

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des sciences alimentaires**

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière Sciences Alimentaires

**Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité**

*Thème :*

Etude et suivi du contrôle de la qualité appliqué aux fromageries. Cas du Groupe Industriel Goumidi et du fromage fondu «OKID'S ».

***Présenté par :***

- ❖ Chehbelaine Takeiddine
- ❖ Nouari Billel

***Devant les Jurys :***

- |                 |     |           |             |
|-----------------|-----|-----------|-------------|
| ❖ Mr TLEMSANIA  | MCB | U.Blida 1 | Président   |
| ❖ Mr MEGATELIS  | MCB | U.Blida 1 | Examinateur |
| ❖ Mme FERNANE S | MAA | U.Blida 1 | Promotrice  |

**Promotion : 2021-2022**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Louange à Dieu, le tout puissant, qui m'a  
donné la force et le courage d'avoir  
accompli ce travail.

# *Remerciements*

*Tout d'abord, je tiens à remercier Allah, le Tout Puissant et le Miséricordieux, de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme ma formation de master.*

*J'ai l'honneur et le plaisir, par ailleurs, de présenter ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à notre promotrice Mme FERNANE.S, pour son aide, ses orientations et le temps qu'elle m'a accordé pour l'encadrement.*

*Je remercie, également, tous les enseignants qui m'ont encouragé et soutenu durant mon cursus.*

*Mes vifs remerciements vont aux membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail :*

*Mr TLEMCANI Amine, d'avoir accepté la présidence de jury, par ses conseils éclairés qui ne feront qu'enrichir cette étude.*

*Mr MEGATELI Smain de m'avoir honoré de leur présence et pour leur qualité d'examineurs.*

*Mes remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés également à :*

*Mr le Gérant de l'entreprise GOUMIDI "GIG" pour m'avoir ouvert les portes de son entreprise et d'avoir mis à mes dispositions les moyens nécessaires pour la réalisation de cette étude.*

*Un très grand remerciement à l'ensemble du personnel du laboratoire ainsi que tous les employés de la SARL "GIG", en particulier le chef du service de laboratoire, le technicien de laboratoire chargé de la partie physico-chimique et la technicienne de laboratoire chargée de la partie microbiologique pour leurs aides et leurs conseils.*

*Enfin, je voudrais remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

**« « Merci » »**

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille.*

*Ma mère et mon père, spécialement le père Khemissi que Dieu lui fasse miséricorde et le place dans son paradis, pour le soutien, la patience, les conseils, aide et encouragement à la réalisation de ce modeste travail et aussi pour les sacrifices dont ils ont fait toujours preuve.*

*Mon frère Sofiane.*

*Ma Grande-Mère maternelle que Dieu la bénisse.*

*Mes amis et collègues notamment les étudiants qui m'ont encouragé, je cite à l'occasion, Riad, Rouf, Narimene pour les bons moments que nous avons passés ensemble et qui ont contribué à rendre ces années inoubliables.*

*A tous mes amis sans exception.*

*Sans oublier les étudiants de ma promotion de Licence et de Master, Bonne chance à tous.*

## Résumé

L'objectif de ce présent travail était l'étude et le suivi du contrôle de la qualité du fromage fondu UHT de marque « OKID'S », fabriqué par le Groupe Industriel Goumidi « GIG » de Blida. Ainsi, il y a eu d'une part, l'étude des paramètres physico-chimiques (extrait sec, matière grasse, humidité, pH.) des matières premières (poudre de lait, cheddar et beurre), ainsi que ceux de l'eau (titre alcalimétrique, titre alcalimétrique complet, titre hydrotimétrique, chlorures) et du produit fini. De plus, nous avons vérifié la présence ou l'absence de certains germes indicateurs des conditions d'hygiène (germes aérobies mésophiles totaux, Coliformes, spores de Clostridium, *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures) qui peuvent être à l'origine de toxi-infections alimentaires, compte tenu des règlements sanitaires.

Les résultats ont révélé une conformité aux normes OKID'S. De surcroît, les analyses physico-chimiques effectués sur le fromage fondu ont donné un pH de 5,76 ; un taux d'extrait sec de 39,81% et 17,66% de matière grasse, ce qui donne au fromage une texture tartinable avec une douce saveur. Le suivi hygiénique a montré une absence totale des germes recherchés. Ainsi, on conclut que les contrôles de qualité effectués de façon régulière à GOUMIDI ont permis au fromage fondu « OKID'S » d'acquérir une qualité remarquable sur le plan physicochimique et microbiologique.

**Mots clés :** fromage fondu, contrôle physicochimique, contrôle microbiologique.

## Abstract

The study of the physico-chemical parameters (dry extract, fat, humidity, pH, etc.) of the raw materials (milk powder, cheddar and butter), as well as those of the water (alkalimetric title, complete alkalimetric title, hydrotimetric title, chlorides) and of the finished product. In addition, we checked the presence or absence of certain germs indicating hygiene conditions (total mesophilic aerobic germs, Coliforms, spores of Clostridium, Staphylococcus aureus, yeasts and moulds) which can be the cause of poisoning. foodborne infections, taking into account health regulations.

The results revealed compliance with the standards. In addition, the physico-chemical analyzes carried out on the processed cheese gave a pH of 5.76; a dry extract rate of 39.81% and 17.66% fat, which gives the cheese a spreadable texture with a mild flavor. The hygienic follow-up showed a total absence of the germs sought. Thus, we conclude that the quality controls carried out on a regular basis in Goumidi have enabled the "OKID'S" processed cheese to acquire a remarkable quality on the physicochemical and microbiological level.

**Keywords:** Processed cheese, physicochemical analyses, microbiological analyses.

## ملخص

الهدف من هذا العمل الحالي هو دراسة ومراقبة جودة الجبن المطبوخ بالحرارة العالية "OKID'S" المصنعة من قبل المجموعة الصناعية "GIG" البلدية. وهكذا ، فمن ناحية ، كانت هناك دراسة للمعايير الفيزيائية والكيميائية (مستخلص جاف ، ودهن ، ورطوبة ، ودرجة الحموضة ، وما إلى ذلك) للمواد الخام (مسحوق الحليب ، والجبن ، والزبدة) ، وكذلك تلك الخاصة بالمياه. (العنوان القلوي ، العنوان القلوي الكامل ، عنوان القياس الهيدروليكي ، الكلوريدات) والمنتج النهائي. بالإضافة إلى ذلك ، قمنا بفحص وجود أو عدم وجود بعض الجراثيم التي تشير إلى ظروف النظافة (مجموع الجراثيم الهوائية متوسطة الحجم ، القولونيات ، جراثيم المطثية ، المكورات العنقودية الذهبية ، الخمائر والعفن) التي يمكن أن تكون سبباً للتسمم. العدوى المنقولة بالغذاء ، مع مراعاة اللوائح الصحية.

كشفت النتائج الامتثال للمعايير. بالإضافة إلى ذلك ، أعطت التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت على الجبن المعالج درجة حموضة قدرها 5.76 ؛ بنسبة خلاصة جافة تبلغ 39.81٪ و 17.66٪ دهون ، مما يعطي الجبن قواماً قابلاً للدهن مع نكهة خفيفة. أظهرت المتابعة الصحية الغياب التام للجراثيم المطلوبة. وهكذا ، نستنتج أن ضوابط الجودة التي يتم إجراؤها على أساس منتظم في Goumidi قد مكنت الجبن المطبوخ "OKID'S" من الحصول على جودة ملحوظة على المستوى الفيزيائي والكيميائي والميكروبيولوجي.

**الكلمات المفتاحية:** الجبن المعالج ، التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، التحليلات الميكروبيولوجية

## Liste des abréviations

**Abs** : Absence

**AFNOR** : Association française de normalisation

**AOC** : Appellation d'Origine Contrôlée

**A<sub>w</sub>** : activité de l'eau

**BCPL** : bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol

**CSR** : Clostridium Sulfito-Réducteur

**D/C** : Double Concentration

**DM** : Dilution Mère

**DFI** : Direction Fédérale de l'Intérieur

**EDTA** : Ethylène-Diamine Tétra Acétique

**EPEI** : Eau Peptonée Exempte d'Indole

**EST** : Extrait Sec Total

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**G/S** :Gras sur Sec

**GAMT** : Germes Aérobie Mésophile Totaux

**GBPH** : Guide de Bonne Pratiques d'Hygiène

**GIG** : Groupe Industriel Goumidi

**ISO** : International Standards Organization

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**MG** : Matière Grasse

**MS** : Matière sèche

**NF EN** : Norme Européenne et Française

**NF** : Norme Française

**NPP** : Nombre Plus Probable

**PCA** : Plate Count Agar

**PHE** : Phénylalanine

**S. aureus** : Staphylococcus aureus

**S/C** : Simple Concentration

**SM** : Suspension Mère

**TA** : Titre Alcalimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet

**TIAC** : Toxi-infections alimentaires collectives

**TH** : Titre Hydrotimétrique

**TSE** : Tryptone Sel Eau

**UHT** : Ultra Haute Température

**VBL** : Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant

**VRBL** : Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre.

## Table des Matières

<b>Introduction</b>	1
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	4
<b>Chapitre I : Généralités sur le fromage et fromagerie.....</b>	<b>5</b>
1. Historique.....	5
2. Lait fermenté.....	5
3. Définition du fromage.....	6
4. Constituants du fromage.....	7
5. Types de fromages.....	9
5.1. Fromage frais .....	10
5.2. Fromage fondu.....	10
5.3. Fromage à pâte molle.....	11
6. Technologie de fabrication fromagère.....	12
<b>Chapitre II : Processus de fabrication du fromage fondu.....</b>	<b>13</b>
1. Fromage fondu.....	13
1.1. Définition du fromage fondu.....	13
1.2. Classification du fromage fondu.....	13
1.2.1. Classification selon la teneur en matière grasse.....	13
1.2.2. Classification selon la forme .....	13
2. Fromage fondu pasteurisé .....	14
2.1. Définition .....	14
2.2. Composition du fromage fondu pasteurisé .....	14
3. Sélection et préparation des matières premières .....	15
4. Processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé .....	16
5. Défauts de fabrication du fromage fondu .....	18
<b>Chapitre III : Généralités sur la qualité et le système qualité .....</b>	<b>21</b>
1. Contrôle de la qualité.....	21
1.1. Qualité de la matière première.....	21
1.2. Qualité au cours de la fabrication.....	21
1.3. Qualité du produit fini.....	22
2. Gestion de la qualité d'hygiène.....	22
2.1. Guide de bonnes pratiques d'hygiène.....	23
2.3. Gestion globale de l'hygiène.....	24

2.3.1. Etablissement de la méthode.....	24
2.3.2. Développement et validation du schéma de construction logique du guide de bonnes pratiques.....	25
3. Relation contractuelle avec les fournisseurs et contrôles à réception.....	29
3.1. Spécifications des matières premières.....	29
3.2. Procédures de rejet.....	30
3.3. Politique de santé du personnel.....	30
<b>PARTIE EXPERIMENTALE</b>	
<b>Matériel et méthodes .....</b>	<b>34</b>
I. Objectif et lieu de travail.....	35
II. Matières .....	35
II.1. Matières premières .....	35
II.2. Matériel nécessaire.....	35
III. Méthodes .....	36
III.1. Prélèvement.....	36
III.2. Techniques de prélèvement.....	36
IV. Analyses physico-chimiques.....	38
IV.1. Détermination du pH.....	38
IV.2. Détermination de l'extrait sec total (EST%).....	38
IV.3. Détermination du taux de matière grasse (MG%).....	39
IV.4. Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS).....	40
IV.5. Analyses physico-chimiques de l'eau.....	41
V. Contrôle microbiologique.....	44
V.1. Préparation des dilutions.....	46
V.1.1. Solution mère (première dilution).....	46
V.1.2. Dilutions décimales.....	46
V.2. Analyses microbiologiques.....	47
VI. Analyses microbiologiques de l'environnement .....	61
VI.1. Contrôle microbiologique de l'air ambiant.....	61
VI.2. Contrôle microbiologique du personnel.....	61
VI.3. Contrôle microbiologique des surfaces.....	62

<b>Résultats et Discussion</b> .....	63
I. Résultats et discussion des analyses physicochimiques des matières premières.....	64
II. Résultats des analyses physicochimiques du fromage fondu (produit fini).....	68
III. Résultats de l'analyse microbiologique.....	70
III.1. Résultats des analyses microbiologiques de l'air ambiant.....	74
III.2. Résultats des analyses microbiologiques du personnel .....	75
III.3. Résultats des analyses microbiologique des surfaces .....	76
<b>Conclusion</b> .....	77
<b>Références bibliographiques</b> .....	79
<b>Annexes</b> .....	83

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Valeur nutritionnelle moyenne des différents types de fromages.....	9
<b>Tableau 2</b> : Classification des fromages fondus.....	13
<b>Tableau 3</b> : La composition en matières premières et en ingrédients utilisés dans la fabrication du fromage fondu, selon GIG.....	14
<b>Tableau 4</b> : Défauts au moment de la fonte.....	19
<b>Tableau 5</b> : Défauts au cours du stockage.....	20
<b>Tableau 6</b> : Mode d'action et durée de technique de conservation selon Bonne.....	25
<b>Tableau 7</b> : Effet du lavage sur les bactéries selon Bonne.....	31
<b>Tableau 8</b> : Analyses microbiologiques effectuées sur les différents prélèvements selon GIG.....	45
<b>Tableau 9</b> : Germes recherchés dans le contrôle microbiologique du personnel, air ambiant et surface avec les milieux utilisés et les conditions d'incubation.....	45
<b>Tableau 10</b> : Exemple de calcul suivant le NPP.....	52
<b>Tableau 11</b> : Exemple sur des résultats finaux des coliformes fécaux.....	53
<b>Tableau 12</b> : Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait.....	64
<b>Tableau 13</b> : Résultats des analyses physicochimiques du cheddar.....	65
<b>Tableau 14</b> : Résultats des analyses physicochimiques du beurre.....	66
<b>Tableau 15</b> : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.....	67
<b>Tableau 16</b> : Résultats des analyses physico-chimiques du fromage fondu (produit fini).....	68
<b>Tableau 17</b> : Résultats des analyses microbiologiques du beurre.....	70
<b>Tableau 18</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	71
<b>Tableau 19</b> : Résultats des analyses microbiologiques du cheddar.....	72
<b>Tableau 20</b> : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.....	72
<b>Tableau 21</b> : Résultats des analyses microbiologiques du fromage fondu (produit fini)...	73
<b>Tableau 22</b> : Résultats des analyses microbiologiques de l'air ambiant.....	74
<b>Tableau 23</b> : Résultats des analyses microbiologiques du personnel.....	75
<b>Tableau 24</b> : Résultats des analyses microbiologiques des surfaces.....	76

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> : Bases de la fromagerie.....	6
<b>Figure 2</b> : Diagramme de fabrications du fromage.....	12
<b>Figure 3</b> : Principe d'apparition des pertes économiques ou des TIAC (Bonne et al, 2005).....	23
<b>Figure 4</b> : Définition des prescriptions de maîtrise à partir du schéma de Bonne.....	24
<b>Figure 5</b> : Etapes de fabrication du fromage fondu de marque OKID'S selon "Goumidi".	37
<b>Figure 6</b> : Préparation des dilutions décimales pour les produits liquides, selon le Groupe Industriel Goumidi .....	47
<b>Figure 7</b> : Préparation des dilutions décimales pour les produits solides, selon le Groupe Industriel Goumidi.....	47
<b>Figure 8</b> : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) dans les matières premières et le produit fini.....	48
<b>Figure 9</b> : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) dans l'eau de process.....	49
<b>Figure 10</b> : Recherche et dénombrement des coliformes par comptage des colonies sur Milieu VRBL.....	50
<b>Figure 11</b> : Recherche et dénombrement des coliformes totaux dans l'eau.....	54
<b>Figure 12</b> : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux dans l'eau.....	55
<b>Figure 13</b> : Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs dans les matières premières et le produit fini.....	57
<b>Figure 14</b> : Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs dans l'eau de process.....	58
<b>Figure 15</b> : Lecture sur Gélose Baird Parker (chaque caractère à son identification).....	59
<b>Figure 16</b> : Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus.....	60
<b>Figure 17</b> : Histogramme des analyses physicochimiques du poudre de lait (Ramdy et OKID'S).....	65
<b>Figure 18</b> : Histogramme des résultats d'analyses physicochimiques du beurre (RAMDY et OKID'S).....	67
<b>Figure 19</b> : Histogramme des résultats d'analyses physico-chimiques du fromage fondu (produit fini) de RAMDY et OKID'S.....	69

# **INTRODUCTION**

### Introduction :

Le fromage a toujours été une valeur sûre de l'alimentation humaine. C'est le résultat d'une transformation du lait très ancienne puisque des écrits témoignent de sa fabrication quelque trois mille ans avant notre ère en basse Mésopotamie. Source précieuse de protéines, le fromage a été l'un des premiers moyens de conservation du lait, matière première rapidement périssable. Cependant, la coagulation du lait et l'égouttage du caillé qui en résulte n'offrent qu'une stabilité relative et variable selon les fromages qui sont des produits laitiers « vivants ». Ainsi, si la protéolyse est un phénomène fondamental lors de l'affinage, cette activité enzymatique se poursuit même à basse température et conduit au-delà d'un certain stade à une altération du fromage (**Boutonnier, 2000**).

Le fromage fondu est un aliment énergétique riche en protéines et en minéraux. Leurs profils nutritionnels et leurs contributions en font une véritable portion de produit laitier. Ils contribuent ainsi efficacement aux apports en calcium et à l'atteinte des recommandations de consommation de trois produits laitiers par jour, à condition de choisir les recettes apportant le plus de calcium et le moins de lipides et de sodium. (**Richonnet, 2016**).

Le fromage fondu en portions à 20% MG comprend pour 100 g une proportion modérée de glucides, et de protéines et abondamment de lipides (**Anses, 2017**). Il contient des protéines complètes, grâce à sa composition riche en huit acides aminés essentiels. Il s'agit donc d'un aliment intéressant à intégrer dans un repas sans viande.

Sa composition en lipides nous révèle que la plus grande partie de ses acides gras sont des acides gras saturés. Il sera donc important d'opter pour une alimentation variée pour fournir la totalité des AG nécessaires pour l'organisme. Compte tenu de ses intéressantes concentrations en vitamine A, il peut contribuer au fonctionnement normal du métabolisme énergétique, (<https://www.santemagazine.fr/alimentation/nutriments/>).

D'après la technologie mise en œuvre, plusieurs variétés de fromages se distinguent, dont les fromages frais, à pâte molle et fondus. La qualité microbiologique de ces différents types de fromages est liée à leurs procédés de fabrication et leurs caractéristiques physico-chimiques desquels relèvent la persistance et la survie des microorganismes qui s'y trouvent.

Les algériens consomment surtout du fromage fondu en portion (60 % de la consommation totale de fromage dans le pays eu cours de l'année 2021). Les fromages fabriqués en Algérie sont le camembert et autres pâtes pressées, les fromages frais et les fromages fondus (<https://www.algeriepart.com/>).

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés au fromage fondu « OKID'S » fabriqué par la fromagerie OKID'S Algérie conditionné sous forme de portions, il constitue l'un des fromages les plus consommés en Algérie surtout au cours de ces dernières années. La fromagerie se doit de respecter toutes les conditions sanitaires pendant les étapes de la fabrication. Le contrôle des ingrédients et du produit fini doit être effectué soigneusement afin d'obtenir un produit conforme aux normes établies par la législation en vigueur.

Nous avons proposé d'effectuer une étude caractéristique représentée par des analyses physico- chimiques et microbiologiques du produit fini, ainsi que des matières premières qui le constituent. Une étude théorique a été également entreprise par des données bibliographiques sur le fromage, l'industrie fromagère et la qualité du fromage.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## Chapitre I : Généralités sur le fromage et l'industrie fromagère.

### 1. Historique :

Le lait se consomme généralement à l'état nature, mais il peut également subir différentes biotransformations qui contribueront à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles. L'un des dérivés de ces transformations est le fromage, de l'ancien français « fromage » (du latin *formaticus*, c'est-à-dire fait dans une forme). La consommation du lait cru et de ses dérivés suscite de nombreuses questions au sein de la population (Nero et Carvalho, 2019). Le fromage est donc obtenu par la coagulation du lait traité thermiquement (pasteurisation ou stérilisation) ou non (lait cru) (Kongo et Malcata, 2016).

La première occurrence de l'utilisation d'un fromage comme aliment est inconnue. Les ethnologues tiennent la preuve que l'homme connaît depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte, sur les rives du lac Neuchâtel, de moules à cailler datant de 5000 ans av. J.-C. Cependant, l'origine exacte de la transformation du lait en fromage est incertaine. On s'entend pour dire que le fromage serait originaire du sud-ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans. Les Romains auraient stimulé le développement de nouvelles variétés durant leur invasion de l'Europe entre 60 av. J.-C. et 300 apr. J.-C. Leur influence s'est reflétée dans l'étymologie, en effet, le mot latin *caeus*, signifiant fromage, est la racine qui donnera le mot caséine en français, nom qui désigne les protéines coagulables du lait (Vignola, 2002).

### 2. Lait fermenté :

Le **codex standard (243-2003)**, définit le lait fermenté comme un produit laitier obtenu par la fermentation du lait, lequel peut avoir été fabriqué à base de produits obtenus à partir de lait avec ou sans modification de composition, par l'action de micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation (précipitation isoélectrique). Ces levains (micro-organismes) doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale. Si le produit subit un traitement thermique après la fermentation, l'exigence portant sur la viabilité des micro-organismes ne s'applique plus.

### 3. Définition du fromage :

Selon le **Codex Standard (283-1978)**, le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu :

(a). par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières ci-dessus qui a servi à la fabrication du fromage. **(figure 1)**

(b) par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques.

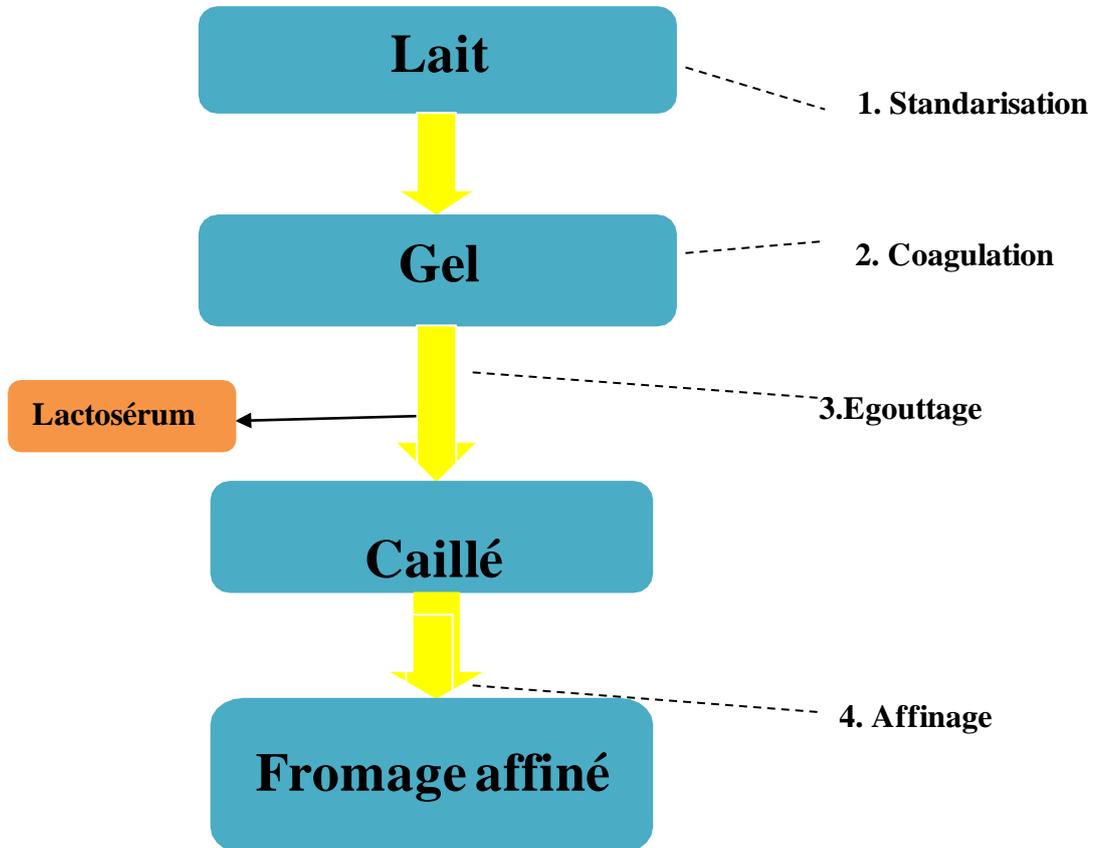


Figure (1) : Bases de la fromagerie (Jeantet et al., 2017).

## 4. Constituants des fromages

### 4.1. Protéines :

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30% de protéines. Ce sont les aliments les plus riches en protéines, ces protéines dont, au cours de l'affinage, une partie importante (entre 1% et 3 % selon les fromages) se trouve dégradée et solubilisée en oligopeptides et acides aminés sous l'influence d'une série d'enzymes différentes selon la microflore (**Eck et Gillis, 1986**).

### 4.2. Valeur énergétique :

La valeur énergétique des différents fromages varie de 200 à 1750 KJ pour 100g de fromage. L'essentiel provient des lipides : un emmental à 45% de MG contient 30g de lipides qui apportent 1130 KJ, proviennent de la caséine modifiée les protéines et les glucides (résiduels) ne représentant que 500 KJ (**Jeantet et al., 2017**).

### 4.3. Calcium :

Les fromages constituent d'excellentes sources de calcium. Toutefois, le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication. Tout comme le calcium du lait, le calcium des fromages est bien assimilé par l'organisme humain en raison des proportions respectives de calcium et du phosphore qu'ils apportent et de la présence concomitante de protéines qui favorisent l'absorption intestinale (**Eck et Gillis, 1986**).

Une classification approximative des fromages a été proposée en fonction de leur teneur en calcium en mg pour 100 g :

- Fromages fondus 500 à 700mg.
- Fromages frais 60 à 100mg.
- Fromages à pâtes molles 200 à 500mg.

On note une bonne constante des teneurs en calcium pour les fromages à pâte pressée, par contre, pour les fromages à pâte molle, on constate une grande variabilité, en particulier pour le camembert dont la teneur en calcium varie selon la marque, de 200 à 700 mg par 100g (**Eck et Gillis, 1986**).

#### **4.4. Vitamines :**

Selon **Jeantet et al (2017)**, les vitamines sont en quantité variable :

- Les vitamines liposolubles (essentiellement A et D) et accessoirement vitamine E sont apportées par les lipides.
- Les vitamines hydrosolubles (B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, acide pantothénique) sont synthétisées par les microflores bactérienne et fongique.

La teneur en vitamines liposolubles, est en fonction de la richesse du produit en lipides, laquelle peut varier de 0% dans certains fromages frais à 70% dans les produits enrichis en crème. Quant à la teneur en vitamines hydrosolubles, celle-ci varie considérablement selon les fromages. En effet, elle est le résultat de deux facteurs opposés : la perte qui survient au moment de l'égouttage et l'enrichissement qui survient en cours d'affinage.

C'est ainsi que les vitamines du groupe B sont en grande partie éliminées avec le lactosérum au cours de l'égouttage ( 5% seulement étant retenu dans le caillé) et que la vitamine C est intégralement éliminée (**Eck et Gillis, 1986**).

#### **4.5. Lipides :**

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage. Au cours de la maturation se produit, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme. Les lipides du lait (triglycérides, phosphoglycérides, sphingosides) se trouvent dans le fromage sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestibles (**Eck et Gillis, 1986**).

#### **4.6. Sodium :**

Les fromages ont subi l'adjonction de chlorure de sodium et/ou autres sels de sodium.

De ce fait, l'augmentation de leur consommation constatée a concouru au fort apport sodique de l'alimentation, pouvant intensifier les troubles cardiovasculaires (**Luquet, 1990**).

Le tableau (1) illustre la valeur nutritionnelle moyenne des différents types de fromages.

**Tableau (1) :** Valeur nutritionnelle moyenne des différents types de fromages.

<b>Fromages Constituants</b>	<b>Fromage frais</b>	<b>Fromage Fondu</b>	<b>Fromage à pâte molle</b>
<b>Protéines (%)</b>	10	18	20
<b>Lipides (%)</b>	0 à 9	22 à 24	20 à 28
<b>Ca<sup>2+</sup> (mg/100g)</b>	100 à 160	550 à 680	150 à 380
<b>Valeur énergétique (KJ/100g)</b>	200 à 650	1350 à 1650	1100 à 1500
<b>Vitamine A (U.I)</b>	170	/	1010
<b>Eau (g)</b>	79	48	50
<b>Sodium (mg)</b>	40	1650	700

*(GIG : Groupe Industriel Goumidi)*

### 5. Types de fromages :

En fabrication fromagère, il existe 7 grandes catégories de technologie (**Jeantet et al., 2017**) :

- Les fromages frais ou pâtes fraîches.
- Les pâtes molles à croûtes fleurie et à croûte lavée.
- Les pâtes persillées.
- Les pâtes pressées non cuites et cuites.
- Les pâtes dures.
- Les pâtes filées.
- Les fromages fondus.

Nous nous intéresserons aux fromages les plus fabriqués en Algérie :

### 5.1. Fromage frais :

Les fromages frais résultent d'une coagulation lente du lait par acidification avec ou sans l'action combinée d'une faible quantité de présure. Ils présentent une grande diversité selon le degré d'égouttage du coagulum et la teneur en matière grasse du lait mis en œuvre. L'égouttage est une prolongation du contact de l'acide lactique et des micelles de caséines d'une façon statique sans traitement physique (**Schaw, 1986**).

Selon le type d'égouttage effectué, deux catégories se distinguent : le fromage égoutté en moule et le fromage égoutté en vrac sous forme de pâte et où l'égouttage passe avant le moulage. **Schaw (1986)** les caractérise par :

- Un caillé non pressé et une teneur élevée en eau.
- Une faible sensation acide se traduisant par une saveur douce.
- Une durée de conservation courte.
- Un produit à consommer sans période de maturation.

Les fromages frais présentent des qualités nutritionnelles importantes étant donné leur teneur en protéines et en calcium.

### 5.2. Fromage fondu :

Le fromage fondu était à l'origine une forme de recyclage du gruyère défectueux puis d'autres fromages. Il résulte d'un mélange de fromages avec addition de sels minéraux ou organiques autorisés, appelés sels de fonte, qui agissent comme émulsifiants et chélatants et sont autorisés à 3% dans le produit fini. Ces sels sont utilisés dans le procédé de fonte, permettant le passage à un état homogène où la masse de fromage peut être pasteurisée et coulée dans l'emballage à chaud. Afin d'atteindre des températures de 90-95°C voir 120°C-145°C pour la stérilisation. La cuisson et le brassage s'effectuent dans des pétrins à double paroi (**Beerens et Luquet, 1987**). En ce qui concerne le développement du fromage fondu, en 1917, les Américains utilisèrent le cheddar facile à fondre, le fromage fondu a connu depuis un succès commercial important et durable en Amérique du nord (**Eck et Gillis, 1986**). La longue durée de conservation permet l'exportation de ce type de fromages dans les pays chauds (**Mahaut et al., 2000**).

### 5.3. Fromage à pâte molle :

Les fromages à pâte molle sont définis dans la norme internationale Codex Alimentaires. (**Codex Stan A-6-1978, révisé 1-1999, amendé 2001**) comme étant tous des fromages dont la teneur en eau après élimination des matières grasses est supérieure à 67 %, ils sont des fromages affinés et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée, fabriqués à partir de lait pasteurisé ou de lait cru de chèvre, de vache ou de brebis. Ces fromages ont une texture généralement crémeuse et onctueuse avec une légère élasticité dans la pâte.

La grande gamme des pâtes molles s'explique par les grandes diversités des conduites d'affinage. Les caillés obtenus sont à caractère lactique ou à caractère présure. La recherche d'une synchronisation entre l'acidification et l'égouttage permet l'obtention d'un caillé caractéristique d'un fromage défini par son extrait sec, son pH et son degré de minéralisation (**Lenoir et al., 1985**).

Vers la fin, tous les fromages à pâte molle subissent un affinage grâce à une microflore adaptée, ferments lactiques, *Geotrichum candidum* et *Penicillium candidum*. La flaveur de la croûte fleurie s'obtient par catabolisme de la méthionine par *Brevibacterium linens* ou *Geotrichum candidum* tandis que la croûte lavée, une flore de surface la caractérise telles que les bactéries corynéformes et les microcoques responsables de la dégradation des acides aminés en acides gras volatils (**Mahaut et al., 2000**).

## 6. Technologie de fabrication en fromagère :

Un schéma détaillé de la fabrication du fromage est donné dans la figure (2).

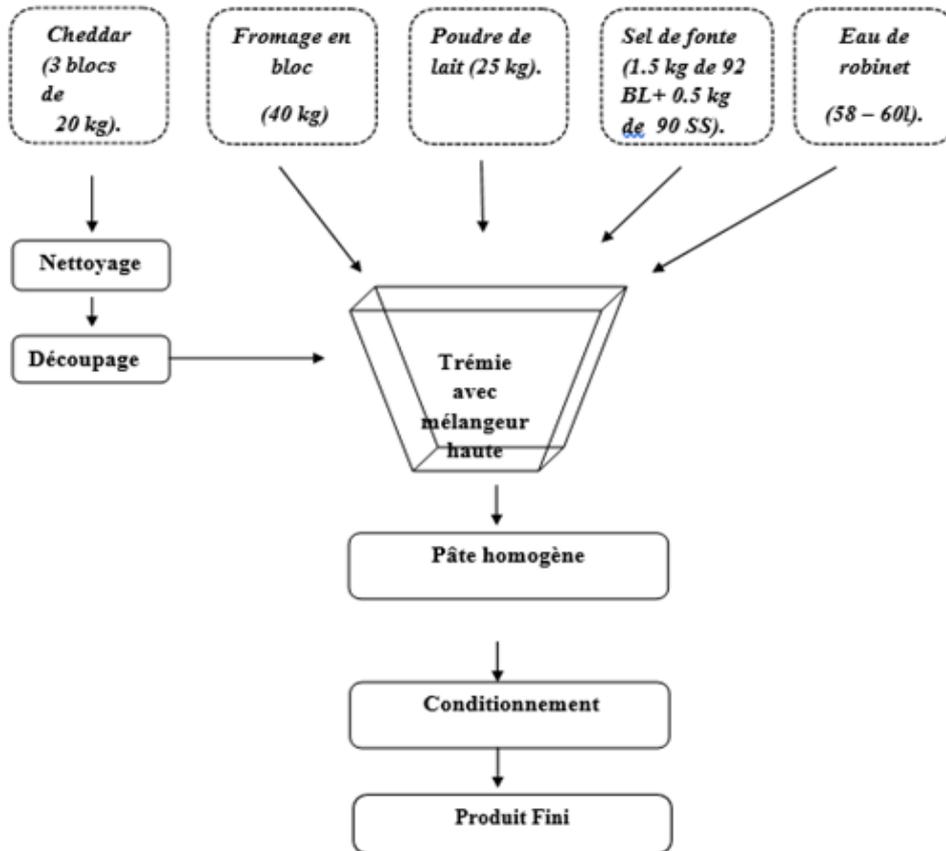


Figure 2 : Diagramme de fabrications du fromage (Mahaut et al., 2003).

## Chapitre II. Processus de fabrication du fromage fondu

### 1. Fromage fondu :

#### 1.1. Définition du fromage fondu :

On appelle fromage fondu : les produits obtenus par la fonte à l'aide de la chaleur d'un fromage (Cheddar, Gouda, Gruyère), ou d'un mélange de fromage, additionné éventuellement à d'autres produits laitiers, notamment du lait (liquide ou en poudre), crème fraîche, beurre, avec ou sans addition d'épices ou d'arômes (Benyahia et Hamdadou, 2008).

#### 1.2. Classification du fromage fondu :

##### 1.2.1. Classification selon la teneur en matière grasse :

Selon la teneur en matière grasse de l'extrait sec (MG/ES), les fromages fondus peuvent se diviser en sept catégories (Tableau 2).

**Tableau 2** : Classification des fromages fondus.

Catégories selon la teneur en MG	Teneur minimale MG/ES en g/Kg	Fromage fondu ES minimal en g/Kg	Fromage fondu à tartiner ES minimal en g/Kg
Double crème	650	530	450
Crème	550	500	450
Gras	450	500	400
Trois - quart gras	350	450	400
Demi -gras	250	400	300
Quart-gras	150	400	300
Maigre	Moins de 150	400	300

(DFI, 2009)

##### 1.2.2. Classification selon la forme :

###### 1.2.2.1. Fromage fondu en bloc :

C'est le plus ancien des fromages fondus. L'extrait sec total est relativement élevé comparativement au rapport matière grasse / matière sèche (MG/ ES). Il a une consistance ferme et une bonne élasticité.

Le coulage s'effectue sous forme de blocs de poids différents, mais aussi de plus en plus sous forme de tranche (Anonyme, 1989).

###### 1.2.2.2. Fromage fondu en portion :

La condition en portion concerne aussi bien le fromage fondu à couper que le fromage à tartiner. La différence entre le fromage à couper et le fromage à tartiner réside dans le rapport MG/ES. L'extrait sec de fromage à tartiner est généralement de 43% et celui du fromage à couper arrive à 48% (Anonyme, 1991).

**1.2.2.3. Fromage fondu tartinable :**

C'est le processus de crémage qui permet en partie de régler la consistance du produit fini et de lui conférer une certaine tartinabilité. Ces produits peuvent être aromatisés et conditionnés en emballages souples (portions) ou rigides (pots, parquettes, tubes) (Boutonnier, 2000).

**2. Fromage fondu pasteurisé :**

**2.1. Définition :**

C'est un type de fromage obtenu après traitement thermique à une température de 90°C pendant 3 à 5 minutes, afin de détruire tous les germes banales (Anonyme, 1989).

**2.2. Composition du fromage fondu pasteurisé :**

Le détail de la composition en matières premières et en ingrédients utilisés dans la fabrication du fromage fondu sont présentés dans le tableau (3).

**Tableau 3** : La composition en matières premières et en ingrédients utilisés dans la fabrication du fromage fondu, selon **GIG**.

<b>Domination détaillée de l'ingrédient</b>	<b>Fonction de l'ingrédient</b>	<b>Source végétal /animal/autre</b>	<b>Forme/état</b>	<b>Ingrédient de remplacement</b>	<b>Ingrédient indispensable</b>
<b>Poudre de lait 0%</b>	Poudre de lait	Animal	Poudre	Pas de remplacement	OUI
<b>Beurre</b>	Augmenter la matière grasse	Animal	Solide	Crème fraîche	NON
<b>Cheddar</b>	Protéine/ Fromage	Animal	Pâte	Pas de remplacement	OUI
<b>Caséine acide</b>	Protéines	Animal	Poudre	Cheddar	NON
<b>Caséine présure</b>	Protéines	Animal	Poudre	Cheddar	Non
<b>Sel de fonte</b>	Emulsifiant/ texture	Chimique	Poudre	Pas de remplacement	OUI
<b>Acide citrique</b>	Correcteur de PH	Chimique	Poudre	Pas de remplacement	OUI
<b>Eau</b>	Texture	Naturelle	Liquide	Pas de remplacement	OUI
<b>Sel</b>	Gout	Naturelle	Poudre	Pas de remplacement	OUI

La fabrication de ce type de fromage comprend les étapes suivantes ;

### **3. Sélection et préparation des matières premières :**

La sélection des matières premières est guidée par les caractéristiques du produit fini. Le choix des matières premières contribuera à la détermination du procédé de fonte (Gaucheron, 2004), elle est en relation avec la formule du produit à fabriquer. Toutes les matières premières sélectionnées feront l'objet d'un contrôle microbiologique, organoleptique et physico-chimique avant utilisation (Berger et al., 1989).

#### **a. Cheddar :**

Le cheddar constitue la source protéique majeure, riche en protéines natives, qui sont des agents émulsifiants, texturants, elles assurent l'aspect textural du fromage et donnent une pâte homogène (Boutonnier, 2001). Il est importé sous forme de blocs conditionnés dans un emballage en plastique d'un poids net de 20Kg placé dans des chambres froides à + 4°C.

#### **b. Beurre :**

Le beurre contient la matière grasse qui assure l'aspect onctueux. Il doit être de bonne qualité organoleptique et ne pas présenter de défaut d'oxydation et de rancissement, défaut qui se retrouverait alors dans le fromage fondu (Gaucheron,2004). Il est conditionné en bloc dans un film plastique et dans des cartons, le bloc de beurre est de 25Kg, stocké dans des chambres froides à + 4°C.

#### **c. Poudre de lait 0% de MG :**

La poudre de lait est livrée dans des sacs en polyéthylène de 25Kg et entreposée à température ambiante. Elle apporte des protéines et du lactose. La teneur en lactose doit être comprise entre 5,2% et 5,8% dans le produit fini (Eck, 1989 ; Luquet, 1990).

La poudre de lait permet aussi d'apporter les protéines sériques ayant un pouvoir émulsifiant considérable en plus de leur pouvoir hydratant (Gaucheron,2004).

#### **d. Caséine présure :**

Les caséines présure et acide ainsi que le caséinate de sodium sont présents dans les formulations, afin d'augmenter la teneur en caséine intacte du mélange à fondre. Du fait de leur pauvreté en calcium, la caséine acide et le caséinate de sodium sont peu structurants mais jouissent d'un excellent pouvoir émulsifiant (Gaucheron,2004).

#### **e. Sel :**

Le salage exerce un effet sélectif sur les micro-organismes, les enzymes et sur de nombreux autres facteurs, il modifie les propriétés de l'eau, agit sur l'hydratation des

protéines, change la solubilité d'autres sels minéraux et bien sûr intervient dans l'appréciation sensorielle des aliments (Gaucheron, 2004).

**f. Acide citrique :**

Il est ajouté dans le but de mieux conserver le produit et entre dans l'acidification du milieu, donc il ajuste le pH (Gaucheron, 2004).

**g. Pré-fonte :**

Il s'agit de fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit du produit dans l'atelier en fin de production et notamment au niveau du conditionnement. La pré-fonte doit être de bonne qualité texturale, c'est-à-dire « crémeuse » et non surcrémée, son rôle est d'accélérer le crémage et stabiliser l'émulsion, c'est un catalyseur (Boutonnier, 2000 ; Eck et al., 1997).

**h. Eau :**

L'humidité des fromages est faible puisque on y incorpore des poudres, il est absolument nécessaire d'apporter de l'eau au mélange. Celle-ci permet de solubiliser et de disperser les protéines et d'émulsionner par conséquent la matière grasse libre. Cette eau doit être de très bonne qualité alimentaire (Boutonnier, 2000).

**4-Processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé :**

- **Broyage :**

C'est la première étape de la préparation des matières, il facilite le mélange des différents ingrédients et réduit le temps de fonte. Les fromages, particulièrement ceux à pâte dure ou demi dure, sont écrouvés traditionnellement par raclage ou brossage ou un jet d'eau chaud sous pression et sont soumis à un broyage qui est une étape importante du traitement des matières premières, car il est important de fragmenter les fromages pour obtenir un fromage fondu homogène (Eck et Gillis, 2006).

- **Pesage :**

Pour une production uniforme les quantités des matières destinées au mélangeur sont pesées très exactement une par une (Luquet, 1990 ; Gaucheron, 2004).

- **Mélange :**

Après le broyage et le pesage, les matières premières sont amenées au mélangeur où elles vont subir le deuxième broyage plus fin grâce aux couteaux qui se trouvent au fond de ce dernier (Luquet, 1990).

- **Traitement UHT et cuisson :**

La cuisson est une opération essentielle, elle permet non seulement d'obtenir une masse fondue homogène, mais aussi de favoriser l'action des sels de fonte. La pâte issue de la première cuisson passe à travers un filtre cylindrique perforé pour éliminer toute impureté, cette pâte reçoit de la vapeur dans la tuyauterie (injecteur) afin d'atteindre une température de stérilisation de 139 à 145 °C, pendant quelques secondes (5 à 8 s).

Cette stérilisation assure la destruction de la totalité des germes et des micro-organismes pathogènes thermophiles. Et donc la conservation du produit pour une longue durée par un barème de stérilisation (température-temps) (**Eck, 1989 ; Luquet, 1990 ; Gaucheron, 2004**).

- **Refroidissement :**

La pâte stérilisée est pulvérisée à travers un orifice dans une pompe à vide qui aspire l'excès de la vapeur jusqu'à la température recherchée. Cet excès de vapeur est refroidi dans un échangeur thermique à l'aide d'eau froide et par conséquent le condensat résultant est rejeté à l'extérieur (**Eck et Gillis, 2006**).

- **Crémage :**

Le crémage est un phénomène physico-chimique correspond à un épaissement ou à un gonflement de la pâte fromagère. Au cours du crémage deux phénomènes peuvent être observés :

- **\*Hydratation :**

Elle est expliquée par la fixation des anions polyvalents des sels de fonte sur les substances protéiques au cours de la peptisation augmentant ainsi leur caractère hydrophile, donc d'autres liaisons se forment en présence des molécules qui grossissent, en absorbant des quantités importantes des protéines en fait augmenter leur solubilité.

- **Emulsification :**

La formation des liaisons ioniques inter-protéiques entraîne la gélification du réseau protéique (**Eck, 1989 ; Eck et Gillis, 2006**).

Le produit est transféré vers le bac de crémage où il va subir un brassage et un traitement thermique, assurant au produit une viscosité recherchée et désirée, après sa sortie du bac de crémage, le produit est appelé le fromage fondu.

Le crémage se réalise dans des conditions qui sont :

- Séjour de crémage 20 minutes.
- Vitesse d'agitation de 60 à 65 tours par minute.
- Température de 80-85 °C.

- Le conditionnement.

Le conditionnement se fait directement sans refroidissement et la forme du produit est donnée par l'emballage. Il est réalisé sur lignes automatisées, il doit être conduit dans les bonnes conditions d'hygiène pour éviter toute contamination du fromage par le matériel (**Berger et al., 1989**).

Le conditionnement de fromage fondu ne se réalise pas dans les cas suivants :

- La température inférieure à 70 °C.
- La présence des points noirs (moisissures, réaction de Maillard).
- Portions écrasées....

- **Refroidissement :**

Le fromage fondu conditionné à chaud doit être refroidi rapidement afin d'éviter les risques de brunissement enzymatique de la pâte, Le crémage n'est stoppé complètement que lorsque la température du fromage atteint 20°C dans la masse (**Eck et Gillis, 2006**).

Dans le cas du fromage fondu tartinable, un refroidissement rapide s'impose de manière à interrompre le processus de crémage plus au moins intense et conserver au produit une structure courte indispensable à l'obtention des produits sur des tapis à l'air ambiant mais les meilleurs résultats sont obtenus dans des tunnels de refroidissement (**Boutonnier, 2000**).

- **Stockage du produit :**

La conservation se fait dans des entrepôts dont la température se situant autour de 6-10°C, s'avère suffisante pour éviter la poursuite du crémage, mais pas assez basse pour entrainer la formation de condensat sur les emballages (**Eck et Gillis, 2006**). Certaines précautions doivent être prises au cours de la conservation des fromages fondus.

L'écrasement par surcharge et le mouillage surtout lorsqu'il s'agit de boîtes en carton doivent être évité ; aussi les changements de température brusques notamment par le passage du froid au chaud provoque la détérioration particulièrement des emballages en carton (**Luquet, 1990**).

Le respect des conditions optimales au cours des différentes étapes de fabrication et celles de conservation permet d'obtenir un produit de bonne qualité (**Eck et Gillis, 2006**).

### **5- Défauts de fabrication du fromage fondu :**

La fabrication du fromage fondu est influencée par de nombreux facteurs tels que la nature de la matière et le choix des autres ingrédients.

Ainsi, un très léger écart par rapport aux normes peut engendrer des défauts que l'on peut observer au cours de différents stades de la chaîne de fabrication (**Berger et al ; 1989**).

Les défauts de fabrication du fromage fondu au moment de la fonte selon **Berger et al (1989)** sont représentés dans le tableau (4).

**Tableau 4** : Défauts au moment de la fonte.

Aspect de la pâte	Origine possible	Remède
La pâte du fromage reste liquide	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La matière première est trop affinée, trop décomposée et ne peut constituer une structure stable.</li> <li>-La teneur en eau est trop élevée.</li> <li>-La durée de la fonte est trop courte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mélanger la matière première avec des fromages plus jeunes présentant une structure protéique plus stable.</li> <li>-Prolonger la durée de la fonte.</li> </ul>
La pâte forme des fils	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La matière première est trop jeune.</li> <li>-Le sel de fonte est trop ou peu crémant.</li> <li>-La quantité de sel de fonte est insuffisante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ajouter du fromage plus affiné à la matière première.</li> <li>-Utiliser un sel de fonte plus crémant.</li> <li>-Augmenter la quantité du sel de fonte.</li> </ul>
La pâte prend une coloration brun foncé	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La température de la fonte est trop élevée.</li> <li>-Le temps de chauffage est long et la température est supérieure à 100°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diminution de la température de chauffage pour les fromages contenant du lactose même en cas du traitement UHT.</li> <li>-Réduction du temps de chauffage quand la température dépasse 100°C.</li> </ul>

*(Berger et al, 1989)*

De plus, au cours du stockage du fromage fondu, des problèmes concernant la qualité organoleptique du produit peuvent surgir. Le tableau 5 montre quelques défauts observés au moment du stockage d'après **Berger et al (1989)**.

**Tableau 5** : Défauts au cours du stockage.

Aspect de la pate	Origine possible	Remède
Le fromage colle à la feuille d'aluminium.	-Feuille d'aluminium insuffisamment laquée. -Quantité d'eau élevée. -La matière première est trop jeune et insuffisamment crémée.	-Utiliser une feuille d'aluminium appropriée. -Ajouter moins d'eau selon la recette et le produit fini voulu. -Ajouter des fromages plus affinés.
Le fromage présente un goût instable	-Goût fade, nul « du carton » dû à des fromages jeunes. -Goût amer dû à une matière première de mauvaise fabrication.	-Ajouter des fromages plus vieux. -Vérification sensorielle approfondie des matières premières.
Le fromage est caoutchouteux	-Goût alcalin dû à un pH trop élevé, généralement supérieur à 6,2. -Aucun apport de pré fonte. -Eau ajoutée en une seule fois. -Vitesse de rotation du brassoir est trop lente.	-Abaisser le pH par un apport de fromage plus jeune ou un sel de font approprié. -Ajouter une fonte bien crémée. -Ajouter l'eau en deux fois. -Augmenter la vitesse de rotation du brassoir.

(Berger et al, 1989).

- **Présence des cristaux :**

La présence des cristaux est souvent liée à un surdosage de sels de fonte ou à une dissolution incomplète des sels de fonte au cours du processus de fonte, cette cristallisation se réalise avec des produits à extrait sec élevé présentant une moindre disponibilité de l'eau utilisée à la solubilisation des polyphosphates (Gaucheron, 2004).

- **Gonflement :**

C'est un accident de fabrication particulièrement grave, il se traduit par la présence de nombreux globes dans le fromage, principalement près de la surface, les germes responsables sont divers (Veisseyre, 1979).

## Chapitre III : Généralités sur la qualité et le système qualité

### 1. Contrôle de la qualité :

Aujourd'hui, la qualité est l'objectif recherché dans tous les domaines et constitue le but vers lequel doivent tendre toutes les entreprises agro-alimentaires.

Certainement, pour avoir un produit fini qui satisfait bien le consommateur, il faut évaluer sa qualité en réalisant différentes analyses (**Boutonnier, 2000**).

Le contrôle en fromagerie est effectué à toutes les étapes de fabrication et du conditionnement.

#### 1.1. Qualité de la matière première :

Ces contrôles doivent être réalisés dès l'arrivée des matières premières sur le lieu de fabrication (**Boutonnier, 2002**) :

- **Plan physico-chimique** : pH, extrait sec et matière grasse. Il est également souhaitable de réaliser une analyse de la teneur en caséines, notamment pour les fromages affinés et de vérifier l'absence de contaminants.

- **Plan organoleptique** : aspect externe et interne, texture, couleur et flaveur.

- **Plan bactériologique** : estimation de la charge microbienne initiale en germes totaux et sporulés.

#### 1.2. Qualité au cours de fabrication :

Aux principales étapes du procédé de fonte, plusieurs paramètres doivent être suivis (**Boutonnier, 2002**) :

- **Préparation, dosage** : respect des proportions des ingrédients par contrôle des masses des ingrédients respectifs.

- **Prémélange, mélange** : homogénéité de la pâte, mesure du pH et de la teneur en eau et si possible de la teneur en matière grasse.

- **Cuisson, fonte** : temps et température de fonte, vitesse de brassage.

- **Stabilisation thermique** : temps et température de pasteurisation ou de stérilisation, temps et température de refroidissement.

- **Crémage** : temps, température et intensité du brassage, qualité et quantité de préfonte ajoutée.

- **Conditionnement** : température de conditionnement, absence de fils de fromage, pliage et étanchéité des soudures pour les emballages souples, suivi des masses, de l'étiquetage et du banderolage.

- **Refroidissement** : temps et température.

### 1.3. Qualité du produit fini :

Elle comprend :

- **Présentation** du fromage fondu emballé (contrôle général).
- **Emballage** : aspect, étanchéité.
- **Produit débarrassé de son emballage** :
  - o **Aspect externe** : brillance, couleur, absence de trous, de cristaux, de particules infondues, d'exsudation grasse... ;
  - o **Texture** : consistance par analyse pénétrométrique, tartinabilité ;
  - o **Flaveur** : olfaction, rétro-olfaction et gustation.
- **Tests de fonctionnalité** : stabilité à la chaleur, aptitude à la refonte dans différentes conditions (four à air chaud, four à micro-ondes...).

Notons que cette liste n'est pas exhaustive, seuls les principaux contrôles qualitatifs ont été mentionnés.

## 2. Gestion de la qualité d'hygiène :

Les textes fondamentaux relatifs à l'hygiène des aliments ont été adoptés par la commission du codex alimentarius en 1997, révisés en 2003 (version finale). L'hygiène alimentaire est l'ensemble des conditions et mesures nécessaires pour assurer la sécurité et la salubrité des aliments à toutes les étapes de la chaîne alimentaire. Elle a donc pour but la protection des consommateurs contre les risques sanitaires, en leur fournissant des denrées salubres et de bonne conservation.

En fromagerie, comme dans toute autre industrie agroalimentaire, les moyens à mettre en œuvre pour éviter toute contamination des denrées alimentaires concernent :

- L'hygiène du personnel.
- L'hygiène des matières premières.
- L'hygiène des locaux.
- L'hygiène du matériel.
- L'hygiène de l'environnement.
- Le nettoyage et la désinfection.

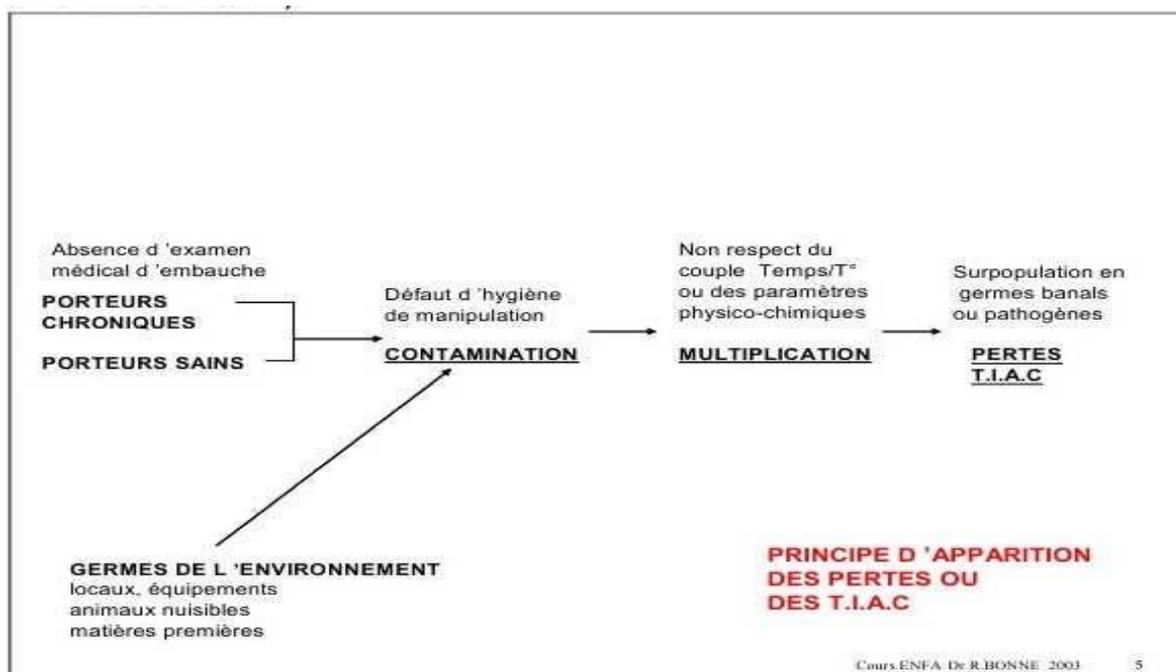
## 2.1. Guide de bonnes pratiques d'hygiène :

### 2.1.1. Définition :

Le guide de bonne pratique d'hygiène (GBPH) vise à aider le respect des règles d'hygiène et rassemble les recommandations spécifiques au secteur alimentaire qu'il concerne, il est validé par les autorités compétentes (nationales ou communautaires selon le cas).

### 2.1.2. Schéma logique d'un guide de bonnes pratiques :

D'après **Bonne (2003)**, ce schéma (figure 3) correspond à celui du mécanisme d'apparition de toxi-infections et de pertes. Il peut être appliqué dans son intégrité aux accidents d'origine microbienne, car les dangers biologiques sont capables de contaminer, de se multiplier et de survivre. Cependant, les dangers chimiques et physiques sont inertes et inaptes à se multiplier ou survivre.



**Figure (3) :** Principe d'apparition des pertes économiques ou des TIAC (**Bonne et al, 2003**).

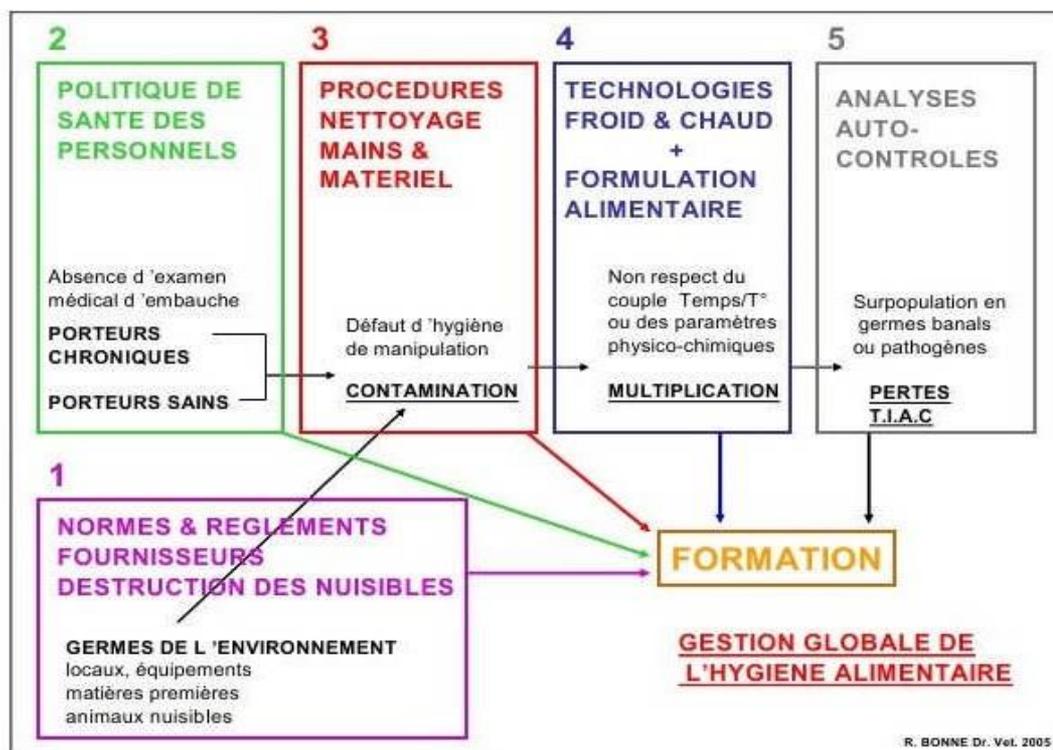
Ce schéma peut être utilisé pour définir et structurer la politique de maîtrise des risques d'une entreprise. Chaque élément de ce schéma sera pris en compte par l'un des 3 cadres suivants qui chacun d'eux répond à certaines questions en relation avec la maîtrise des risques :

- Cadre 1 : les locaux et équipements sont-ils conformes aux règlements et normes en vigueur ? existe-t-il des relations contractuelles avec les fournisseurs de matières premières ? existe-t-il un plan de lutte contre les nuisibles ?
- Cadre 2 : une politique de santé des personnels est-elle définie et appliquée ?
- Cadre 3 : les règles de lavage des mains sont-elles définies et appliquées ? existe-t-il un plan de nettoyage des locaux et des équipements ?

### 2.3. Gestion globale de l'hygiène :

#### 2.3.1. Etablissement de la méthode :

La méthode de gestion de l'hygiène est adoptée du schéma proposé par **Bonne (2005)**. Cette méthode est détaillée dans la figure (4).



**Figure (4) : Définition des prescriptions de maîtrise à partir du schéma de Bonne (Bonne, 2005).**

Ce schéma découle l'organisation générale du guide de bonnes pratiques qui est donc la suivante :

- 1) Normes et règlements relatifs aux installations, relations avec les fournisseurs.
- 2) Politique de santé des personnels.
- 3) Hygiène des mains et plan de nettoyage/désinfection.

**2.3.2. Développement et validation du schéma de construction logique du guide de bonnes pratiques :**

Avant de pouvoir utiliser ce schéma comme base de raisonnement pour l'édification d'une méthode globale de maîtrise de l'hygiène dans les (IAA) ce dernier doit être validé. Cette validité est obtenue en se référant à l'efficacité des méthodes de conservation des aliments (Bonne, 2013). Elle est basée sur les points suivants :

**a) Déductions clefs du schéma d'apparition des accidents alimentaires :**

- L'intervention concomitante de la contamination et de la multiplication est indispensable à l'apparition d'un accident alimentaire.
- Ce schéma explicite le mécanisme d'action de toutes les méthodes de conservation, ce qui en retour, en établit la validité.
- Une maîtrise totale de la contamination ou de la multiplication induit une conservation longue (ex : appertisation, congélation) .
- Une maîtrise partielle d'un seul, ou deux facteurs, induit une conservation de durée limitée (ex : congélation, pasteurisation).

**b) Mode d'action et durée des techniques de conservation :**

Le mode d'action est résumé dans le tableau (6).

**Tableau (6) : Mode d'action et durée de technique de conservation (Bonne et al, 2005).**

<b>Technique</b>	<b>Mode</b>	<b>Action</b>
<b>Le froid</b>	Réfrigération Congélation	Limite la multiplication Inhibe la multiplication
<b>La chaleur</b>	Appertisation Pasteurisation Liaison chaude	Elimine totalement la contamination Réduit la contamination (suivi du froid) Inhibe la multiplication
<b>Atmosphère contrôlée</b>	Sous vide Gaz CO <sub>2</sub> .N <sub>2</sub>	Inhibition de la flore aérobie d'altération
<b>Stabilisation</b>	Par le sucre, le sel et le vinaigre	Inhibe la multiplication en baissent l'Aw et le pH
<b>Irradiation</b>	Ionisation	Elimine totalement la contamination
<b>Déshydratation Séchage</b>	Chaleur	Inhibe la multiplication en baissent l'Aw
<b>Pression</b>	Ultra haute pression	Elimine totalement la contamination

### c) Conformité des locaux, plan de lutte contre les nuisibles et contrôle des fournisseurs :

La maîtrise des sources de contamination non humaine repose sur :

#### ▪ **La confirmation des locaux :**

Les locaux, le matériel et les installations devraient être situés, conçus et construits de façon à ce que la contamination est réduite au minimum ; la conception et la disposition des lieux permettent un entretien, un nettoyage et une désinfection convenable minimisant les contaminations d'origine atmosphérique. Tout cela repose sur les principes généraux suivants ; Selon **Bonne et al (2005)**, la structure de l'établissement doit prévoir le respect des exigences suivantes :

1) Les portes de l'établissement doivent être au minimum au nombre de 4 : une porte pour l'entrée des matières premières ; une porte pour l'entrée du personnel de production ; une porte pour la sortie des produits finis et enfin une porte pour la sortie des déchets.

2) Le non entrecroisement : les différentes files de production ne doivent pas s'entrecroiser. Elles peuvent se fusionner (assemblage de produits composés, mise dans un conditionnement préalablement lavé) ou se séparer (files de transformation des sous-produits obtenus au cours de la préparation du produit principal).

3) La séparation de la zone chaude et de la zone froide, afin d'éviter la pollution thermique des denrées froides.

4) La séparation du secteur sain et du secteur souillé : les déchets produits à chaque étape de fabrication doivent pouvoir être évacués le plus directement possible vers les locaux consacrés à leur traitement (plonges) ou à leur entreposage (local poubelle).

#### ▪ **Règles de construction :**

1) Le sol doit être lisse, imperméable, antidérapant, résistant, lavable et imputrescible ;  
2) Les murs doivent être lisses, clairs, lavables et imputrescibles, résistants aux chocs, jusqu'à 2 mètres de hauteur, articulés avec le sol ainsi qu'entre eux par des joints en gorges arrondies.

3) Les plafonds doivent être clairs, lisses et lavables.

4) La ventilation passive ou active doit assurer l'extraction des vapeurs et des fumées.

5) L'éclairage doit être intense et ne modifiant pas les couleurs des produits alimentaires travaillés.

#### ▪ **Conformation du matériel :**

1) Le mobilier doit être lisse, lavable, imputrescible et inoxydable.

2) Les plans de travail doivent être conçus en matériaux lisses, clairs, lavables, imputrescibles, résistants et imperméables.

- 3) Le petit matériel doit être inaltérable dans toutes ses parties.
- 4) Les machines doivent être inaltérables, facilement démontables et nettoyables.

▪ **Plan de lutte contre les nuisibles :**

Les animaux nuisibles pris en compte sont le plus souvent les rongeurs et les insectes. Dans certains secteurs (grande distribution) les oiseaux qui s'installent dans les superstructures des bâtiments ou les chats (abattoirs), peuvent à la fois souiller l'environnement et s'attaquer aux denrées entreposées. En zone intertropicale, en particulier en Asie du sud-est, de petits amphibiens colonisant les bâtiments, sont aussi considérés comme nuisibles.

▪ **Lutte passive, entretien des abords et des locaux annexes :**

Afin de ne pas favoriser l'installation des nuisibles à proximité des entreprises, c'est à dire de ne pas leur fournir de lieux de protection et de ressources alimentaires, il faut instaurer une gestion correcte de l'environnement qui comprend :

- (1) Le stockage isolé, sans contact avec les murs des bâtiments, des matériaux, palettes et machines inutilisés.
- (2) La conception et l'entretien des espaces extérieurs qui comprennent l'élimination des espaces et excavations en friche à végétation haute, la tonte courte régulière des pelouses, l'absence de chiffons, papiers, films plastiques et autres débris abandonnés au sol constituant une source de matériaux pour la construction des nids de rongeurs.
- (3) L'entretien de certaines surfaces intérieures (étagères, dessus de meubles) pour ne pas laisser de ressources alimentaires à la disposition des insectes (et éventuellement des rongeurs).
- (4) Le rangement et le nettoyage des locaux techniques (atelier mécanique, chaufferie) pour ne pas favoriser l'implantation des rongeurs.
- (5) La mise en place de moustiquaires aux fenêtres.
- (6) La gestion rigoureuse des conteneurs à déchets qui doivent être maintenus propres pour ne pas attirer les insectes, entreposés sur une aire propre et facilement nettoyable (point d'eau et évacuation d'eau au sol pour le lavage) maintenus fermés (pour ne pas servir de ressource alimentaire à tous les types de nuisibles), remplis sans déborder (pour ne pas abandonner de déchets alimentaires sur le sol).

### ▪ **Lutte active :**

Elle se fait par la détection des nuisibles en adoptant le plan suivant

(1) Dans le cas des insectes : recherche de cadavres d'insectes ; recherche d'insectes vivants dans les lieux protégés (tiroirs) ; recherche des cadavres au niveau des pièges lumineux.

(2) Dans le cas des rongeurs : recherche des déjections ou d'urine ; recherche d'attaques des denrées (traces de dents) ou de leurs conditionnements (sacs percés) ; présence de traces de suint de rongeurs sur les lieux de passage habituels ; recherche des nids de rongeurs.

### ▪ **Plan de dératisation :**

Ce plan est constitué d'un ensemble de documents, définissant les mesures à mettre en œuvre comprenant :

(1) Les fiches techniques des produits raticides utilisés.

(2) La procédure et la périodicité des opérations de lutte contre les rongeurs (relevé et recharge des appâts).

(3) La périodicité et la procédure des inspections de recherche et d'évaluation d'une éventuelle infestation.

(4) Les modalités de mise en œuvre d'un traitement complémentaire en cas de mise en évidence d'une infestation résiduelle.

(5) Le balisage mural des appâts empoisonnés.

### ▪ **Plan de désinsectisation :**

(1) Ce plan est constitué d'un ensemble de documents définissant les mesures à mettre en œuvre et comprenant.

(2) Les fiches techniques des produits insecticides utilisés.

(3) La procédure et la périodicité des opérations de lutte contre les insectes (application d'insecticides sur les murs, renouvellement des peintures insecticides, nébulisation des locaux).

(4) Un plan de l'entreprise sur lequel sont localisés les appâts empoisonnés destinés aux insectes rampants.

(5) Un plan de l'entreprise sur lequel sont localisés les pièges électriques lumineux à insectes.

(6) La procédure et la périodicité d'évaluation de l'infestation par vidage et décompte des cadavres d'insectes collectés par le tiroir des pièges électriques lumineux.

### 3. Relation contractuelle avec les fournisseurs et contrôles à réception :

Afin d'éviter la provenance de dangers dans les matières premières, il faut procéder d'après **Bonne et al (2005)** par les mesures suivantes :

#### 3.1. Spécifications des matières premières :

Afin de disposer de bases claires pour les contrôles à réception, les caractéristiques des matières premières commandées doivent être spécifiées précisément aux fournisseurs. Les conditions d'acceptation ou de rejet des lots doivent aussi être clairement définies et se baser sur le respect (ou non) des "spécifications matières premières". Grâce à ces spécifications, pour chaque matière première utilisée, une fiche technique sera établie qui devra comprendre :

1) La formulation définissant la composition, la présentation, le fractionnement, les constantes physico-chimiques (pH, Aw, concentration en sel ou en sucre, viscosité des liquides).

2) Le conditionnement défini par sa nature, son volume, sa forme.

3) L'étiquetage avec, en particulier les marques sanitaires et les éléments de traçabilité.

4) Les normes bactériologiques à respecter (réglementaires ou contractuelles), avec possibilité contractuelle d'accès aux résultats des autocontrôles bactériologiques réalisés par le fournisseur.

5) Les critères de pureté comprenant l'absence de certains corps étrangers (plastiques, verre, métaux) ou de résidus (métaux lourds, pesticides,...).

6) Choix préférentiel de fournisseurs bénéficiant d'une certification (de la série ISO 9000 ou ISO 22000 ou IFS par exemple) ; d'un autre type de certification (Halal, Kasher, végétarien, sans OGM) ou d'un agrément (CEE, USA, Japon par exemple) ou d'une accréditation ou d'un référencement par un client reconnu (Défense Nationale, enseignes de la grande distribution).

7) Choix préférentiel des fournisseurs acceptant la visite de leur site de production.

8) Fiches de contrôles à réception : Ces fiches doivent permettre à minima de contrôler les critères suivants :

a) La date de péremption ou la DLUO

b) La conformité de l'étiquetage et en particulier des marques de salubrité

c) La présence d'un numéro de lot nécessaire au fonctionnement du système de traçabilité amont et aval.

d) L'absence de déroulement, de conditionnement.

e) La propreté du véhicule de livraison.

f) La température du produit à réception.

9) Il est possible de recourir à des fiches qui sont regroupées ensuite dans un classeur ou d'apposer une grille de pointage, à l'aide d'un tampon encreur, au verso des bons de livraisons.

10) Opérations d'entrée dans les réserves des matières premières après contrôle à réception et premier traitement assainissant :

11) L'introduction des matières premières dans les réserves doit répondre à certaines précautions :

- (a) Le délai maximum entre l'arrivée des matières premières et leur entreposage dans une réserve spécifique (froid positif, froid négatif ..... ) doit être défini et respecté,
- (b) Les emballages souillés (cartons de livraison, palettes en bois, ..... ) doivent être éliminés avant entreposage des denrées dans une réserve propre (chambres froides, réserve sèche...),
- (c) Si les végétaux crus (légumes, fruits...) subissent un traitement assainissant par trempage dans une solution antiseptique (chloration, ozonisation...) le titre du bain en agent désinfectant ainsi que la durée du trempage doivent être définis et contrôlés pour chaque lot lavé.

### **3.2. Procédures de rejet :**

L'application d'une procédure de rejet doit correspondre aux conditions de rejet établies avec le fournisseur. Ainsi doivent figurer sur la fiche de rejet :

- 1) Les références du lot rejeté (identification, constitution),
- 2) Le motif du rejet en faisant référence aux conditions fixées par le contrat de fourniture,
- 3) Les signatures du transporteur et du réceptionnaire.

### **3.3. Politique de santé des personnels :**

La mise en place de cette politique dépend en principe de la médecine du travail. On peut préconiser les actions qui suivent :

- (1) Présentation à une visite médicale annuelle de chaque opérateur intervenant dans la manipulation ou la fabrication des denrées alimentaires.
- (2) Recherche systématique par un examen clinique des bras, des mains, du visage, de la sphère ORL, réalisé par le médecin du travail, de lésions éventuelles provoquées par le Staphylocoque doré.
- (3) Recherche systématique, par un entretien avec le médecin du travail, des opérateurs ayant un profil de porteur de Salmonelles (sujet à des épisodes diarrhéiques récidivants).
- (4) Mise en œuvre, pour les opérateurs ayant un profil de porteur de Staphylocoques ou de Salmonelles, d'un dépistage par voie d'analyses bactériologiques.

(5) Éloignement temporaire de la production et mise sous traitement médical curatif des sujets qui seront révélés positifs à l'un de ces deux dépistages.

▪ **Hygiène des mains et le plan de nettoyage :**

**Hygiène des mains :** Les mains qui sont le plus souvent au contact direct des denrées alimentaires, doivent être considérées dans ce secteur d'activité, comme le premier outil. A ce titre une attention particulière doit être accordée à leur propreté ainsi qu'aux équipements mis à la disposition des opérateurs pour les laver. Il faut enfin noter que les mains, si elles ne sont pas soumises à des règles d'hygiène strictes, constituent le premier vecteur entre les germes (éventuellement pathogènes) portés par l'organisme des opérateurs et les aliments (tableau 7).

**Tableau (7) :** Effet du lavage sur les bactéries.

	Savon simple		Savon antiseptique	
	Lavage normal	Lavage soigneux	Lavage normal	Lavage soigneux
<b>Bactéries relégables par la main (en million)</b>	0,9	0,65	0,67	0,1

*(Bonne et al, 2005)*

A chaque geste sale et surtout avant chaque geste propre ; il faut se laver les mains selon un protocole adapté ; se laver à l'eau chaude, utiliser une brosse à ongle à chaque souillures (qui après chaque usage sera conservée dans un désinfectant), savonner les mains et les masser consciencieusement puis les rincer et enfin utiliser un papier à usage unique. Le lavage des mains se fait après le passage aux toilettes ; après un nettoyage ; après un changement de poste et après chaque pose. De plus, il est recommandé de mettre en place un système de sonnerie rappelant toutes les heures qu'il faut se laver les mains.

▪ **Hygiène vestimentaire :**

Dans les industries agroalimentaires, la tenue vestimentaire peut jouer un rôle majeur de relais dans les phénomènes de contamination des aliments. La tenue vestimentaire peut, si elle n'est pas propre, être une source de contamination pour les mains qui y sont essuyées. Dans certains secteurs comme celui de la viande, elle est même au contact direct des denrées manipulées (chargement « à dos » des viandes dans les camions).

- **Hygiène du matériel :**

Une bonne hygiène des locaux et du matériel relève de l'application d'un plan de nettoyage. L'utilisation de la méthode dite du « QQQQCP » permet de concevoir ce plan de nettoyage. La nature de la première question posée lors de l'application de la méthode du QQQQCP conditionne le principe d'organisation générale des tâches de nettoyage, à savoir :

- 1) « Quand ? » : les tâches de nettoyage seront organisées par jour, semaine ou mois,
- 2) « Qui ? » : les tâches de nettoyages seront organisées par personne ou par équipe,
- 3) « Quoi ? » : les tâches de nettoyage seront organisées en fonction des locaux et des équipements.
- 4) Où ? sur place ou aux postes de désinfection.
- 5) Comment ?
- 6) Pourquoi ?

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

# **MATERIEL ET METHODES**

### **I. Objectif et lieu de travail :**

Notre étude a été réalisée au niveau de l'unité OKID'S du Groupe Industriel Goumidi (GIG) situé dans la zone industrielle à Ouled-Yaiche, Wilaya de Blida, durant une période qui s'est étalée (de février jusqu'au mars pour l'apprentissage des méthodes des prélèvements) et du mois de mars jusqu'au juin de l'année 2022 pour les prélèvements et résultats. Ce stage a porté sur l'étude et le suivi du contrôle de la qualité appliqué au sein de cette laiterie fromagère.

### **II. Matières :**

#### **II.1. Matières premières :**

Les matières premières utiliser sont les suivant :

##### **1.1. Poudre de lait :**

La poudre de lait est une substance qui résulte de l'évaporation partielle du lait. Il est stocké dans des sacs en polyéthylène de 25 kg qui sont ensuite remplacés par des sacs en papier.

##### **1.2. Cheddar :**

Le cheddar est un fromage à pâte dure dont la couleur varie du blanc au jaune et qui est fabriqué à partir de lait entier, cru ou pasteurisé. Il est généralement fermier au bout de 60 jours et jusqu'à 6 mois, parfois 1 an, et se présente sous la forme d'un 36 centimètre et de 30 diamètre-épaisseur, pesant entre 27 et 35 kg.

##### **1.3. Beurre :**

Ce produit est microbiologiquement stable même à faible humidité (15%) et forte concentration en lipides (80%). Dans la phase liquide, l'eau est présente sous forme de fines gouttelettes d'émulsion. Il se présente sous la forme d'un bloc de 25 kg enfermé dans une pellicule de cellophane

##### **1.4. L'eau de process :**

L'eau de process industriel est utilisée en majorité pour approvisionner un process. Elle représente la plus grande consommation d'eau sur les sites industriels. Elle est généralement utilisée dans les chaudières, les circuits de refroidissement, pour les dilutions de produits chimiques, dans le procès ou dans le produit en lui-même. Pour que l'eau convienne aux besoins de l'entreprise demandeuse, elle doit être « purifiée » par diverses techniques souvent mises en œuvre successivement suivant l'eau de procès industriel voulue.

### **II.2. Matériel nécessaire :**

Matériel de laboratoire, instruments de mesure, milieux de culture et réactifs utilisés dans les études microbiologiques et physicochimiques.

### **III. Méthodes :**

#### **III. 1. Prélèvement :**

L'étape d'échantillonnage a un impact direct sur la qualité des résultats analytiques obtenus. Afin d'obtenir un échantillon représentatif et de minimiser les risques associés à sa contamination, le préleveur doit d'abord s'assurer de la qualité du prélèvement, de l'entreposage et du transport des échantillons avant de les soumettre à un laboratoire (C.E.A.E, 2006).

#### **III.2. Technique de prélèvement :**

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions de travail aseptique en utilisant un bec Benzène ou sur le terrain, une lampe à gaz (genre lampe à souder portative) ou à défaut à alcool. Il faut éviter les courants d'air, les déplacements et discussions inutiles (Guiraud, 1998).

##### **2.1. La poudre de lait :**

Le prélèvement a été effectué à partir d'un sac en polyéthylène de 25kg, choisi aléatoirement de la palette de stockage en bois pour éviter le contact direct avec le sol. Les prélèvements sont réalisés au hasard à partir des sacs, l'ouverture se fait par des ciseaux désinfectés. Le prélèvement s'effectue à l'aide d'une sonde de prélèvement stérile.

On prélève environ 100g de poudre de lait à partir de trois niveaux (la surface, le milieu et le fond du sac), La poudre prélevée est disposée dans un bécher stérile, bien fermé.

##### **2.2. La beurre :**

Le prélèvement se fait avec 3 blocs de beurre de 25 kg choisis au hasard dans la palette de stockage. A l'aide d'un couteau stérilisé, ouvrir l'emballage et couper le beurre en petits morceaux, qui sont aseptiquement placés dans un bécher stérile et bien fermé.

##### **2.3. Le cheddar :**

Dans le cas de ce matériel, le prélèvement débute dès sa réception au magasin, dans les mêmes conditions que lors de prélèvement de la poudre de lait, et à l'aide d'une sonde à fromage prélevée en surface, au milieu et en bas.

##### **2.4. L'eau de process :**

On prélève à chaque fois 225 ml d'eau de process qui est stockée dans un tank de 20 000 litres.

Cette procédure nécessite la désinfection préalable du robinet qui doit être nettoyé et flambé. Avant de remplir les flacons déjà stérilisés et bien fermés, il faut laisser couler les premiers jets quelques instants.

### **2.5. Produit après la stérilisation :**

On utilise la flamme lors de prélèvement et on laisse couler le produit quelques minutes avant le remplissage des flacons.

### **2.6. Produit fini (fromage fondu) :**

Le prélèvement s'effectue directement en retirant aléatoirement du côté et du milieu le haut et le bas de la palette sur 3 boîtes de fromage à 16 portions. Le diagramme de fabrication du fromage à l'unité OKID'S est donné dans la figure (5).

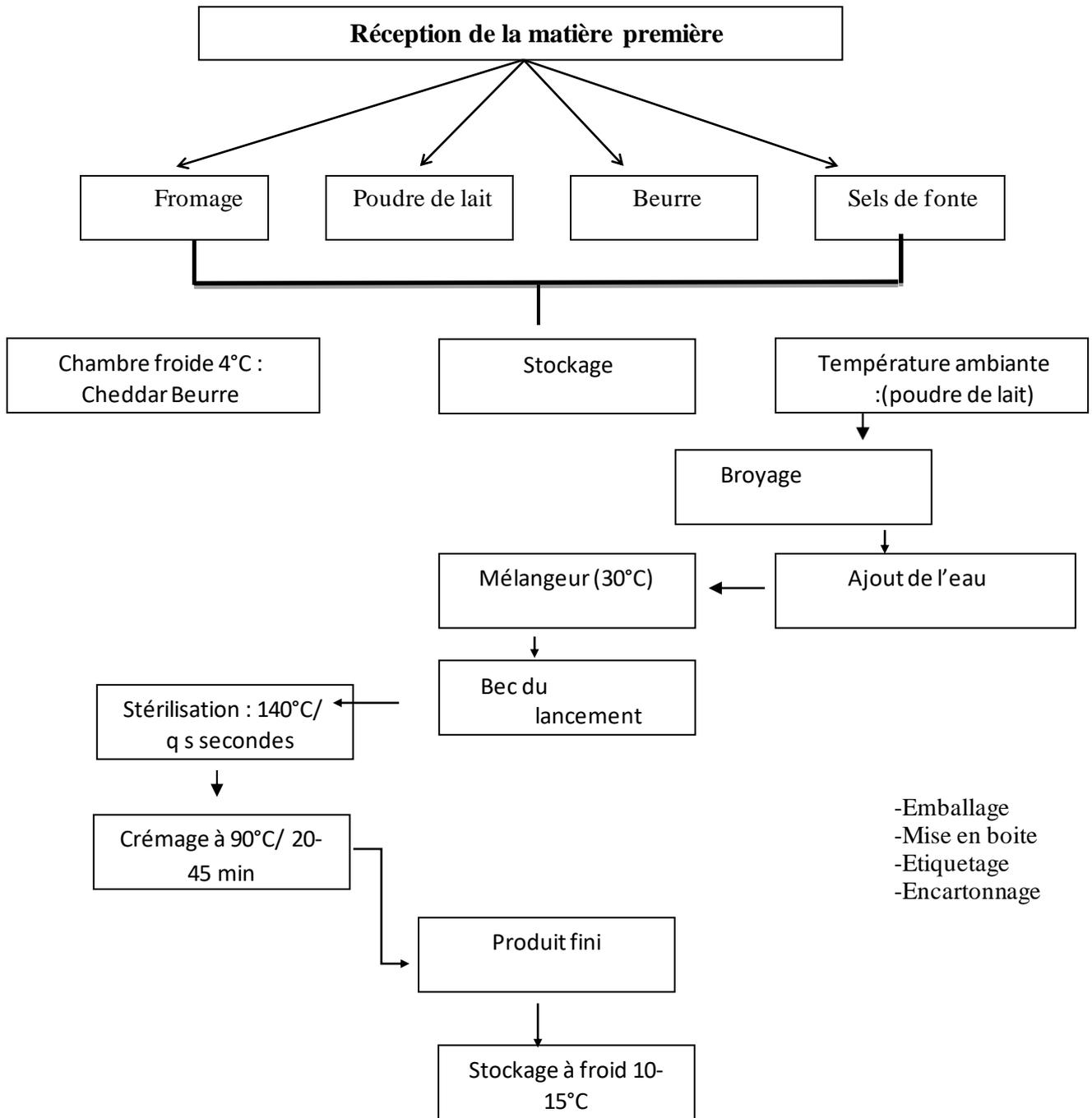


Figure 5 : Etapes de fabrication du fromage fondu de marque OKID'S selon "GIG".

## IV. Analyses physico-chimiques :

### 1. Détermination du pH :

Norme : AFNOR (1986).

#### Définition :

Le pH est une mesure de l'activité des ions (H<sup>+</sup>) contenus dans une solution. Le but est de pouvoir mesurer quantitativement l'acidité de celle-ci. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH- mètre.

#### Principe :

L'électrode du pH-mètre, préalablement étalonnée, est rincée avec de l'eau distillée, puis directement introduite dans l'échantillon. La valeur de pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil à une température de 20 à 25°C. Les mesures ont été réalisées trois fois.

#### Préparation de la matière première :

- Pour la poudre de lait, on pèse 3 g dans 30 ml de l'eau distillée.
- Pour le cheddar, on pèse 10g dans 50 ml de l'eau distillée.

### 2. Détermination de l'extrait sec total (EST%) :

Norme : AFNOR V04-207 Septembre 1970.

La matière sèche d'un fromage représente tous ses composants à part l'eau « SARTORIUS, MA35 ». Elle est basée sur un principe de séchage dans une étuve.

#### Mode opératoire :

##### Pour la poudre de lait :

Dans une capsule en aluminium stérile, sèche et tarée, on pèse 2 g de poudre de lait puis on les introduit dans l'étuve à 103°C pendant 3 heures.

##### Pour le fromage :

Dans une capsule en aluminium stérile, sèche et tarée, on pèse 3 g et on les met dans l'étuve à 103°C pendant 5 heures.

##### Pour le Cheddar / Beurre :

Dans une capsule en aluminium stérile, sèche et tarée, on pèse 3 g et on les met dans l'étuve à 103°C pendant 5 heures.

#### Expression des résultats :

L'extrait sec est exprimé en % massique, selon la formule suivante :

$$\text{EST\%} = (P_f - P_1) / P_e \times 100$$

P1 : poids de la capsule vide

Pf : poids de la capsule après séchage

Pe : prise d'essai  $3g \pm 0,02$

### 3. Détermination du taux de la matière grasse (MG%) :

La détermination du taux de la MG est réalisée selon la méthode de VAN GULIK, normalisées selon :

- AFNOR V04-210 Décembre 1971, pour la poudre de lait.

- AFNOR 2706-1992, pour les fromages.

- AFNOR V04-203-1997 pour le beurre.

#### Principe :

Il est basé sur la dissolution des éléments du fromage par addition d'acide sulfurique ( $d=1,525$ ) et la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre, la séparation étant favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso amylique.

#### Mode opératoire :

- Introduire 10ml d'acide sulfurique ( $d=1,825$ ) dans le butyromètre
- Ajouter 10 ml d'eau distillée
- Peser 2,5 g de poudre de lait
- Ajouter 1ml d'alcool iso-amylique
- Fermer le butyromètre avec un bouchon sec et propre et homogénéiser
- Appliquer une agitation
- Le butyromètre est ensuite déposé dans un bain marie à température de  $65^{\circ}\text{C}$  pendant 5min
- Centrifuger à 1110 tour /min pendant 10 min
- Après la centrifugation, on plonge le butyromètre verticalement, bouchon en bas dans le bain marie ( $65^{\circ}\text{C}$ ) et on laisse 5min
- Lire de la valeur de la MG sur le tube du butyromètre

#### Pour le produit fini et Cheddar :

- Peser 3g de l'échantillon dans le godet de butyromètre.
- Introduire le godet dans la panse du butyromètre et fixer le bouchon.
- Ajouter 10 ml d'acide sulfurique ( $d=1,522$ ), par la suite agiter le butyromètre avec précaution mais énergétiquement et rapidement.
- Mettre le butyromètre dans un bain marie ( $65^{\circ}\text{C}$ ) pendant 45 min jusqu'à avoir un fondu du fromage (changement de couleur au mauve).

- On ajoute l'acide sulfurique jusqu'à atteindre 35% du butyromètre et 1 ml d'alcool iso-amylque.
- Le remettre sans le bain marie pendant 5 min après une bonne agitation avec un mouvement de retournement.
- On centrifuge 10min.
- Remettre dans le bain marie à 65C° pendant 5min et on fait la lecture.

### **Pour le beurre :**

- Peser dans le godet de butyromètre préalablement taré, 5g de beurre.
- Introduire le godet contenant la prise d'essai dans le butyromètre et fixer le bouchon.
- Ajouter 10 ml d'acide sulfurique à (d=1,820).
- Ajouter 1 ml d'acide iso-amylque.
- Ajouter l'eau distillée jusqu'à 85% de graduation.
- Boucher le butyromètre et opérer des retournements successifs jusqu'à dissolution complète du beurre.
- Mettre le butyromètre pendant 5 min dans le bain marie.
- Centrifuger 10 min.
- Sortir le butyromètre, après 5min dans le bain marie et procéder à la lecture.

### **4. Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS) :**

Ce rapport sert à vérifier la conformité en matière grasse dans la matière sèche du fromage.

#### **Expression des résultats :**

Le rapport matière grasse / la matière sèche, est exprimé en gramme pour 100 g de matière sèche, est donné par la formule suivante :

$$R (\%) = (MG/MS) \times 100$$

Avec : MG : Matière grasse

MS : Matière sèche

R : Rapport

### **5. Analyses physico-chimiques de l'eau :**

#### **5.1. Détermination du titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) :**

La détermination du titre alcalimétrique et du titre alcalimétrique complet se fait respectivement selon les normes **AFNOR T 90-501** et **T 90-506**.

**Principe :**

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'indicateurs colorés.

**5.2. Détermination du titre alcalimétrique (TA) :**

Le titre alcalimétrique ou TA est la mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques (Rodier et al., 2005).

**Mode opératoire :**

- Verser 100 ml d'eau à analyser dans un Becher de 200 ml.
- Ajouter deux gouttes de phénophtaléine, une coloration rose doit apparaître.
- Dans le cas contraire (pas de coloration)  $TA=0$ .
- Verser ensuite doucement l'acide sulfurique 0,02N à l'aide d'une burette, en agitant constamment ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

**Expression des résultats :**

- Si on n'a pas de coloration  $TA=0$
- Si on a une coloration  $TA=V$

**V :** étant le volume nécessaire pour la décoloration de la solution. Il est exprimé par le titre alcalimétrique en degré français (°F).

**5.3. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) :**

**Selon la norme : AFNOR T 90-501 et T 90-506**

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrocarbonates (Rodier, 2005).

**Principe :**

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

**Mode opératoire :**

- Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas de coloration, ajouter deux gouttes de méthylorange avec l'acide sulfurique (0,02N), titrer jusqu'à virage du jaune au jaune orange (pH=4,3).
- S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage du jaune orange au rouge orange (pH=4).

**Expression des résultats :**

- $TAC = (V' - 0,5) / 5$  en milliequivalent gramme par litre.
- $TAC = (V' - 0,5)$  en degré français.

- V' : le volume d'acide à 0,02N nécessaire à la neutralisation.

#### 5.4. Détermination du titre hydrotimétrique (TH) :

**Selon la norme :** AFNOR T90-501 et T90-506.

La dureté totale (TH) d'une eau correspond à la teneur de l'eau en sel de Calcium et de Magnésium.

##### Principe :

C'est le titrage molaire des ions calcium et de magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide EDTA (éthylène diamine tétra-acétique) à pH 10. Le noir eriochrome T (NET), qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

##### Mode opératoire :

- Introduire 100ml d'eau à analyser dans un bécher de 200ml.
- Ajouter 10ml de solution tampon K=10 et deux gouttes de NET.
- La solution se colore en violet, on titre ensuite avec EDTA tout en agitant constamment jusqu'à virage du violet au bleu.
- Le point final du virage est atteint lorsque la dernière nuance violette a disparu.

##### Expression des résultats :

- Soit V le volume nécessaire à la titration, donc :

$$TH = V \text{ (}^\circ\text{F)}$$

- La dureté totale est exprimée en degré français.

#### 5.5. Détermination du Chlorures (Cl<sup>-</sup>) :

**Selon la norme :** AFNOR T90-501 et T90-506

On entend par le chlorure : l'ensemble de chlore sous la forme Cl<sup>-</sup> ou NaCl en solution.

##### Principe :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent (AgNO<sub>3</sub>) ou de dichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

##### Mode opératoire :

- Introduire 100ml d'eau à analyser dans un Becher
- Ajouter 10 gouttes de bichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) à 10 %.
- Titrer avec la solution de nitrate d'argent (1g NO<sub>3</sub>) à 0,1 jusqu'à virage du jaune au rouge brique.

### Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 100ml ;

$$Cl_2 = V \cdot 10 \cdot 35,5$$

V : le volume nécessaire pour le titrage.

### 5.6. Détermination du Chlore libre (Cl<sub>2</sub>) :

La Détermination des chlores libres se fait selon les normes d'AFNOR T 90-501 et T 90-506.

Le chlorure libre (Cl<sub>2</sub>) est l'association de deux molécules de chlore (Cl) pour donner une substance activée de chlore.

#### Principe :

Le chlore libre est dosé par colorimétrie. Nous avons utilisé : un Comparateur Lovibond 2000 avec adaptateur pour les cuvettes de 1 à 40 mm ; le disque comparateur colorimétrique du chlore 3/40S ; des éprouvettes standards carrées de 13,5 mm graduées spécifiques pour le dosage du chlore et une pilule DPD (Deutscher Paket Dienst).

#### Mode opératoire :

Prélever dans deux éprouvettes graduées de 10 ml (spécifiques pour le dosage du chlore) 10 ml d'échantillon.

Introduire la première éprouvette dans le compartiment gauche du comparateur.

Introduire dans la seconde éprouvette une pilule DPD puis l'écraser ; fermer et homogénéiser. Insérer maintenant la seconde éprouvette dans le compartiment droit du comparateur.

Lire la valeur située en haut et à droite du comparateur en tournant le disque jusqu'à concordance des couleurs (obtention de deux couleurs identiques).

#### Résultats et expression :

La valeur lue directement sur le comparateur est en mg/l de la concentration en chlore libre.

### 5.7. Détermination de la conductivité :

La détermination de la conductivité électrique se fait selon la norme **NF EN 27888** du Janvier 1994.

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. C'est ainsi que plus l'eau contient des ions comme le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (**Hade A, 2002**).

#### Principe :

L'appareil servant à évaluer la conductivité spécifique de l'eau s'appelle un conductimètre. Le courant électrique mesuré est proportionnel à la concentration d'ions dans l'eau ; plus il est élevé, plus il y a d'ions dans l'eau. Le résultat se traduit en micro-Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) à une température normalisée de  $25^\circ\text{C}$ .

#### Mode opératoire :

- Prendre environ 100 ml de l'échantillon.
- Mettre le conductimètre en marche.
- Plonger l'électrode du conductimètre dans l'échantillon.

#### Résultats et expression :

La valeur de la conductivité est directement affichée sur l'écran du conductimètre (en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ou en  $\text{mS}/\text{cm}$ ).

## V. Analyses microbiologiques :

Le contrôle microbiologique permet de garantir la sécurité et la salubrité des aliments. Il permet d'éviter la présence de microorganismes pathogènes dans les produits afin de ne pas risquer une altération de la qualité hygiénique des produits finis, ou au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur commercialisation (**Multon, 1994**).

Les tableaux **8** et **9** résument les différentes analyses microbiologiques effectuées sur les matières premières et le produit fini et les germes recherchés.

**Tableau 8 :** Analyses microbiologiques effectuées sur les différents prélèvements selon **GIG**.

<b>Prélèvement Germes</b>	<b>Poudre de lait</b>	<b>Cheddar</b>	<b>Beurre</b>	<b>Eau de process</b>	<b>Produit fini</b>
<b>Germe totaux 30°C</b>	+	-	+	+	+
<b>Coliformes totaux 37°C</b>	+	-	+	+	+
<b>Coliformes fécaux 44°C</b>	+	-	+	+	+
<b>Staphylococcus aureus</b>	+	+	+	-	+
<b>Levures et moisissures</b>	+	-	+	-	+
<b>Clostridium sulfito- réducteurs</b>	+	+	-	+	+

**+** : analyses effectuées

**-** : analyses non effectuées

**Tableau 9 :** Germes recherchés dans le contrôle microbiologique du personnel, air ambiant et surface avec les milieux utilisés et les conditions d'incubation.

<b>Echantillons</b>	<b>Germes recherchés</b>	<b>Milieux de culture</b>	<b>Incubation</b>
<b>Personnels</b>	Staphylococcus aureus	Baird Parker	37C°/48 Heurs
<b>Air ambiant</b>	Levures et moisissures	Sabouraud	30C°/5 Jours
<b>Surface</b>	GAMT	PCA	30C°/72 Heurs

### V.1. Préparation des dilutions (figure 6/ figure 7) :

La préparation des dilutions se fait selon la directive générale pour la préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique : norme **NF V08-057-2**.

#### V.1.1. Solution mère (première dilution) :

La suspension mère est une solution ou émulsion obtenue après qu'une quantité pesée (unité d'analyse) du produit à analyser ait été mélangée, avec un homogénéisateur si nécessaire et en observant des précautions appropriées, avec une quantité neuve fois égale de diluant, sauf exception, en laissant se déposer les particules grossières, s'il y en a (**ISO 6887-1, 1999**).

#### Procédure :

Prélever l'échantillon de façon représentative et le peser. Ajouter une quantité de diluant égale à 9 fois la masse de l'échantillon (généralement 25 g d'aliment avec 225 ml de TSE "Tryptone Sel Eau". Cette première dilution correspond à la dilution mère (DM)  $10^{-1}$  (**figure7**).

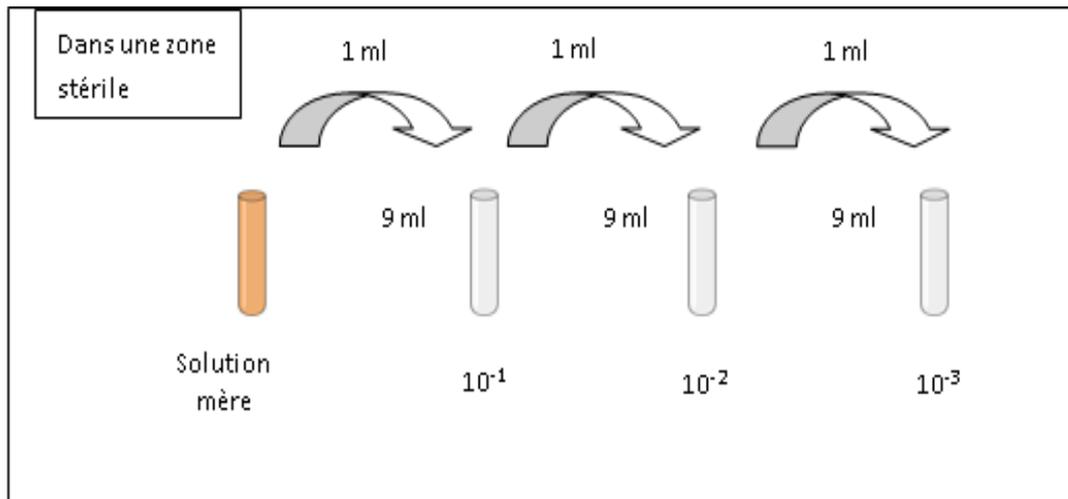
En cas d'un produit liquide, l'échantillon lui-même correspond à la suspension mère (SM) et est égale à 1 (**figure 6**).

#### V.1.2. Dilutions décimales :

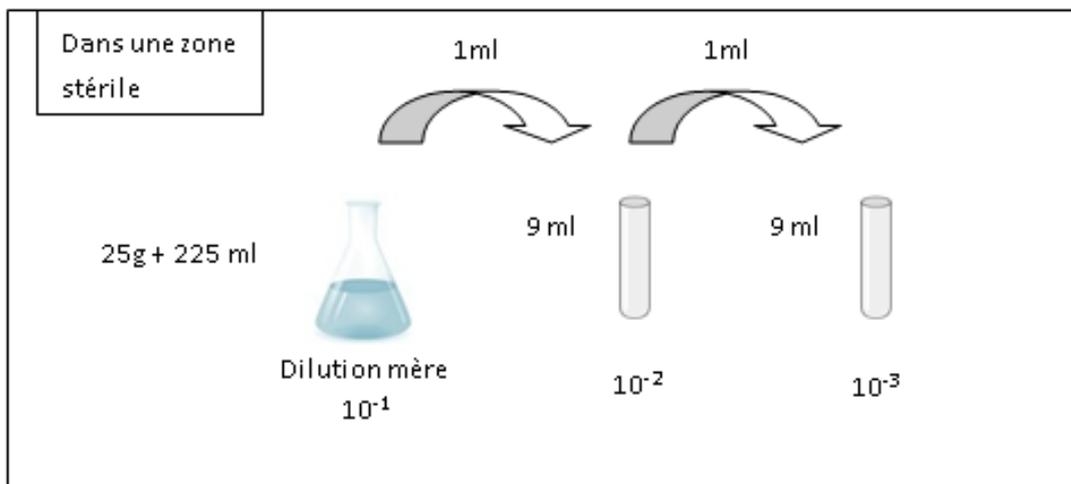
Il s'agit de suspensions ou de solutions obtenues en mélangeant un volume déterminé de la suspension mère avec un volume neuf fois égal de diluant, et en répétant cette opération pour chaque dilution préparée, jusqu'à l'obtention d'une gamme de dilutions décimales appropriées pour l'inoculation des milieux de culture (**ISO 6887-1, 1999**).

#### Procédure :

Transférer à l'aide d'une micropipette 1 ml de la suspension ou la dilution mère dans un tube contenant 9 ml de TSE. À l'aide d'un agitateur mécanique, mélanger le tube pendant 5 à 10 secondes afin d'obtenir la dilution  $10^{-1}$  pour les produits liquides et la dilution  $10^{-2}$  pour les produits solides. Répéter ces opérations pour la dilution  $10^{-2}$  et les dilutions décimales suivantes afin d'obtenir les dilutions  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , etc., en changeant la micropipette pour chaque dilution, jusqu'à l'obtention d'une gamme de dilutions décimales appropriées.



**Figure 6 :** Préparation des dilutions décimales pour les produits liquides, selon le « GIG ».



**Figure 7 :** Préparation des dilutions décimales pour les produits solides, selon « GIG ».

## V.2. Analyses microbiologiques :

### 2.1. Recherche et dénombrement des germes mésophiles totaux (GMT) :

**Norme NF V 08-051/1999 :** relatif au dénombrement des micro-organismes par méthode du comptage des colonies pour les micro-organismes : Bactéries, levures, et moisissures, formant des colonies dénombrables, se développant en aérobiose, lorsque l'essai est effectué selon la méthode spécifiée.

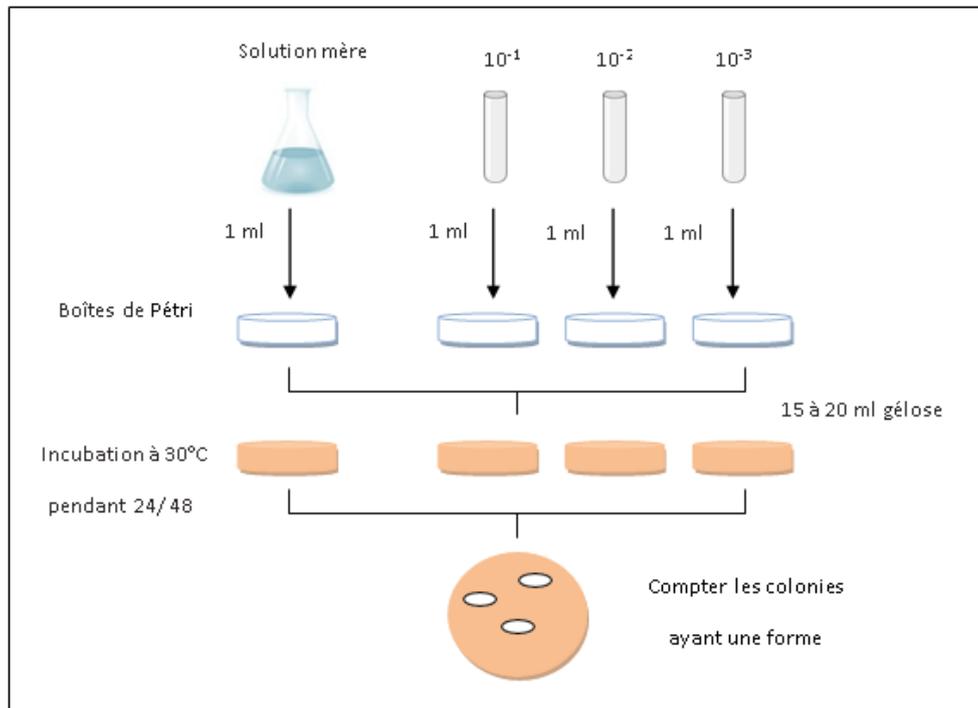
#### Principe :

Les germes aérobies totaux ne constituent pas une famille bactérienne particulière. Il s'agit de microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions définies de laboratoire. Le milieu de culture utilisé est la gélose PCA (Plate Count Agar) selon l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) avec incubation à 30°C pendant 72 h (Ghafir et Daube, 2007).

**Mode opératoire :**

**Matières premières ( beurre, poudre de lait) et le produit fini (figure 8) :**

- Prélever aseptiquement, à l'aide d'une pipette Pasteur stérile un millilitre de la solution mère et des dilutions décimales successives allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  et mettre en culture en profondeur dans des boîtes de Pétri stériles, vides, préparées et prénumérotées.
- Compléter avec environ 15 à 20 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ .
- Faire ensuite des mouvements circulaires et en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser solidifier sur la paillasse, puis rajouter une deuxième couche fine de la même gélose. Cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses.
- Incuber les boîtes renversées à  $30^\circ\text{C}$  pendant 72 heures avec une première lecture à 24 heures, une deuxième lecture à 48 heures, et une troisième à 72 heures.

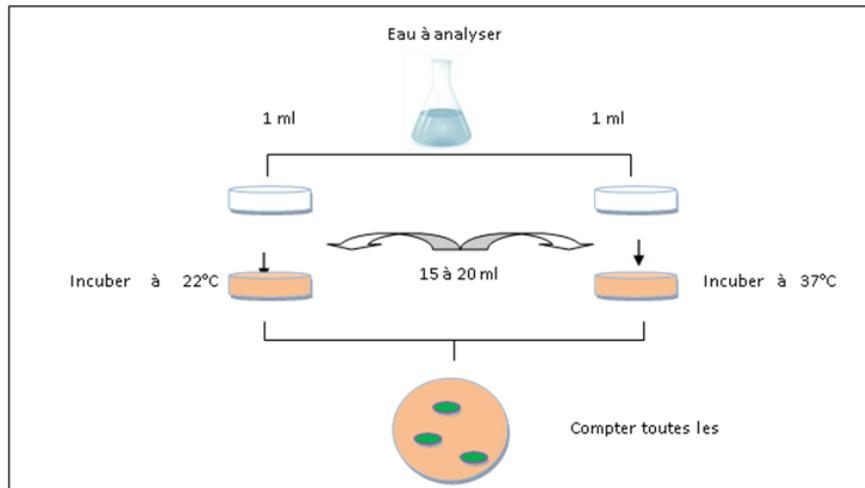


**Figure 8 :** Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) dans les matières premières et le produit fini.

**Eau de process (figure 9) :**

- A partir de l'eau à analyser, mettre 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides, stériles et pré- numérotées. Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15 à 20 ml de gélose PCA.

- Mélanger avec précaution en mouvement rotatoire et de va-et-vient en forme de « 8 » puis laisser solidifier. Retourner les boîtes et incuber l'une à 22 °C pendant 24 à 48 h, et l'autre à 37 °C pendant 72 h.



**Figure 9 :** Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) dans l'eau de process.

**Lecture :**

- Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des boîtes contenant entre 15 et 300 colonies, et qui se présentent sous forme lenticulaire en masse.

- Le résultat final est exprimé en UFC (unité formant colonie) /g de produit analysé ou par UFC/ml (dans le cas d'eau de procès) ; le nombre de microorganismes est obtenu par l'application de la formule suivante :

**N** = le nombre de microorganismes

**C** = nombre de colonies dans chaque boîte

**d** = la dilution décimale

**2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, coliformes fécaux :**

**Selon la norme :** méthodes officielles (NF V 07-52).

**Définition :**

Les coliformes sont des bacilles à gramme négatif, non sporulés, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, qui se multiplient en présence de sels biliaries, fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz à une température 35-37C°. Le terme de coliformes thermo tolérants se rapportent aux coliformes ayant la même propriété à 44C° celui de *E coli* qui produisent de l'indole a 44C° (haslay, 1993).

**Principe :**

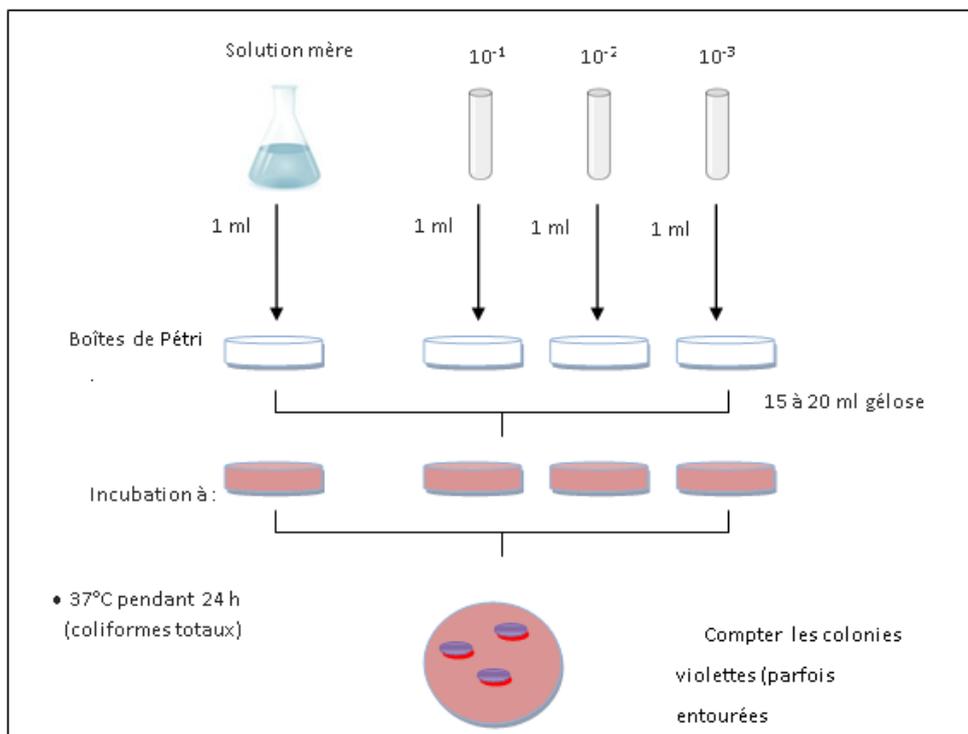
Sur gélose VRBL (gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre), la numérotation des colonies à caractéristiques de coliformes totaux se développant en 24h à 37°C et fécaux se développant en 24h à 44°C, suivie d'une confirmation du nombre de colonies par fermentation du lactose (NF ISO 4832, 2006).

**Mode opératoire :**

- 1 ml de la solution mère et une série de dilutions dans des boîtes de Pétri stériles, nettoyés, préparés et pré numérotés.
- Enfin, ajouter 15 à 20 ml de gélose fondue VRBL et refroidir à 45°C au bain-marie.
- Homogénéiser parfaitement le contenu en effectuant des mouvements circulaires type « va-et-vient » et en forme de « 8 » sur une surface propre et horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose et de se solidifier. Incuber les boîtes renversées à :
- 37°C pendant 24h pour les coliformes totaux ;
- 44°C pendant 24h pour les coliformes fécaux (thermo tolérants).

**Lecture :**

Les colonies de coliformes ont une couleur violette et un diamètre de 0,5 mm ou plus, et sont parfois entourées d'une zone rouge due à la précipitation de la bile. Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes par millilitre de produit.



**Figure 10 :** Recherche et dénombrement des coliformes par comptage des colonies sur Milieu VRBL.

### 2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau (ISO 4831) :

La recherche des coliformes se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP), elle fait appel à deux tests à savoir :

- Le test de présomption réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test de confirmation, également appelé Mac Kenzie, réservé à la recherche des coliformes fécaux dans les tubes positifs du test de présomption.

#### **Test de présomption :**

A partir de l'échantillon d'eau à analyser on prend d'une manière aseptique :

- 50mL dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10mL dans 5 tubes contenant 10mL de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 1mL dans 5 tubes contenant 10mL de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham aussi.
- Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- Incuber les tubes à 37°C pendant 24h à 48h.

#### **Lecture :**

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 (indice de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP en multipliant le chiffre caractéristique par l'inverse de la dilution.

Un exemple de dénombrement est donné dans le tableau (10) :

**Tableau 10** : Exemple de calcul suivant le NPP.

Inoculum	Test	Nombre caractéristique
1×50 ml	+	1
5×10 ml	+	3
	+	
	+	
	-	
	-	
5×1 ml	+	2
	+	
	-	
	-	
	-	

Le nombre caractéristique est donc «132 » ; ce qui correspond sur la table NPP au nombre 14. On considère alors qu'il y a 14 Coliformes par 100 ml d'eau à analyser.

**Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :**

Ce test est basé sur la recherche de coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

**Mode opératoire :**

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 des tubes contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

**Incubation**

L'incubation se fait à 44°C pendant 24 h.

**Lecture :**

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

- Un dégagement de gaz.
- Un anneau rouge en surface, après ajout de deux à trois gouttes du réactif de KOWACS ; témoin de la production d'indole par *E. Coli*.
- Les résultats sont exprimés en germes /100ml.

**Remarque :**

Les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux.

**Exemple :**

En reprenant l'exemple précédent relatif au dénombrement des Coliformes, 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.

Le tableau 11 donne un exemple des résultats des coliformes fécaux.

**Tableau 11 :** Exemple sur des résultats finaux des coliformes fécaux.

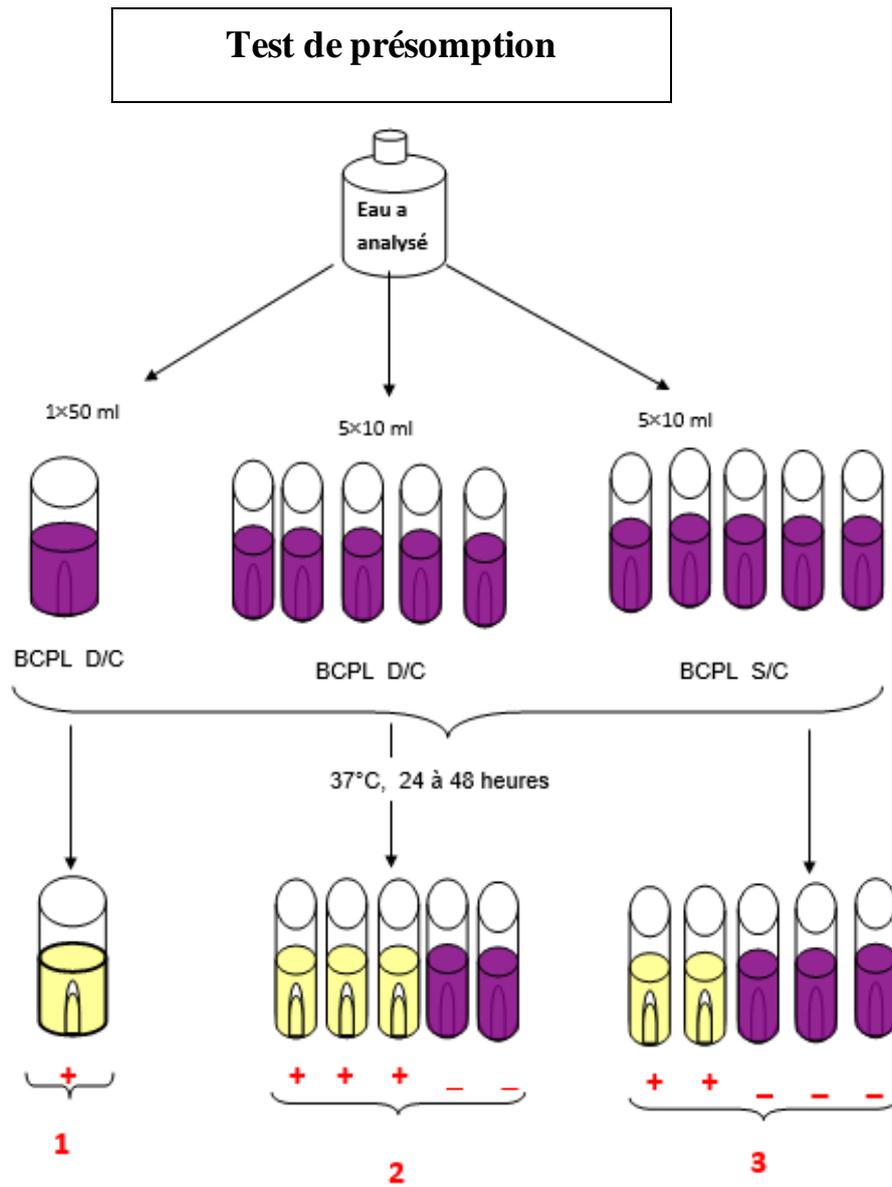
Inoculum	Teste de présomption	Nombre caractéristique	Teste de confirmation		Nombre caractéristique
			Gaz	Indole	
1×50 ml	+	1	+	+	1
5×10 ml	+ + + - -	3	+ + -	- + +	1
5×1 ml	+ + - - -	2	- +	+ +	1

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Coliformes fécaux est donc « 111 », ce qui correspond sur la table du NPP à “155“ au chiffre 5.

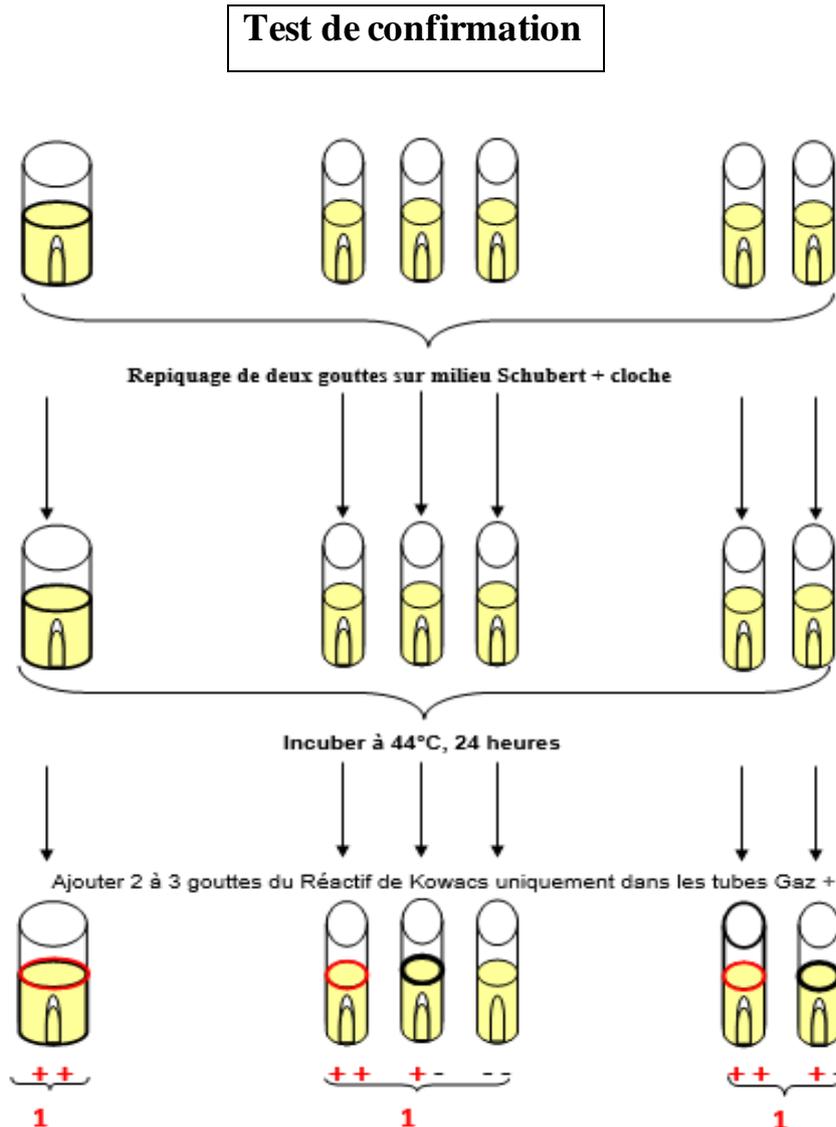
Le résultat final sera donc de :

14 Coliformes totaux dans 100 ml d'eau à analyser  
5 Coliformes fécaux dans 100 ml d'eau à analyser

Le dessin de la figure (11) illustre la méthode de la recherche se basant sur le teste de présomption.



**Figure 11 :** Recherche et dénombrement des coliformes totaux dans l'eau.



**Figure 12 :** Recherche et dénombrement des coliformes fécaux dans l'eau.

#### 2.4. Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs :

**Selon la norme :** Méthodes officielles (NF V 09-414).

Bacilles à coloration Gram positif, généralement isolés ou enchaînés, immobiles et sporulés dont diverses espèces sont responsables de l'intoxication (Guiraud et rose, 2004).

##### Principe :

La recherche des bactéries sulfito-réductrices se fait principalement en trois étapes (Rejsek, 2002) :

- A. Destruction de la forme végétative.
- B. Préparation du milieu de culture.
- C. Ensemencement et incubation.

### **Mode opératoire :**

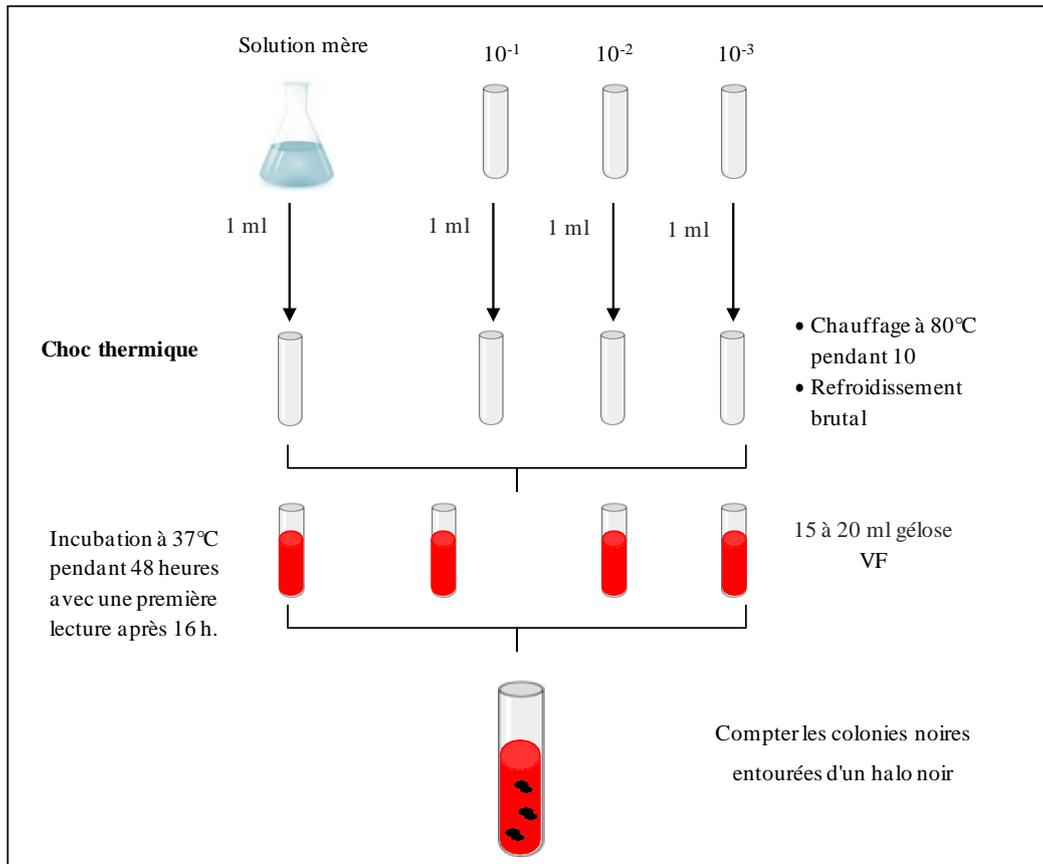
#### **Matières premières (Cheddar, poudre de lait) et produit fini :**

- Préparer 1 ml de la solution mère et 1 ml de chaque dilution dans quatre tubes stériles (Figure 13), ainsi que 5 ml d'eau de procédé à analyser dans cinq tubes (Figure 14).
- Préparer un chauffage de 10 minutes à 80°C au bain-marie, suivi d'un refroidissement rapide dans de l'eau de robinet (provoquant un choc thermique qui élimine la forme végétative et ne laisse que la forme sporulée de bactéries sulfito-réductrices).
- Remplir chaque tube avec environ 15 ml de gélose VF (viande-foie) plus de 1 ml d'alun de fer et 5 ml de sulfite de sodium.
- Mélanger avec prudence, puis solidifier, ensuite incuber à 37°C pendant 48 heures, avec une première lecture après 16 heures.

#### **Lecture :**

Seront considérés comme positifs, les tubes contenant de grosses colonies noires entourées d'un halo noir, qui correspond au Clostridium sulfito-réducteur.

Le résultat est exprimé par le nombre de spores des Clostridium sulfito-réducteurs présents dans 100 ml d'eau de process à analyser.

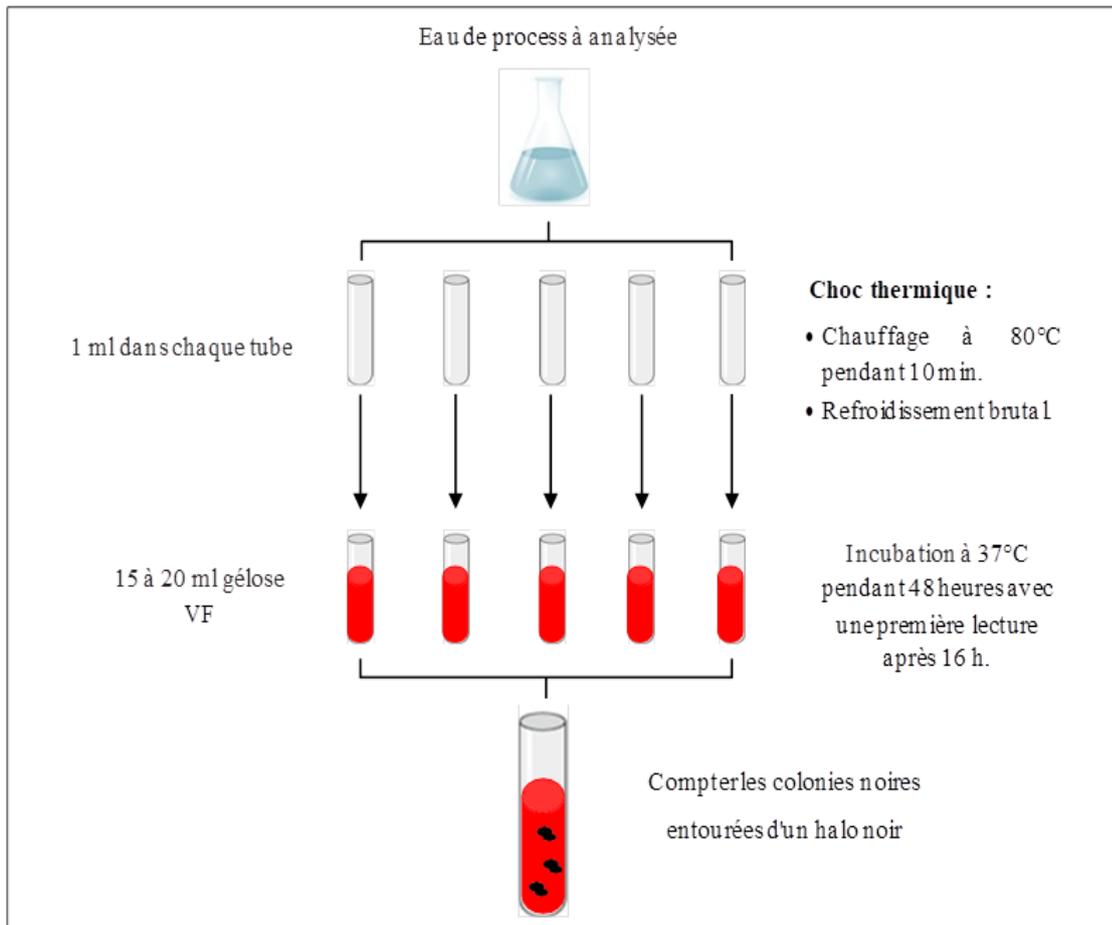


**Figure 13 :** Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfite-Réducteurs dans les matières premières et le produit fini.

**Remarque :**

L'objectif du choc thermique est de :

- Stimuler la sporulation.
- Destruction totale des bactéries forme végétatives.



**Figure 14** : Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs dans l'eau de process.

### 2.5. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

**Selon la norme : Méthodes officielles (NF V 09-414).**

Les *S.aureus* sont des bactéries qui forment des colonies caractéristiques et ou non caractéristiques à la surface d'un milieu de culture sélectif et qui donnent une réaction fortement positive à la coagulase, lorsque l'essai est effectué selon la méthode spécifiée.

#### **Principe :**

A partir de la solution mère, on réalise des dilutions décimales et en parallèle, on ensemence en surface de gélose Baird Parker pré-coulée en boîte de Pétri avec chacune des dilutions retenues (NF ISO 6888-1/A1).

Après une incubation de 24 à 48 heures à 37°C, les colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques apparues sont dénombrées.

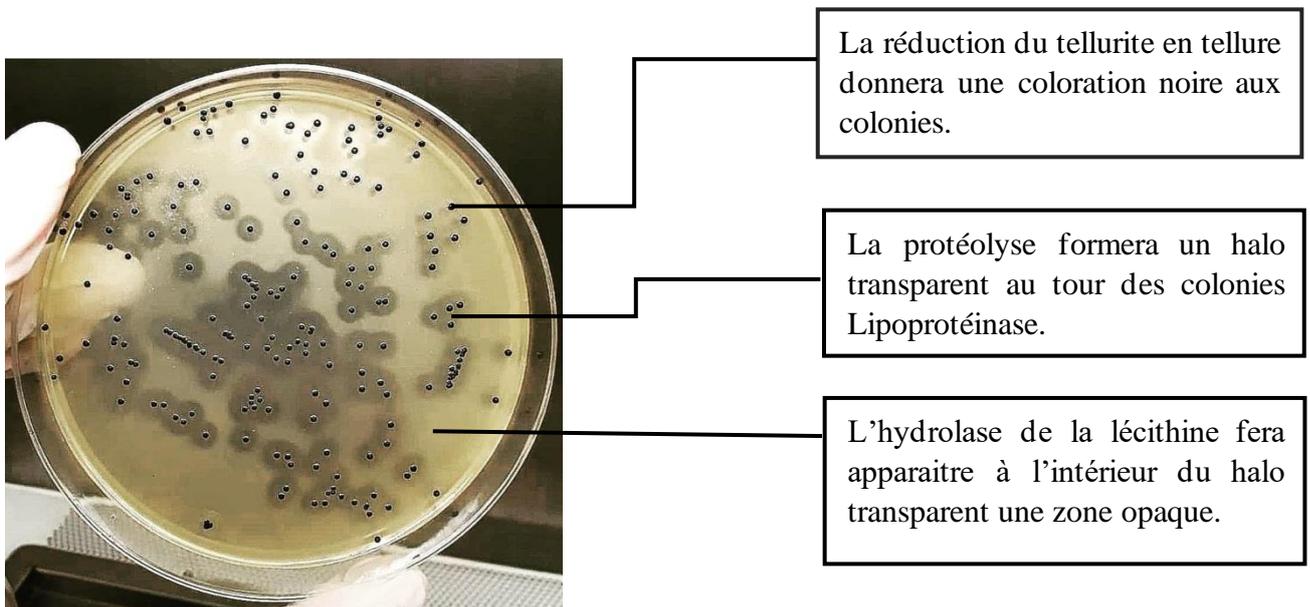
### Mode opératoire :

#### Matières premières ( beurre, cheddar, poudre de lait) et produit fini :

- Placer les pots de gélose dans une étuve à  $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  jusqu'à ce que les gouttelettes aient complètement disparu de la surface de l'environnement (couvercle enlevé et surface de gélose orientée vers le bas).
- Homogénéiser chaque dilution avant d'inoculer à la surface des pots enduits de gélose et d'effectuer des dilutions décimales.
- Placer 0,1 ml de la suspension mère et/ou des dilutions sélectionnées sur la surface de la gélose, en changeant la pipette après chaque dilution.
- Inoculez soigneusement et plus rapidement possible sans toucher les bords de la boîte.
- Laisser reposer 15 minutes à température ambiante avant d'incuber pendant 48 heures à  $37^{\circ}\text{C}$  avec le couvercle fermé.

#### Lecture :

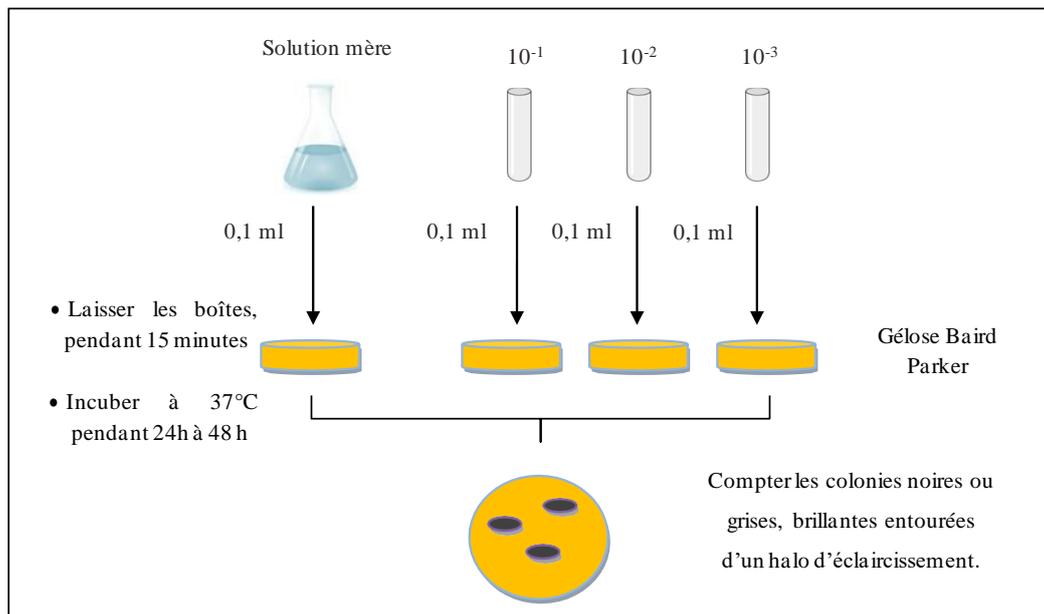
Le résultat positif est traduit par l'apparition de colonies noires, entourées d'un halo clair. Ce halo résulte de la protéolyse des protéines de jaune d'œuf. Les colonies de *Staphylococcus aureus* ont un aspect brillant.



**Figure 15 :** Lecture sur Gélose Baird Parker (chaque caractère à son identification).

**Dénombrement :**

La figure (16) détaille le dénombrement de ces germes.



**Figure 16 :** Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*.

**2.6. Recherche et dénombrement de la levure moisissure :**

Selon la norme : **XP V 08-059**, relative au dénombrement des microorganismes par comptage des colonies à 22 °C.

Les levures moisissures sont des microorganismes qui à 22°C forme des colonies dans le milieu sélectif selon la méthode spécifique.

**But :**

- Cette méthode consiste à rechercher et à identifier les levures et moisissures dans tous les types d'aliments. La recherche et le dénombrement sont effectués pour deux causes :
- Leur capacité à provoquer des modifications importantes de l'ordre organoleptique au niveau des aliments.
- La propriété de certaines moisissures à produire des mycotoxines, dont la capacité à nuire à la santé des consommateurs (**Guiraud, 2003**).

**Mode opératoire :**

**Matières premières (beurre, Cheddar, poudre de lait) et produit fini :**

- A partir de chaque dilution, on transfère 4 gouttes dans une boîte de Pétri déjà préparée qui contient 20 ml de Gélose Sabouraud.
- Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile puis incubé à 30°C pendant 5 jours.

### **Lecture :**

Les colonies caractéristiques sont blanchâtres pour les levures et filamenteuses pour les moisissures.

## **VI. Analyses microbiologiques de l'environnement :**

### **1. Contrôles microbiologique de l'air ambiant :**

Le contrôle microbiologique de l'air se fait selon la norme **NF S 90-351** relative à la qualité de l'air au bloc opératoire.

#### **Objectif :**

Contrôler et analyser la qualité de l'air ambiant pour prévenir et maîtriser les risques de contamination. Surveiller et maîtriser la contamination de l'air d'une zone de production ou de conditionnement est essentiel. En effet, si l'air ambiant est contaminé, il existe un risque de retrouver des micro-organismes dans les produits finis.

#### **Principe :**

Sédimentation sur boîte de Pétri ouverte : C'est la technique la plus simple pour mettre en évidence les micro-organismes vivant dans l'air qui nous entoure et que nous inhalons. Comme toute méthode faisant appel à des milieux gélosés, seuls les germes vivants peuvent être isolés et le choix du milieu et de la température d'incubation sont déterminants.

#### **Mode opératoire :**

Trois boîtes de Pétri, remplies d'un milieu gélosé nutritif spécifique (Sabouraud et/ou Baird Parker) sont laissées semi-ouvertes pendant 10 à 30 min sur une surface. Elles sont placées ensuite sous incubation à :

- 22°C pendant 5 jours pour le milieu Sabouraud.
- 37°C pendant 48 à 72h pour le milieu Baird Parker.

Il reste à dénombrer et à identifier les colonies qui apparaissent à la surface du milieu.

### **2. Contrôle microbiologique du personnel :**

La recherche de la flore microbienne pouvant être transmise au produit fini par le personnel. Cette transmission pourra être effectuée par le contact des mains, des vêtements ou des cheveux.

#### **Mode opératoire :**

Nous avons réalisé chaque analyse avec 6 personnes dont 4 sont en contact direct avec les matières premières : deux personnes travaillant au niveau du bec de lancement et deux travaillant sur l'emballage ; les deux autres personnes sont des agents du laboratoire

(Un chargé de la vérification du bon déroulement de la procédure de fabrication, et le 2ème une stagiaire).

Le personnel examiné doit poser ses doigts dans des boîtes de pétri contenant des milieux gélosés : VRBL pour la recherche des coliformes et Baird Parker pour la recherche des *S.aureus*. Ces boîtes seront incubées à :

- 37°C pendant 24 à 72h pour la recherche des coliformes (gélose VRBL).
- 44°C pendant 24 à 72h pour la recherche des coliformes fécaux (gélose VRBL).
- 37°C pendant 3 à 5 jours pour la recherche du *S.aureus* gélose (Baird Parker).

### **3. Contrôle microbiologique des surfaces :**

Le contrôle microbiologique des surfaces se fait selon la norme **NF/EN 1370** du Février 2012 relative au Contrôle de l'état de surface.

#### **Objectif :**

Quantifier voire qualifier la flore microbienne pour une surface donnée. Cette technique est réservée aux petites surfaces ne permettant pas l'utilisation de la gélose de contact ou les surfaces absorbantes ou irrégulières.

#### **Mode opératoire :**

Retirer l'écouvillon de son étui et le plonger dans une solution de rinçage stérile par exemple l'eau distillée ou TSE pour l'humidifier.

Frotter la surface tout en tournant l'écouvillon dans les deux sens. Remettre l'écouvillon dans son étui jusqu'à son analyse.

Plonger l'écouvillon dans la solution de rinçage.

A partir de ce tube, ensemer 0,1 ml de la solution sur une gélose PCA pour la recherche des germes totaux, et gélose Sabouraud pour la recherche des levures et moisissures puis incubé à :

- 37°C pendant 24 à 72h pour le milieu PCA.
- 22°C pendant 3 à 5 jours pour le milieu Sabouraud.

#### **Lecture :**

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

## **I. Résultats et discussion des analyses physicochimiques des matières premières :**

Les résultats de l'analyse physicochimique des matières premières sont comparés aux normes, **AFNOR (1986)**, **JORA (1998)** et les normes internes de **GOUMIDI**.

### **1. Poudre de lait :**

Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait sont mentionnés dans le tableau (12).

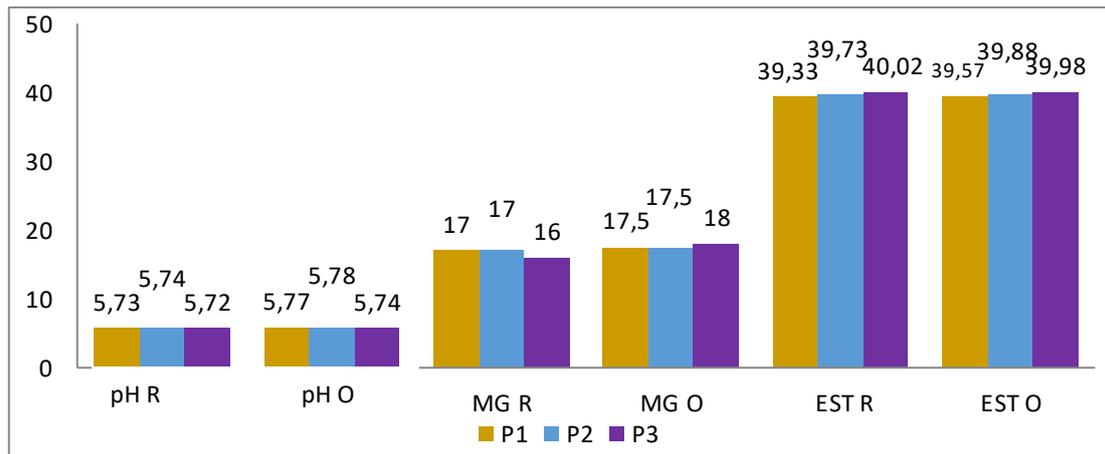
**Tableau 12** : Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait.

<b>Paramètres</b>	<b>pH</b>	<b>H (%)</b>	<b>MG (%)</b>
<b>Prélèvement</b>			
<b>1</b> (15 Mars 2022)	6,54	3,65	Inférieur à 0.5%
<b>2</b> (16 Mars 2022)	6,33	3,90	Inférieur à 0.5%
<b>3</b> (16 Mars 2022)	6,67	4,01	Inférieur à 0.5%
<b>Ecart type</b>	0,17	0,18	Inférieur à 0.5%
<b>Moyenne</b>	6.51	3.85	Inférieur à 0.5%
<b>JORA (1998)</b>	6-6,90	3-5,5	Inférieur à 0,5

Les résultats obtenus dans la mesure du pH de la poudre de lait ont donné une valeur moyenne de 6,51. Ce pH est en accord avec les normes suscitées. Pour le taux de l'humidité, il est en moyenne de 3,85%, et conforme au JORA (1998). De plus, le taux moyen de la matière grasse (MG) des trois prélèvements est inférieur à 0,5% répondant aux normes exigées.

Ces résultats indiquent une bonne qualité physicochimique des paramètres étudiés de la poudre de lait. Ce qui lui confère l'aptitude d'une bonne reconstitution et une réduction des grumeaux insolubles.

En comparant nos résultats avec ceux obtenus par **Adjlane (2017)** sur de la poudre de lait rentrant dans la fabrication d'un fromage de marque RAMDY (figure 17), on remarque que les valeurs moyennes des trois prélèvements (P1, P2, P3) ont donné un pH, un taux de MG et un EST approximativement proches de nos résultats et appartenant aux intervalles de la norme du JORA de 1998.



**Figure 17** : Comparaison des analyses physicochimiques de poudre de lait rentrant dans la fabrication des fromages OKID'S et RAMDY.

R ; Ramdy, O ; OKID'S , P ; prélèvement, pH ; potentiel hydrogène, MG ; matière grasse, EST ; extrait sec total.

## 2. Cheddar :

Les résultats des analyses physicochimiques du Cheddar sont mentionnés dans le tableau (13).

**Tableau 13** : Résultats des analyses physicochimiques du cheddar

Prélèvement	Paramètres	MG (%)
1 (25 Mars 2022)		33
2 (26 Mars 2022)		33 ,5
3 (26 Mars 2022)		33
	<b>Ecart type</b>	0,28
	<b>Moyenne</b>	33.16
	<b>Norme AFNOR (1986)</b>	30-38

Ces résultats montrent que la valeur moyenne de la MG des trois prélèvements est de 33,16%, Elle est située dans l'intervalle des normes établies par **AFNOR (1986)**.

Ceci démontre que les conditions de stockage (la température et l'humidité) sont bien respectées.

### 3. Beurre :

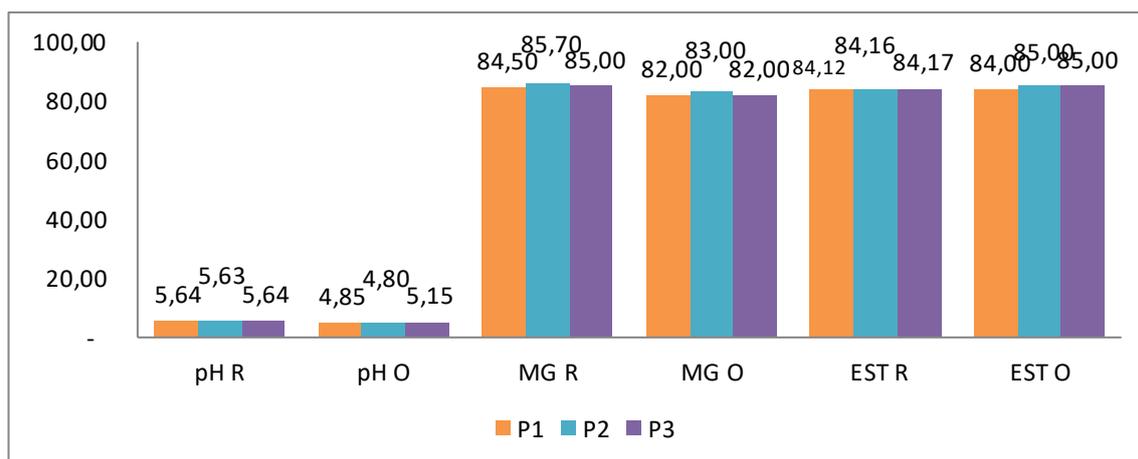
Les résultats des analyses physicochimiques du beurre sont représentés dans le tableau (14).

**Tableau 14** : Résultats des analyses physicochimiques du beurre.

Paramètres Prélèvement	pH	EST (%)	MG (%)
<b>1</b> (19 Mars 2022)	4,85	84	82
<b>2</b> (20 Mars 2022)	4,80	85	83
<b>3</b> (21 Mars 2022)	5,15	85	83
<b>Ecart type</b>	0,18	0,57	0,57
<b>Moyenne</b>	4.93	84.66	82.66
<b>AFNOR (1986)</b>	4.5-5	84,20 - 84,79	Supérieur à 82

La valeur moyenne du pH des trois prélèvements est de 4,93. Le taux moyen de la matière grasse est de 82,66% et celui de l'extrait sec est de 84,66%. Ces résultats répondent toujours aux normes. Ainsi, le beurre utilisé par cette unité est absolument conforme aux normes, donc il est de bonne qualité physicochimique.

Ces valeurs comparées à celles obtenues sur le beurre analysé par **Adjlane (2017)** et utilisé dans la fabrication du fromage RAMDY (figure 18), montrent que le pH de ce beurre est supérieur à celui utilisé dans le fromage OKID'S. Le taux de la MG est également élevé, tandis que l'EST du beurre du fromage OKID'S est supérieur à celui de RAMDY. Mais cela reste toujours dans la conformité à la norme exigée par **AFNOR 1986**. Cette différence pourrait être due à la mise quelques minutes de plus à l'étuve, et/ou aux conditions du stockage.



**Figure 18** : Comparaison des résultats physicochimiques du beurre rentrant dans la fabrication des fromages OKID'S et RAMDY.

R ; Ramdy, O ; OKID'S , P ; prélèvement, pH ; potentiel hydrogène, MG ; matière grasse, EST ; extrait sec total.

#### 4. Eau de process :

Les résultats physicochimiques de l'eau utilisée au cours de la fabrication sont donnés dans le tableau (15).

**Tableau 15** : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.

Paramètres Prélèvement	pH	TA (F°)	TAC (F°)	TH (F°)	Cl- mg/l	Conducti- vité µs/cm	Cl2 mg/l	
							Après Chloration	Après Déchloration
1 (8 Mars 2022)	7.54	0	20	26	56.8	430	4	0
2 (15 Mars 2022)	7.60	0	25	30	56.8	480	3	0
3 (22 Mars 2022)	7.58	0	22	28	56.8	500	2	0
<b>Moyenne</b>	7.57	0	22.33	28	56.8	470	3	0
<b>AFNOR (1986)</b>	7-8	0	<30 F°	<50 F°	<150	<600	2-3	0

Norme : AFNOR (1986)

A partir des résultats obtenus, nous constatons que tous les paramètres (pH, TA, TAC, TH, Cl<sub>2</sub>, Cl<sup>-</sup> et la conductivité), sont conformes aux normes imposées par l'unité OKID'S. Cette conformité est due à l'efficacité des traitements effectués. D'une manière générale on peut dire que l'eau de process est de bonne qualité du point de vue physicochimique.

**II. Résultats des analyses du fromage fondu (produit fini) :**

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau (16).

**Tableau 16:** Résultats des analyses physico-chimiques du fromage fondu (produit fini).

Paramètres Prélèvement	PH	EST (%)	MG (%)	MG/MS (%)
<b>1</b>	5,77	39,57	17,5	44.22
<b>2</b>	5,78	39,88	17,5	43.88
<b>3</b>	5,74	39,98	18	45.02
<b>Ecart type</b>	0,02	0,21	0,28	0,58
<b>Moyenne</b>	5.76	39.81	17.66	44.37
<b>Normes Goumidi</b>	5.2 - 6.2	38 – 40	16.5-18	Min 40%

On constate que :

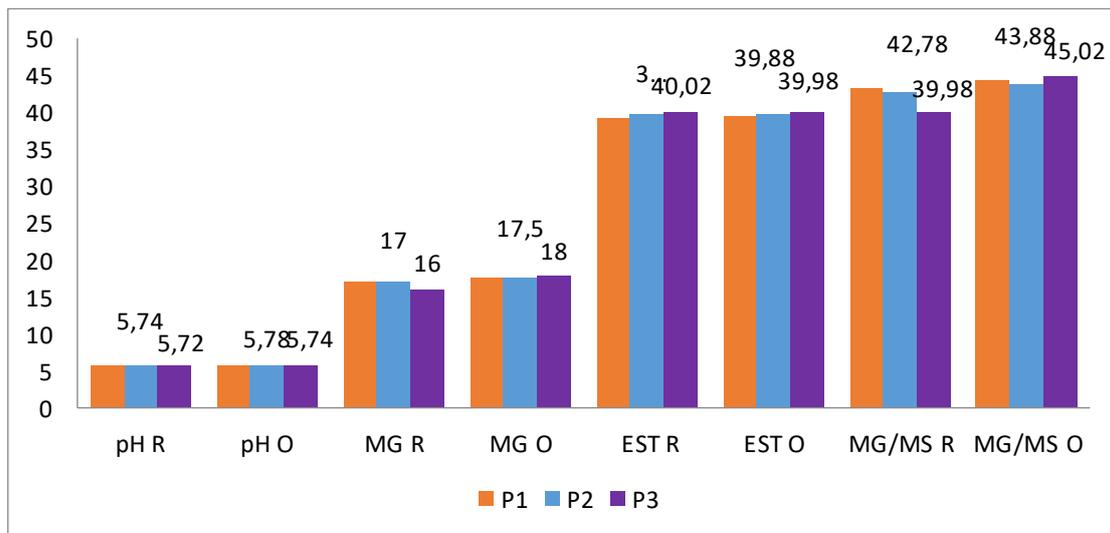
- Le pH est stable, il est de l'ordre de 5,76, il est conforme à la norme. Etant donné que l'ajustement du pH est une étape très importante, du fait qu'un pH en dehors de cet intervalle (5,2 à 6,2) ne permette pas d'obtenir la texture et la consistance désirées.
- L'extrait sec total étant de l'ordre de 39.81%, Ces valeurs qui sont toutes inscrites dans les normes.
- La teneur en matière grasse étant de l'ordre de 17,66%, teneur dans les normes.
- Enfin le pourcentage du rapport gras sur sec est de 44.37% , ce qui donne au produit une texture tartinable voir tranchable.

A cet effet, globalement nous pouvons dire que le produit fini est d'une qualité physicochimique acceptable, due au bon respect des conditions de stockage des matières premières et au bon déroulement des étapes de fabrication.

La comparaison avec les paramètres physicochimiques rapportés par **Adjlane (2017)** du fromage RAMDY (figure 19), montre que les pH des deux fromages sont rapprochés, alors qu'il y a eu une petite différence dans la teneur en matière grasse, celle du fromage OKID'S

est plus élevée. Cette diminution pourrait être engendrée par l'hydrolyse des lipides contenus dans le produit, notamment dans certaines conditions de stockage.

Une stabilisation du taux de l'extrait sec total des deux fromages est notées variant entre 38% et 40% et appartenant ainsi aux normes, tandis que le rapport MG/MS du fromage OKID'S est supérieur à celui du fromage RAMDY. Ceci est dû au taux élevé de matière grasse et à la perte d'eau aux cours de la durée de stockage, et suite à l'évaporation de l'eau du fromage fondu, le taux de matière sèche va diminuer, ce qui fait augmenter le rapport MG/MS.



**Figure 19** : Comparaison des résultats de l'analyses physico-chimique des fromages fondus OKID'S et RAMDY.

R ; Ramdy, O ; OKID'S, P ; prélèvement, pH ; potentiel hydrogène, MG ; matière grasse, EST ; extrait sec total, MG/MS ; rapport matière grasse sur matière sèche.

### III. Résultats de l'analyse microbiologique :

Il est essentiel de maîtriser les paramètres qui influencent la contamination du produit fini.

Il est déterminé en grande partie par la quantité de micro-organismes présents tout au long de la chaîne de fabrication, qui pourrait provenir du personnel, de l'air ambiant et de l'équipement utilisé (**Plusquellec in bourgeois,1991**).

#### 1. Résultats des analyses des matières premières :

##### Beurre :

Les résultats sont regroupés dans le tableau (17).

**Tableau 17** : Résultats des analyses microbiologiques du beurre.

Germes	ECHANTILLONS					Norme
	E1	E2	E3	E4	E5	
	22 Mars 2022	23 Mars 2022	24 Mars 2022	26 Mars 2022	31 Mars 2022	
<b>Germes totaux</b>	20	0	0	20	10	100 UFC/g
<b>Coliformes</b>	0	0	0	0	0	10UFC/g
<b>C.S.R</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence*
<i>S.aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence*
<b>Levures et moisissures</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence*

\* : norme fixée par l'entreprise.

- Selon ces résultats, tous les échantillons étaient exempts de coliformes (totaux et fécaux), de *S.aureus*, de spores de *Clostridium sulfito-réducteurs* et de levures et moisissures.

Cependant, des germes totaux sont retrouvés dans la quasi-totalité des échantillons : le 1er échantillon, qui a été réalisé le 22 mars 2022 (20 UFC), le 4ème qui a été réalisé le 26 mars 2022 (20 UFC), et le 5e échantillon, prélevé le 31 mars 2022 (10 UFC), toutefois ils se situent tous dans la plage acceptable. En conclusion, le beurre utilisé présente une bonne qualité microbiologique.

**Poudre de lait :**

Les résultats sont donnés dans le tableau (18).

**Tableaux 18 :** Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait.

Germes	ECHANTILLONS					Norme
	E1	E2	E3	E4	E5	
	24 Mars 2022	26 Mars 2022	27 Mars 2022	30 Mars 2022	31 Mars 2022	
<b>Germes totaux</b>	30	20	20	10 <sup>2</sup>	20	2.10 <sup>5</sup> UFC/g
<b>Coliformes totaux</b>	0	0	0	0	0	10UFC/g
<b>Coliformes féceaux</b>	0	0	0	0	0	1 UFC/g
<b>C.S.R</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<b>S.Aureus</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<b>Levure et moisissures</b>	0	2 UFC	0	0	0	50 UFC

- D'après ces résultats, on remarque la présence des germes totaux dans tous les échantillons : le 1er échantillon (30 UFC), le 2ème échantillon (20 UFC), le 3ème échantillon (20 UFC), le 4ème échantillon (100 UFC) et le 5ème échantillon (20 UFC), mais cependant ces résultats restent toujours conformes aux normes, et représentent généralement la flore banale de la poudre.

De plus, il y a une absence totale de tout agent pathogène qui a été recherché.

De ce fait, on peut conclure que la poudre de lait utilisée est de bonne qualité hygiénique.

**Cheddar :**

Les résultats sont regroupés dans le tableau (19).

**Tableau 19 :** Résultats des analyses microbiologiques du cheddar.

Germes	ECHANTILLON					Norme
	24 Mars 2022	26 Mars 2022	27 Mars 2022	29 Mars 2022	30 Mars 2022	
	E1	E2	E3	E4	E5	
C.S.R	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence*
S.aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence*

\* : norme fixée par l'entreprise.

Les résultats des analyses microbiologiques des 15 échantillons du cheddar (3 échantillons pour chaque analyse) indiquant une absence totale des germes pathogènes : Clostridium sulfito-réducteurs et *Staphylococcus aureus*, ce qui donne une conformité parfaite aux normes fixées. En conclusion, le cheddar utilisé est de bonne qualité microbiologique.

**Eau de process :**

Les résultats sont regroupés dans le tableau (20).

**Tableau 20 :** Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.

Germes	ECHANTILLONS					Norme
	E1	E2	E3	E4	E5	
	27mars 2022	28Mars 2022	29Mars 2022	30Mars 2022	31Mars 2022	
Germes totaux à 22C°	2	0	7	1	1	20 UFC/g
Germes totaux à 37C°	12	0	8	1	2	<10 <sup>2</sup> UFC/g
Coliformes totaux /100ml	0	0	0	0	0	<10 UFC/g
Coliformes fécaux	0	0	0	0	0	0 UFC/g
Streptocoques fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
C.S.R	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

D'après les résultats obtenus, pour :

**Les germes totaux à 22°C** : on a remarqué leur présence dans quatre échantillons : le 1er daté du 27 Mars 2022 (2 colonies), le 3ème échantillon daté du 29 Mars 2022 (7 colonies) et le 4ème échantillon daté du 30 Mars 2022 (1 colonie), le 5ème échantillon daté du 31 Mars 2022 (1 Colonie). Il convient de préciser que ces nombres sont inférieurs aux normes.

**Les germes totaux à 37°C** : On a vu leur présence dans quatre échantillons : le 1er daté du 27 Mars 2022 (12 colonies), le 3ème échantillon du 29 Mars 2022 (8 colonies), le 4ème échantillon daté du 30 Mars 2022 (1 colonie) et le 5ème échantillon daté du 31 Mars 2022 (2 colonies). Ces nombres sont également inférieurs aux normes. Ces résultats sont dus probablement à des erreurs de manipulation.

**Les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques et les spores du Clostridium sulfito-réducteurs** : On note une absence totale de ces germes, d'où la présence d'une conformité parfaite aux normes, ce qui indique le bon traitement de l'eau avant son utilisation et qu'elle est de bonne sur le plan microbiologique.

**2. Produit fini :**

Les résultats sont regroupés dans le tableau (21).

**Tableau 21** : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini.

Germes	ECHANTILLONS						Norme
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
	22 Mars 2022	29 Mars 2022	5 Avril 2000	12 Avril 2022	19 Avril 2022	26 Avril 2022	
<b>Germes totaux</b>	0	0	0	0	0	0	100UFC/g
<b>Coliformes totaux</b>	0	0	0	0	0	0	100UFC/g
<b>Coliformes fécaux</b>	0	0	0	0	0	0	10UFC/g
<b>C.S.R</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<b>S. aureus</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10UFC/g
<b>Levures et moisissures</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence*

\* :norme fixée par l'entreprise.

Nous remarquons d'après les résultats des analyses microbiologiques du produit fini, une absence totale des germes totaux, des germes de contamination (Coliformes totaux et fécaux), des germes pathogènes (C.S.R et Staphylocoques) et une absence des levures et

moisissures, cela explique le respect des conditions aseptiques de prélèvement des échantillons et l'efficacité du traitement thermique et aussi la qualité microbiologique remarquable des matières premières utilisées ainsi que le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication lors de la fabrication et par l'absence de la contamination durant la chaîne de fabrication.

### **III.1. Résultats des analyses microbiologique de l'air ambiant :**

Les résultats des analyses microbiologiques de l'air ambiant effectuées dans la salle de préparation de matières premières et au niveau de laboratoire sont représentés dans le tableau (22).

**Tableau 22** : Résultats des analyses microbiologiques de l'air ambiant.

	TEST 01			TEST 02			TEST 03			TEST 04			TEST 05			Normes
GERMES	A1	A2	A3													
<b>Germes totaux</b>	13	00	27	03	00	11	01	00	02	13	00	11	13	00	02	10 <sup>2</sup> germes
<i>S.aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Absence*												
<b>Levures</b>	00	00	01	00	00	03	00	00	01	00	00	04	00	00	01	6 boites*
<b>Moisissures</b>	00	00	01	00	00	02	00	00	03	00	00	02	00	00	04	6 boites*

A1 : Salle de préparation de la matière première.

A2 : Salle d'analyse (laboratoire).

A3 : Magasin de stockage.

Les résultats des analyses microbiologiques de l'air dans les trois endroits sensibles : salle de préparation de matière première, de laboratoire et le magasin de stockage, indiquent :

- La présence des germes totaux dans la salle de préparation et dans le magasin de stockage, alors qu'on a remarqué une absence totale au niveau du laboratoire ce qui signifie que les analyses ont été effectuées dans des conditions d'asepsie.
- Une absence totale des germes pathogènes : *Staphylococcus aureus*.
- La présence des levures et des moisissures dans la majorité des analyses, mais cette dernière ne dépasse pas cependant les normes requises.

Cette conformité aux normes fixées par l'entreprise est due à l'utilisation des appareils filtrants de l'air et de dispositif de ventilation adéquat qui joue un double rôle : L'apport d'air propre dans l'atelier et l'évacuation des contaminations générées par le personnel.

D'après **Eck et Gilis (1997)** :« la ventilation permet également de limiter les phénomènes de condensation trop souvent source de contamination ».

### **III.2. Résultats des analyses microbiologique du personnel :**

Le tableau (23) englobe les résultats des analyses microbiologiques de trois personnes qui sont : le préparateur (**P1**), l'emballer (**P2**) et le technicien de laboratoire (**P3**).

**Tableau 23:** Résultats des analyses microbiologiques du personnel.

	Prélèvement1			Prélèvement2			Prélèvement3			Prélèvement4			Normes GOUMIDI
	P1	P2	P3										
<b>Coliformes totaux</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									
<b>Coliformes fécaux</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									
<b>S.aureus</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									

Afin de déterminer la part du personnel dans les contaminations des différents produits, nous avons réalisé un contrôle d'hygiène sur les mains des trois personnes : le préparateur de la matière première, l'emballer et un technicien de laboratoire.

D'après les normes fixées par l'entreprise, on remarque ; Une absence totale des coliformes et des *staphylococcus aureus*, ce qui est conforme aux normes.

Cette conformité est due à :

- L'application d'une bonne méthode de lavage des mains.
- L'efficacité de produit de désinfection fournit par l'entreprise.
- La formation contenue des mains d'œuvre.

D'après **Larpen (1997)** : « Le personnel doit être formé, sensibilisé et motivé sur l'hygiène, il doit connaître les points faibles du process et de la technologie ».

### **III.3. Résultats des analyses microbiologique des surfaces :**

La recherche des germes pathogènes dans les surfaces s'est faite sur une machine de fabrication, une table et une étuve. Les résultats sont donnés dans le tableau (24).

**Tableau 24 :** Résultats des analyses microbiologiques des surfaces.

	<b>TEST 01</b>			<b>TEST 02</b>			<b>TEST 03</b>			<b>TEST 04</b>			<b>Normes</b>
	<b>22°C</b>	<b>37°C</b>	<b>44°C</b>										
<b>Germes totaux</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									
<b>Coliformes totaux</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									
<b>Coliformes fécaux</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									
<b>S.aureus</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									
<b>Levures et moisissures</b>	Abs	Abs	Abs	Absence									

Concernant les surfaces examinées, et d'après les normes fixées par l'entreprise, on remarque :

- L'absence totale des germes recherchés d'où la conformité aux normes.

On peut conclure que le protocole des analyses, l'application de bonnes méthodes de nettoyage et l'inspection quotidienne sont bien respectées sans oublier l'efficacité des détergents utilisés.

# **CONCLUSION**

### Conclusion

Durant cette étude, nous avons eu l'occasion d'assister avec le personnel des laboratoires du « Groupe Industriel Goumidi » aux procédures appliquées dans le contrôle de la qualité du fromage fondu UHT de marque OKID'S fabriqué au niveau de cette unité, en suivant les différentes phases de fabrication et de contrôle de ce fromage. Pour cela, différentes analyses ont été effectuées sur la matière première et le produit fini.

Nous avons constaté d'après les résultats obtenus que l'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés, ainsi que ceux des analyses microbiologiques du produit fini et des matières premières (poudre de lait, cheddar, beurre et eau de process), du personnel, des surfaces et de l'air ambiant, appartiennent tous aux normes du JORA n°35 daté le 27 mai 1998, et celles de l'entreprise, avec quelques fluctuations. Ce qui démontre la bonne qualité des matières premières et la maîtrise des dosages des ingrédients, ainsi que celle du processus technologique en appliquant un contrôle rigoureux du produit tout au long de la chaîne de fabrication avec la bonne conduite du traitement UHT. De plus, ces résultats ont fait apparaître l'hygiène rigoureuse appliquée sur l'ensemble des surfaces, de l'air ambiant et du personnel.

Cette étude nous a donc permis de faire un constat sur l'industrie agroalimentaire en Algérie en général et l'industrie fromagère en particulier, qui pourrait découler sur le marché des produits de haute qualité assurant la satisfaction et la confiance du consommateur. Néanmoins, des efforts doivent encore être déployés dans ce domaine pour encourager cette industrie et faire face ainsi aux innombrables marques étrangères importées qui coûtent cher et dont le simple citoyen ne pourra pas avoir accès.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

### Références Bibliographiques

- **AFNOR 1986** : association française de normalisation. Recueil des normes françaises. Contrôle de la qualité des produits laitiers. 3<sup>ème</sup> édition. 647-651 P.P.
- **(Anonyme, 1989)** : Bienvenu dans le monde de KASOMEL et des fromages fondus. EUROPHOS 73p.
- **(Anonyme, 1991)** : la fabrication du fromage fondu. Guide JOHA. BK. Ladenburg, 300p.
- **Benelkadi, 2005** : " industrie du lait en Algérie." journal EL WATAN (2005): 10-12.
- **Beerens et Luquet, 1987** : Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 144 p.
- **Berger et al., 1989** : la fabrication de fromage fondu,guide JOHA. ED BK landenburg.233p.
- **Bonne Richard (2013)** : (toxi-infections alimentaires collectives).
- **Bonne Richard et al, 2005** : Guide de bonnes pratiques, In Guidelines sur les BPF, BPH et HACCP pour ASEAN Food PME (publication CEN/ASEAN Djakarta Indonésie), disponible sur le site de la DG SANCO, à l'adresse, Guides de Bonnes pratiques, Lignes directrices sur le HACCP, BPF et BPH pour les PME de l'ASEAN.
- **Bourquin et Vouga, 1987** : Recettes culinaires et hygiène alimentaire, département de l'Instruction publique du canton de Neuchâtel, 1987, p. 154.
- **Boutonnier, 2000** : Fabrication du fromage fondu. Techniques de l'ingénieur F6310: 1- 14.
- **Boutonnier, 2001** : Fabrication du fromage fondu. Techniques d'ingénieur. P. 2-14. 14-Carol., 2002. science et technique du lait, 149p.
- **Boutonnier, 2002** : Contrôle de qualité microbiologique et physicochimique des nouvelles marques de fromage fondu commercialisé dans la wilaya de Jijel (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- **C.E.A.E, 2006** : Centre d'Expertise en Analyse Environnementale. Méthodes de prélèvement, de conservation et d'analyse des échantillons relatifs à l'évaluation de la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels. Ministère de développement durable, de l'environnement et des parcs, Québec.
- **Codex Standard (283-1978)** : norme générale pour le fromage. Lait et produit laitiers. 2ème édition.pl

- **Eck et Gillis, 1986** : le fromage de la science a l'assurance qualité.3éd. Tec et Doc Lavoisier, paris, 539p
- **Eck et Gillis, 2006** : Le fromage. 3 eme Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 891 p.
- **Eck et Gillis, 2006** : Le fromage. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris p. 691 – 707.
- **Eck, 1989 ; Gaucheron, 2004** : Minéraux et produits laitiers, édition Tec et Doc, Lavoisier. P 566, 581, 582.
- **Eck, 1989 ; Luquet, 1990 ; Gaucheron, 2004** : produit laitier et minéraux, Lavoisier. P 566, 581, 582.
- **Eck, 1989 ; Luquet, 1990** : Lait et produits laitier : vache, brebis, chèvre, volume 3, qualité-énergie et table de composition. Edition Tec et Doc, Lavoisier-paris, p 99
- **Eck, 1989** : Le fromage. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, p. 385 – 409
- **Gaucheron F ,2004** : Minéraux et produits laitiers, édition Tec et Doc, Lavoisier. P 566, 581, 582.haslay, 1993.
- **Ghafir et Daube , 2007** : Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Laboratoire national de Référence en Microbiologie des Denrées alimentaires pour l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Thèse doctorat. Université de Liège, faculté de Médecine vétérinaire.
- **Guiraud, 1998** : Microbiologie alimentaire.(ED) : Dunod, Paris. P325.
- **Guiraud et rosec, 2004** : pratique des normes en microbiologie alimentaire (AFNOR). Ed. Dunod. Paris, Pp 199-200.
- **Guiraud,2003** : la microbiologie alimentaire . Tome2. Edition Dunod. Paris. P 136
- **HADE A., 2002.** Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides, p.360.
- **<https://www.algeriepart.com/>** (pour le paragraphe sur la consommation du fromage en Algérie).
- **<https://www.santemagazine.fr/alimentation/nutriments/>** (pour le paragraphe sur la composition nutritionnelle).
- **Jeantet et al., 2017** : science des aliments technologie des produit alimentaire . Ed. Lavoisier, Paris, Vol.2 :40-45.
- **JORA n°35. (1998)** : Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. p 7.

- **Kelling, L.1947.** Réunion d'affaires. Dans Rapport de réunion (Association of American Library Schools) (pp. 1-12). Association des écoles de bibliothèques américaines.
- **Kongo et Malcata, 2016 :** Espèces d'entérobactéries lors de la fabrication et de l'affinage des fromages au lait cru de brebis à pâte mi-dure et pâte molle : capacité de production de gaz. Recherche sur les petits ruminants, 145, pp.123-129.
- **Lenoir et al., 1985 :** Croissance de *Debaryomyces hansenii* sur un fromage à pâte molle affiné en surface par des bactéries. Journal of Dairy Research, 66(2), pp.271-281.
- **Luquet, 1990 :** Lait et produits laitier : vache, brebis, chèvre, volume 3, qualité-énergie et table de composition. Edition Tec et Doc, Lavoisier-paris, p 99
- **Mahaut et al., 2000 :** Initiation à la technologie fromagère. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris.194 p.
- **Mahaut et al., 2003 :** Les produits industriels laitiers, technique et documentation, Lavoisier, Paris. trôle de qualité et analyse, université de Tizi-Ouzou.
- **Multon, 1994 :** "Composés impliqués dans la saveur des fromages affinés à la moisissure en surface : Origines et propriétés." Journal des sciences laitières 79, no. 2 (1996): 169-184.
- **Nero et Carvalho, 2019 :** "Statut de sécurité microbienne du fromage artisanal Serro produit au Brésil." Journal des sciences laitières 102, no. 12 (2019): 10790-10798.
- **Rejsek,2002 :** Biomarqueurs associés à la qualité du fromage découverts par l'analyse multi-omique intégrative. Contrôle alimentaire, 123, p.107752.
- **Richonnet. C. 2016.** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. Cahier de nutrition et de diététique 51(1).48-56. (À la place de la revue citée dans le deuxième paragraphe)
- **Rodier et al., 2005 :** L'analyse de l'eau : eaux naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer, 8ème édition. Dounod Ed, Paris, p. 113-801-1383
- **Schaw, 1986 :** Modèles d'utilisation de l'ordinateur chez les adolescents. Journal d'apprentissage assisté par ordinateur, 2(3), 152-161.  
technique agroalimentaire, Paris. P 90-92.
- **Veisseyre, 1979 :** Technologie du lait (Constitution, récolte, traitement et transformation du lait). 3ème édition, la maison rustique. Paris P 559.
- **Vignola, 2002 :** Science et technologie du lait, Edition presses internationales polytechniques. Canada ISBN, 600 p.

# **ANNEXES**



---

---

## Annexe II. Matériel nécessaire et verrerie

### Matériel nécessaire :

- Bain Marie.
- Balance électronique.
- Bec Bunsen.
- Capsule en aluminium.
- Centrifugeuse.
- Comparateur Lovibond 2000.
- Conductimètre.
- Couteau stérilisé.
- Dessiccateur.
- Ecouvillon.
- Étuve :
  - $22 \pm 2$  °C.
  - $30 \pm 2$  °C.
  - $37 \pm 2$  °C.
  - $44 \pm 2$  °C.
  - $103 \pm 2$  °C.
- PH-mètre (Model 9450, Unicam, Cambridge, UK).
- Sonde de prélèvement.
- Spatule.
- Portoir

### Verrerie :

- Bécher de 500 ml.
- Boîtes de Pétri.
- Burette graduée.
- Butyromètres + godets.
- Erlenmeyer de 500 ml.
- Fiole jaugée de 1000 ml.
- Flacons de 500 ml.
- Pipettes Pasteur de : 1 ml, 10 ml et 100 ml.
- Tubes à essais + cloches de Durham.

---

---

### Annexe III. Réactifs et milieux de culture

#### Réactifs :

- Acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA) à 0,02 N.
- Acide sulfurique 0,02 N.
- Acide sulfurique de densité 1,522.
- Acide sulfurique de densité 1,820.
- acide sulfurique de densité 1,825.
- Alcool iso-amylique
- Dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) à 10%.
- Eau de javel.
- Nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ) à 0,1N.
- Noir ériochrome T (NET).
- Réactif "Kovacs".
- Solution de méthylorange à 0.5 %.
- Solution de phénophtaléine 0.5 %.
- Solution tampon K10.
- Pilules DPD (Deutscher Paket Dienst).

#### Milieux de culture :

- Bouillon BCPL (Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol).
- Bouillon VBL (bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant).
- EPEI (Eau Peptonée Exempte d'Indole).
- Gélose Baird Parker.
- Gélose PCA (Plate Count Agar).
- Gélose Sabouraud.
- Gélose VF (Viande-Foie).
- Gélose VRBL (gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre).
- Milieu Schubert.

## Annexe IV. Composition de milieux de culture

**Tableau 1:** Composition du Bouillon BCPL (Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol).

Tryptone.....	5 g/l
Extrait de viande.....	3 g/l
Lactose.....	5 g/l
Pourpre de bromocrésol.....	25 mg/l
- pH à 25°C.....	6,7 ± 0,2

**Tableau 2:** Composition du Bouillon VBL (bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant).

Peptone pancréatique de gélatine.....	5 g/l
Extrait de viande.....	3 g/l
Lactose.....	5 g/l
- pH à 25°C.....	6,9 ± 0,2

**Tableau 3:** Composition d'EPEI (Eau Peptonée Exempte d'Indole).

Peptone tryptique de caséine.....	10 g/l
NaCl.....	5 g/l
-Eau permutée.....	1000 ml

**Tableau 4:** Composition de gélose PCA (Plate Count Agar).

Tryptone.....	5 g/l
Extrait de levure.....	2,5 g/l
Glucose.....	1 g/l
Agar Agar.....	15 g/l
- pH à 25°C.....	7,2 ± 0,2

**Tableau 5:** Composition du milieu Sabouraud.

Extrait de levure.....	3 g/l
Extrait de malt.....	3 g/l
Peptone.....	5g/l
Dextrose.....	10 g/l
Agar agar.....	20g/l
- pH à 25°C.....	6,2 ± 0,2

**Tableau 6:** Composition du milieu Baird Parker pré-coulée.

Tryptone.....	9,47g
Extrait de viande.....	4,74g
Extrait de levure.....	0,95g
Pyruvate de sodium.....	9,47g
Lycine.....	11,37g
Chlorure de lithium.....	4,74g.....
Agar agar bactériologique .....	14,21g...
Fibrinogène bovin.....	5,0g
Inhibiteur de trypsine.....	25,0 mg
Tellurite de potassium.....	25,0 mg
Plasma de lapin, EDTA.....	25,0 ml
- Eau.....	1000 ml
- pH.....	7,2 ± 0,2

**Tableau 7:** Composition de gélose VF (Viande-Foie).

Peptone viande-foie.....	30 g/l
Glucose.....	2 g/l
Amidon soluble.....	2 g/l
Sulfite de sodium.....	2,5g/l
Citrate de fer ammoniacal.....	0,5 g/l
Agar agar.....	11 g/l
- pH à 25°C.....	7,6 ± 0,2

**Tableau 8:** Composition de la gélose VRBL (lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre).

Peptone.....	7,0g
Extrait de levure.....	3,0g
Lactose.....	10,0g
Sels biliaires .....	1,5g
Chlorure de sodium .....	5,0g...
Rouge neutre.....	30,0 mg
Cristal violet.....	2,0 mg
Agar-agar.....	12 à 18 g
Eau.....	1000ml
- pH.....	7,4 ± 0,2

**Tableau 9:** Composition du milieu Schubert.

Tryptone.....	10 g/l
TryptopHane .....	0,2g/l
Acide glutamique .....	0,2g/l
Mannitol.....	7,5 g/l
Sulfate de magnésium.....	7,5g/l
sulfate d'ammonium .....	0,4g/l
citrate de sodium .....	0,5g/l
Na Cl.....	2g/l
- phosphate disodique.....	4 g/l
- pH.....	7,6 ± 0,2

## Annexe V- Dates des prélèvements et quantités prélevées

**Tableau 1:** Dates de prélèvement et quantités prélevées.

<b>Matière</b>	<b>Dates et quantités des prélèvements</b>
<b>Beurre</b>	15 mars 2022 : 1 bloc de 25 kg 17 mars 2022 : 1 bloc de 25 kg 20 mars 2022 : 1 bloc de 25 kg 21 mars 2022 : 1 bloc de 25 kg 23 mars 2022 : 1 bloc de 25 kg
<b>Cheddar</b>	19 mars 2022 : 100g × 3 fois 22 mars 2022 : 100g × 3 fois 23 mars 2022 : 100g × 3 fois 28 mars 2022 : 100g × 3 fois 29 mars 2022 : 100g × 3 fois
<b>Poudre de lait</b>	22 mars 2022 : 100g × 3 fois 23 mars 2022 : 100g × 3 fois 28 mars 2022 : 100g × 3 fois 29 mars 2022 : 100g × 3 fois 31 mars 2022 : 100g × 3 fois
<b>Eau de process</b>	22 mars 2022 : 500 ml × 3 fois 23 mars 2022 : 500 ml × 3 fois 28 mars 2022 : 500 ml × 3 fois 29 mars 2022 : 500 ml × 3 fois 31 mars 2022 : 500 ml × 3 fois
<b>Produit fini</b>	31 mars 2022 : 5 boîtes de 16 portions