.

Coliformes totaux



Figure 08 : Résultats de coliforme totaux des eaux de rinçage de HTST 2400L ligne de pasteurisation durant nettoyage courant.



Figure 09 : Résultats de coliforme totaux des eaux de rinçage de HTST 2400L ligne de pasteurisation durant nettoyage approfondi.

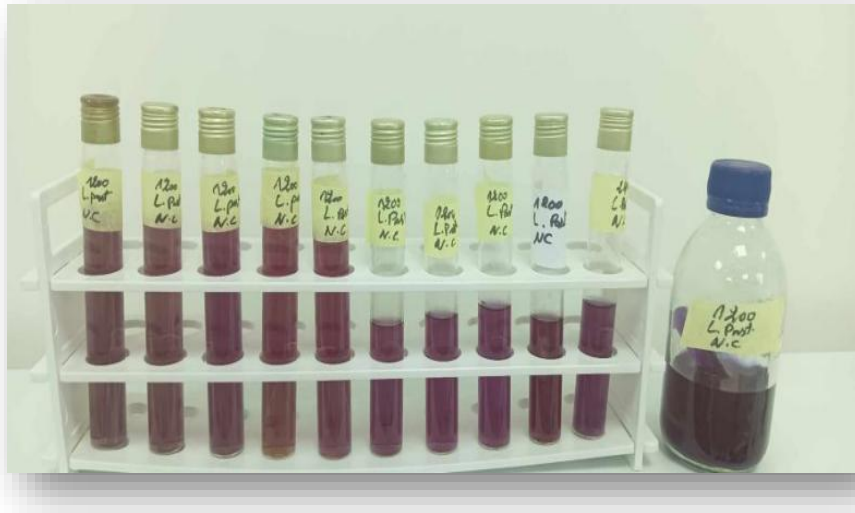


Figure 10 : Résultats de coliforme totaux des eaux de rinçage de HTST 1200L ligne de pasteurisation durant nettoyage courant.

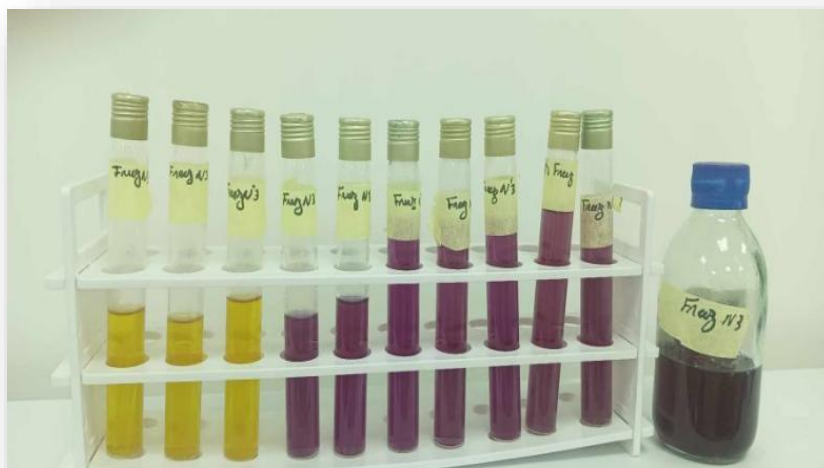


Figure 11 : Résultats de coliforme totaux des eaux de rinçage de freezer 3 durant nettoyage approfondi.

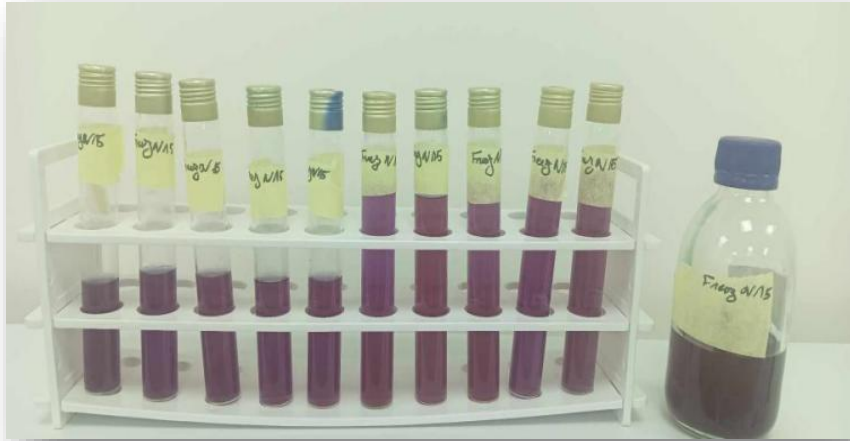


Figure 12 : Résultats de coliforme totaux des eaux de rinçage de freezer 15 durant nettoyage approfondi.