

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE RECHERCHE

SCIENTIFIQUE



جامعة امحمد بوقرة- بومرداس

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

Faculté Des sciences

Département de biologie

Mémoire de master Académique

Filière sciences agronomiques

Spécialité Contrôle de qualité et nutrition en Agro-alimentaire

THEME

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique
et microbiologique du fromage fondu pasteurisé

M^{lle} MAGRI Widad

M^{lle} BELAROUCI Meriem

M^{me}: MERIOULI Yasmine

Le : 04 /07/2016

Devant le jury composé de :

M^{me} Yahiaoui

Maitre de conférence A

UMBB

Présidente

M^{me} Chahbar

Maitre de conférence A

UMBB

Examinatrice

M^{me} Belalia

Maitre-assistant A

UMBB

Promotrice

Année Universitaire: 2015/2016

Remerciement

En premier lieux nous remercierons Dieu le tout Puissant de nous avoir donné le courage et la patience de terminer ce travail.

Nombreux sont qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce Travail. Nos remerciements vont en particulier à :

Un grand merci à notre promotrice madame Belalia Nawel qui a nous a encadré au long de notre travail.

Mme Yahyaoui Maitre de conférence à l'Université M'hammed bougerra, que nous remercions pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Mme. Chahebar Maitre de conférence à l'Université M'hammed bougerra Pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons encore nos remerciements à :

L'ensemble des membres du département d'agronomie.

Dédicace

A

Mes chers parents

Mes frères

Ma sœur

Toute la famille Magri et Messas

Mes chères amies

Tous mes camarades.

Widad.

Dédicace

*Je dédie ce travail aux êtres les plus chers, ma mère Zakia et mon père
Larbi*

*Et à la mémoire de mon défunt frère Lakheder que Dieu l'accueille dans
son vaste paradis*

A mes chères sœurs : Nassima, Samira et Lamia

A mon frère Rachid

A mes neveux et nièces : Said, Zaki, Manel, Warda, Maïssa et Lina

*A toutes mes amies : Khadidja, Louisa, Asma, Sadia, Widad et Yasmine,
Ghania*

Et à tous mes camarades.

Meriem

Dédicace

Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail

*A la lumière de mes jour, la source de mes efforts, à la femme
qui s'est sacrifiée pour mon éducation et ma réussite et de lui
dire que tu as été pour moi ma meilleure école et meilleure
professeur, merci pour toutes les valeurs que tu m'as inculquée,
a toi ma chère mère Saida*

*A l'homme de ma vie mon cher papa Mohammed allah yarhmo,
tu me resteras dans mon cœur*

*A l'homme de ma vie mon soutien moral et source de joie et
bonheur, celui qui m'a aidé et encouragé toute au long de mon
travail, à toi mon cher mari « Faissal »*

*A ma grande sœur Amina et son mari Raid et leurs petit ange
Mohamed Samy*

A ma petite sœur Asma et son mari Mostafa

A toute ma famille

A mes grands parents Baya et Omar

A ma belle sœur Rachida

A toute mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines

*A vous mes chères trinôme Meriem et Widad, tous mes
amies :Bessma, Hanene, Houda, Meriem, Souhila et tous mes
amis de groupe.*

Yasmine

Liste des abréviations

Abs : Absence

AFNOR : Association Française de Normalisation

AgNO₃ : Nitrate d'argent

B.C.P.L : Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol

BP : Baird Par K

C.R.S : Clostridium sulfite-réducteur

°C : Degré Celsius

Ca²⁺ : Calcium

Cl⁻ : Chlore

d : Densité

°D : Degré Dornic

D/C : Double concentration

E : Echantillon

EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique

EST : Extrait sec total

E. Coli : Escherichia coli

EDTA : Ethylène diamine tétra acétique

°F : Degré français

FFP : Fromage Fondu Pasteurisé

Gram⁺ : Gram positif

Gram⁻ : Gram négatif

g : Gramme

h : Heure

H : Humidité

HCl	: Acide chlorhydrique
H ₂ O	: Eau
H ₂ SO ₄	: Hydroxyde sulfure
H ₂ S	: Acide sulfurique
Kg	: kilogramme
K ₂ C _r O ₄	: Bicarbonate de potassium
L.F.B	: Laiterie fromagerie de Boudouaou
M	: Molarité
Max	: maximum
Mg ²⁺	: Magnésium
MG	: Matière Grasse
Min	: Minimum
min	: minute
ml	: Millilitre
MS	: Matière Sèche
N	: Normalité
NaOH	: Hydroxyde de sodium
NET	: Noir ériochrome tomponné
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé 1990
Ph-ph	: Phénolphtaléine
pH	: Potentiel d'hydrogène
S/C	: Simple concentration
SFT	: Spécification de fiche technique
S. aureus:	Staphylococcus aureus
T°	: Température
TA	: Titre Alcalin Simple

TAC : Titre Alcalin Complet

TH : Titre Hydrométrique

V : Volume

VF : Vionde foie

% : Pour-cent

Liste des figures

Figure N°01: Diagramme de la fabrication du fromage fondu pasteurisé au niveau de L.F.B ... 20

Figure N°02: Schéma de la préparation de la dilution mère 23

Figure N°03: Schéma de la préparation des dilutions décimales 24

Figure N°04: Schéma de la recherche et dénombrement des *coliformes totaux et fécaux* 26

Figure N°05: Schéma de la recherche et dénombrement des *coliformes* dans l'eau de process (Test de présomption).....28

Figure N°06: Schéma de la recherche et dénombrement des *coliformes* dans l'eau de process (Test de confirmation) 29

Figure N°07: Schéma de la recherche et dénombrement des *staphylococcus aureus* 30

Figure N°08: Schéma de la recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-reducteurs*... 32

Figure N°09: Histogramme des analyses physico-chimiques du fromage de fonte «Cheddar»...43

Figure N°10: Histogramme des analyses physico chimiques du fromage en bloc..... 44

Figure N°11: Histogramme des analyses physico chimiques de la poudre de lait..... 46

Figure N°12: Histogramme des analyses physico chimiques du fromage de fonte..... 47

Figure N°13: Histogramme des analyses physico chimiques du produit fini..... 49

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Composition moyenne du lait entier	03
Tableau N°02 : Les caractéristiques physico-chimiques du lait	04
Tableau N°03 : Classification des fromages fondus (DFI, 2009).....	04
Tableau N°04 : Les matières premières utilisées pour la fabrication du fromage fondu.....	19
Tableau N°05 : Les méthodes d'échantillonnage et de prélèvement	21
Tableau N°06 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait	38
Tableau N°07 : Résultats des analyses microbiologique du fromage en bloc	39
Tableau N°08 : Résultats des analyses microbiologique de l'eau de process.....	40
Tableau N°09 : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini.....	40
Tableau N°10 : Résultats des analyses physico-chimiques du fromage de fonte «Cheddar» ...	42
Tableau N°11 : Résultats des analyses physico-chimiques du fromage en bloc	43
Tableau N°12 : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait	45
Tableau N°13 : Résultats des analyses physico-chimiques des sels de fonte	46
Tableau N°14 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process	47
Tableau N°15 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini	48

Sommaire

<i>Remerciement</i>	
<i>Dédicace</i>	
<i>Liste des abréviations</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
Introduction.....	01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur le lait

I.1. La filière laitière en Algérie.....	02
I.2. le lait et ses dérivés	02
I.2.1. <i>Le lait</i>	02
I.2.2. <i>Le lait matière première pour l'industrie fromagère</i>	05
I.2.3. <i>Les dérivés du lait</i>	05
I.3. Source de contamination	06
I.4. Hygiène générale en laitière	06

Chapitre II : Généralités sur les fromages

II. 1. Définition du fromage	08
II. 2. Généralité	08
II. 3. Composition du fromage	08
II. 4. Technologie des fromages.....	09
II. 4. 1. Coagulation du lait	09
<i>A/ Coagulation par voie acide.</i>	09
<i>B/ Coagulation par voie enzymatique</i>	09
II. 4. 2. L'égouttage.....	10
II. 4. 3. Le moulage	10
II. 4. 4. Le salage	10
II. 4. 5. L'affinage	10
II. 5. Classification du fromage	11
II.2. Fromage fondu	11
II.2.1. Définition du fromage fondu	11
II. 2. 2. Classification du fromage fondu	12
II.3. Fromage fondu pasteurisé	13

II.3. 1. Définition du fromage fondu pasteurisé.....	13
II. 3. 2. Composition du fromage fondu pasteurisé	13
II.3.3. Processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé	14
II.4. Hygiène de production	15
II.5. Contrôle physico-chimique et microbiologique	15
II. 5. 1. Le contrôle physico-chimique	15
II.5. 2. Le contrôle microbiologique	15
II. 5. 3. Le contrôle organoleptique.....	16

PARTIE EXPERIMENTALE

<i>Présentation de l'unité</i>	17
--------------------------------------	----

Chapitre I: Matériels et méthodes

I.1. Lieu du travail	19
I.2. Type du fromage étudié	19
I.3. Le procédé de fabrication du fromage fondu pasteurisé.....	19
I.4. Méthodes d'échantillonnage et de prélèvement.....	21
I.5. les analyses effectuées	22
I.5.1. <i>Analyses microbiologiques</i>	22
I.5.2. <i>Analyses physico-chimiques</i>	33
I.5.3. <i>Qualité organoleptiques</i>	37

Chapitre II: Résultats et discussion

II.1. <i>Résultats et discussions relatifs aux analyses microbiologiques</i>	38
II.1.1. Matière première.....	38
II.2. <i>Résultats et discussions relatifs aux analyses physico-chimiques</i>	42
II.2.1. Matière première.....	42
II.3. <i>Résultats des analyses organoleptiques</i>	50
<i>Conclusion générale</i>	51

Références bibliographiques.

Annexes

Introduction

Nos aliments proviennent de notre environnement immédiat, mais aussi, de plus en plus, de pays divers. Nous exigeons que nos aliments soient sans danger pour notre santé. Cependant, il arrive que ces aliments soient contaminés en cours de production, de transformation, de transport et de manipulation par des substances potentiellement dangereuses pour notre santé (**Panisset et al, 2003**). Pour cela la préservation de la santé des consommateurs est devenue une préoccupation majeure en ce début de nouveau millénaire marqué par le poids de la société civile en générale et des ligues de consommateurs en particulier.

L'évaluation de la qualité et de la conformité des produits mis à la consommation, mission essentielle assignée aux services de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes, implique un effort permanent d'amélioration des techniques et des méthodes d'investigation (**Boularak, 2005**). Dans le même ordre d'idées, il s'avère nécessaire d'adopter les bonnes pratiques de fabrication et les bonnes pratiques d'hygiène.

L'industrie laitière est sous pression pour améliorer la sécurité des produits, augmenter l'efficacité de la gestion des risques et conduire la qualité jusqu' à la table (**Lakhal, 2005**). Le lait cru est un produit hautement nutritif sur le plan nutritionnel. Son utilisation comme matière première dans la fabrication de nombreux produits dérivés du lait tel que le fromage est tributaire de sa qualité (physique, chimique et hygiénique), souvent instable et douteuse (**Bachtarzi et al, 2015**). Sa production doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine (**Labioui et al, 2009**).

Dans cette optique s'inscrit l'engagement de l'Algérie en matière de sécurité alimentaire qui se traduit par l'adoption des programmes de mise à niveau dans de nombreuses entreprises agroalimentaires. Ces programmes sont en collaboration avec la commission Européenne, dans un objectif de certification ISO 22000.

La présente étude a pour objectif l'évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique du fromage fondu pasteurisé fabriqué à l'unité laitière et fromagère de Boudouaou (L.F.B). Cette étude permettra de déceler les défaillances et de réduire le plus possible le niveau de contamination du produit fini.

I. Généralités sur le lait

I.1. La filière laitière en Algérie

- **Présentation**

L'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb avec un marché annuel estimé, en 2004, à 1,7 milliard de litres (**Kirat, 2007**), un taux de croissance de 8% et une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 l/habitant/an (**Benhedane, 2011**).

La production laitière en Algérie est assurée en grande partie, environ **80%**, par le cheptel bovin, le reste est constitué par le lait de brebis et le lait de chèvre, alors que la production laitière cameline est marginale (**Harek et al, 2010**). En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quel que soit son revenu, en 1990 on estime que le lait a compté pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale (**Amellal, 2000**).

- **Définition**

Cette filière peut être définie à travers trois principaux segments: la production, la transformation et les circuits de distribution – commercialisation (**Al Jabri, 2002**).

I.2. Le lait et ses dérivés

I.2.1. Le lait

- **Définition du lait**

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes (**Ghaoues, 2010**).

- **Composition du lait**

Le lait est le produit le plus proche du concept « aliment complet » au sens physiologique du terme, car il renferme la quasi-totalité des nutriments indispensables à l'homme (**Mohamadou, 2001**). Il contient les nutriments suivants : eau, lipides, protéines (principalement de la caséine), acides aminés, vitamines et minéraux, il contient également des constituants bioactifs comme les enzymes. La composition du lait varie en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation, l'état de santé de l'animal et la période de lactation (**Anonyme, 2014**).

Tableau N°01 : Composition moyenne du lait entier (Emilie, 2006).

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
1. <i>Protéines</i>	3.27
- caséine	2.71
- protéines solubles	0.56
2. <i>Azote non protéique</i>	0.17
Matières grasses	3.5
<i>Lipides neutres</i>	3.4
<i>Lipides complexes</i>	< 0.05
<i>Composés liposolubles</i>	< 0.05
Glucides	4.8
<i>lactose</i>	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8

Composants	Teneurs pour 100ml du lait
Minéraux	
<i>Macroélément</i>	
<i>Calcium</i>	120 mg
<i>Sodium</i>	45 mg
<i>Potassium</i>	150 mg
<i>Magnésium</i>	10 mg
<i>Oligoéléments</i>	
- fer	0.1 mg
- cuivre	0.01 mg
- zinc	0.4 mg
- iode	11 ug
- fluor	0.0016 mg

Composants	Teneurs pour 100 g de lait
Vitamines	
<i>1. Vitamines liposolubles</i>	
- vitamine A	40µg
- vitamine D	0.08 ug
- vitamine E	0.07 ug
<i>2. vitamines hydrosolubles</i>	
- vitamine C	1 mg
- vitamine B ₁	0.05 mg
- vitamine B ₂	0.17 mg
- vitamine B ₃ (PP)	0.16 mg
- vitamine B ₅	0.35 mg
- vitamine B ₆	0.02 mg
- vitamine B ₁₂	0.4 mg
- vitamine B ₉	3 ug

- **Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques**

Caractéristiques organoleptiques

On dit qu'un lait est de bonne qualité organoleptique quand les caractéristiques (couleur, odeur, saveur, viscosité) sont stables car ces derniers se détériorent au fil du temps, et cela est causé par certains facteurs tel que : la durée de stockage, la température et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux.

Caractéristiques physico-chimiques (Abakar, 2012).

Tableau N°02: Les caractéristiques physico-chimiques du lait.

<i>Caractéristiques physiques</i>	Valeurs
pH (20)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	- 0,53
<i>Caractéristiques chimiques (g / 100g)</i>	
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Teneur en matière azotée totale	3,4
Teneur en caséines	2,8
Teneur en albumines et globulines	0,5
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendres	0,90
Vitamines, enzymes et gaz dissous	Traces

1.2.2. Le lait matière première pour l'industrie fromagère

Depuis longtemps l'homme cherche à conserver les aliments, surtout ceux qui possèdent des vertus variés tel que le lait. Malgré que le lait est un aliment de bonne qualité nutritionnelle, du côté hygiénique, il n'est pas stable et rapidement périssable. Pour cela l'homme a cherché à prolonger sa durée de vie en le transformant en plusieurs dérivés qui sont plus stables et leurs durées de vie peut aller de quelques jours même à plusieurs mois, parmi eux : le fromage.

En démarrant du lait pour arriver au fromage, plusieurs manipulations et contrôles sont à effectuer, du moment de la traite jusqu'à son utilisation. Alors avant et lors de sa transformation, des critères et des exigences d'hygiène doivent être respecté car la qualité du fromage dépend de la matière première dont il est issue.

1.2.3. Les dérivés du lait

Les produits laitiers sont généralement divisés en deux grands groupes : les laits de consommation (entiers, demi-écrémés, écrémés, aromatisés) et les produits laitiers élaborés (beurres, fromages...).

- ***La crème***

Elle est séparée du lait par une écrémeuse, cette machine tourne très vite. Elle est pure, ensuite diluée avec du lait pour donner des produits à divers taux de matières grasses.

- ***Le beurre***

Le beurre est un aliment composé de gouttelettes d'eau dans la matière grasse d'origine exclusivement laitière, obtenu après le barattage et maturation de la crème du lait. Le beurre concentre sa matière grasse. Il est défini réglementairement comme comportant au moins 82 % de matière grasse d'origine butyrique, au maximum 16 % d'eau et pas plus de 2% de matière sèche non grasse (**Emilie, 2006**).

- ***Lben***

C'est un produit lacté classé dans la catégorie « lait fermenté » très répandu en Algérie où il est consommé aussi bien à la campagne qu'en ville (**Touati, 1990**).

Il est fabriqué à partir du lait de vache, de brebis ou de chèvre. Le lait subit une acidification spontanée par sa flore originelle jusqu'à coagulation. Le caillé obtenu est introduit dans la Chekoua où il subit une forte agitation ou barattage, un certain volume d'eau chaude ou froide suivant la température ambiante est ajoutée (**M.Belbeldi, 2012**).

- ***Le yaourt***

C'est un lait coagulé obtenu par fermentation lactique, due à *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* ensemencés simultanément. Ces deux micro-organismes doivent se retrouver vivants et abondants dans le produit final, qui au moment de la vente au consommateur, ne doit pas contenir moins de 0,7g d'acide lactique pour 100g de lait (**Conte, 2008**).

- ***Le lait en poudre***

Les laits en poudre sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait, et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdue et le lait devient une poudre (**Kherbouche, 2014**).

I.3. Source de contamination

Le lait est un aliment riche en eau et en nutriments indispensables ce qui le rend un refuge de multiplication des micro-organismes.

La contamination peut avoir lieu à différents niveaux : lors de la traite si elle est faite aseptiquement dues à des infections des mamelles, lors du transport ou bien lors de sa transformation ; on parlera ici de sa contamination avant d'être transformé.

Le niveau de contamination dépend des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées les manipulations ainsi que l'état de porté de l'animal ; plus exactement l'état des mamelles, de l'environnement entourant l'animal, et de l'état du matériel de récolte du lait.

La croissance microbienne dépend du nombre initial des germes (le lait possède naturellement des germes), de la température et la durée de conservation (**Mohamadou, 2001**).

❖ Les germes présents dans le lait

- Bactéries lactiques

Ce sont des bactéries qui acidifient le lait en transformant le lactose en acide lactique, ce processus est du aux températures ambiantes, de ce fait le lait tourne. Parmi les bactéries lactiques ayant comme habitat le lait, nous avons les genres *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostocet* *Aerococcus* (**Luquet et al, 2005**).

- Microbes saprophytes

1. Bactéries coliformes : Ils sont signe de contamination fécale, tel que *Escherichia Coli*.
2. Bactéries protéolytiques : Qui hydrolysent les caséines et donne un mauvais gout au lait.
3. Bactéries lipolytiques : Elles détruisent les matières grasses ce qui donne un gout rance.

- Microbes pathogènes

Brucella, *Bacillus tubereuleuse*, *staphylocoques* et *streptocoques*, *Compylobacterjejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monoc-ytogenése*, *salmonelles* (**Emilie, 2006**).

I.4. Hygiène générale en laitière (Emilie, 2006).

Afin d'assurer un produit sain et propre à la consommation, les industries doivent respecter les normes d'hygiène rigoureusement, que se soit pour l'environnement, le personnel, la matière première, le matériel et la méthode, autrement dit c'est respecter la règle des 5M.

La matière première : La qualité du produit finis dépend de celle de la matière première, alors il faut qu'elle soit de bonne qualité hygiénique.

Le milieu : Il doit être tenu propre car c'est le lieu où s'effectuent les différentes manipulations du lait (transformation, entreposage...).

La main d'œuvre : Le personnel manipulant doit être en bonne santé, ainsi qu'il soit informé et formé de la façon dont il doit manipuler, en sachant qu'il est porteur naturel de divers microbes (Mains, cheveux, ongles...) et les tenues portées doivent être propres.

Le matériel : Le matériel utilisé (récipients, machines....) doit être nettoyé et désinfecté avant et après chaque utilisation.

La méthode : Elle doit être bien tracée, en se basant sur les bonnes pratiques d'hygiène.

II. Généralité sur les fromages

II.1. Définition du fromage

Produit fermenté ou non, obtenu par la coagulation du lait, de la crème, du lait écrémé ou de leur mélange, suivie d'un égouttage, et contenant au moins 23 g de matière sèche pour 100 g de produit (**Larousse A, 1981**).

II.2. Généralité

Plusieurs variétés de fromages sont connues dans le monde entier, c'est plus de 1000 variétés de fromages sont produites dans le monde (**Irlinger et Mounier, 2009**).

Dans le bassin méditerranéen et l'Europe orientale, il existe plusieurs types de fromages affinés dans le sac de peau animale tel que le fromage *Tulum* fabriqués en Turquie (**Hayaloglu et al, 2007 ; Oner et al, 2004 ; Cakmakci et al, 2008**), le *Darfjyeh* fabriqué au Liban (**Serhan et al, 2008 ; Serhan et al, 2010**) et plusieurs fromages fabriqués en Croatie, Bosnie, Herzégovine et Monténégro (**Kalit et al, 2010**).

Actuellement la fabrication fromagère dépend essentiellement du lait mais aussi des ferments nécessaires à sa transformation (**Mahaut et al, 2000**). La recherche dans ce domaine vise à élaborer un fromage qui présente des caractères organoleptiques et nutritionnels identiques ou nouvelles (**Daoudi, 2006**).

Toutefois, les variétés traditionnelles algériennes n'ont pas été étudiés de façon exhaustive et sont toujours faites par la fabrication traditionnelle à l'échelle familiale, certaines de ces variétés sont de bonne qualité et possèdent des propriétés attirantes en ce qui concerne l'arome et la texture (**Lahsaoui, 2008**).

Il est donc important d'avoir des connaissances sur le changement des propriétés microbiologiques et biochimiques au cours de la fabrication, ainsi que sur les paramètres de leurs procédés afin de produire des produits de meilleure qualité technologique et hygiénique.

Vue sa richesse en protéines et en lipides et ses différentes caractéristiques sensorielles, il est devenu un aliment nutritif très apprécié. Ces dernières décennies, plusieurs chercheurs en nutrition ont mis en évidence la contribution du fromage dans l'alimentation et la santé (**Walther et al, 2008**).

II.3. Composition du fromage

Elle est à peu près identique à celle du lait, mais la transformation peut engendrer une modification.

- *Protéines*

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30 % de protéines, ce sont les aliments les plus riches en protéines, en particulier les fromages à pâtes pressées dont la teneur en protéines (30 %) dépasse celle de la viande (20 %) (**Renane et al, 2010**).

- *Calcium*

Les fromages sont une très bonne source de calcium, son taux dépend de la teneur en eau et le mode de fabrication.

- *Vitamines*

Il contient des vitamines hydrosolubles telles que la vitamine B, et les vitamines liposolubles A, D, E, K.

- *Lipides*

Leur teneur varie d'un fromage à un autre selon le type du lait et la méthode de fabrication.

- *Eau*

La teneur en eau détermine dans une large mesure la consistance, la conservation, l'aspect et indirectement le goût du fromage (**Eck et Gillis, 1997**).

II.4. Technologie des fromages

Les fromages sont obtenus à partir de différents lait (brebis, vache, chèvre) soit purs soit mélangés.

La transformation du lait en fromage passe par différentes étapes en fonction des caractéristiques du produit final que l'on veut obtenir.

II.4.1. Coagulation du lait

Appelée aussi «le caillage», elle correspond à une modification physico-chimique des micelles de caséines qui va entraîner une transformation du lait en gel ou coagulum (**Eck et Gillis, 1997**). Cette modification peut s'effectuer par voie acide ou par voie enzymatique (**Gelais et al, 2002**). Selon le type de fromage qu'on veut obtenir, le lait est plus ou moins chauffé lors du caillage.

A/ Coagulation par voie acide

Elle est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique, le lait s'acidifie progressivement, cette acidification entraîne une solubilisation du calcium colloïdal et du phosphore minéral, entraînant une destruction des micelles de caséine avec réorganisation protéique, pour former un réseau puis un gel.

Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique comme l'acide citrique, il y a floculation des caséines à *pH* 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive ou lente, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait (**Mietton et al, 1994**).

B/ Coagulation par voie enzymatique

Cette Coagulation est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, possédant des propriétés de coagulation du lait. Parmi elles, la présure, qui est l'enzyme coagulante la mieux rencontrée, il y aura une déstabilisation de la micelle de caséine puis les micelles modifiées s'associent entre elles en présence de calcium pour former un gel (**Brule et al., 1997**).

II.4.2. L'égouttage

L'égouttage est une opération de déshydratation partielle du caillé, assurée par l'élimination d'une partie de lactosérum. Ce processus se fait naturellement mais peut être accéléré par découpage, brassage, et parfois chauffage et pressage.

Le caillé obtenu par voie acide possède des propriétés rhéologiques et une aptitude à l'égouttage opposée à celles du gel issu d'une action enzymatique dominante (**Lejaouen, 1977**) ; le premier caillé est très friable, son égouttage est spontané, tandis que, l'égouttage du caillé présure nécessite un travail mécanique car il est très souple et imperméable.

II.4.3. Le moulage

Cette étape consiste à donner une forme au fromage (rond, carré, cœur, etc.) Il se fait avec ou sans pression et permet d'extraire le petit lait et de souder les petits grains du caillé.

II.4.4. Le salage

Pour la plupart des fromages, une opération de salage est indispensable, cette phase consiste à enrichir la pâte fromagère en chlorure de sodium (**Veisseyre, 1979**). Le salage est effectué soit à la volée avec du sel fin, soit en plongeant les fromages dans un bain de saumure (eau salée).

L'incorporation du chlorure de sodium dans le fromage a pour objectifs de :

- ✓ Assurer un complément d'égouttage ;
- ✓ Contribuer éventuellement à la formation de la croûte ;
- ✓ Régler l'activité de l'eau (aw) du fromage qui oriente et freinte les développements microbiens et les actions enzymatiques au cours de l'affinage ;
- ✓ Accroître le potentiel organoleptique fromage (**Mahaut et al, 2003**)

II.4.5. L'affinage

Après le caillage tous les fromages subissent l'affinage sauf les fromages frais. L'affinage correspond à une phase de digestion enzymatique des constituants du caillé, c'est un processus biochimique complexe pour plusieurs raisons :

- ✓ d'une part, la matrice issue de la coagulation et de l'égouttage du lait présente une très grande hétérogénéité physicochimique ;
- ✓ d'autre part, les enzymes intervenant dans l'affinage ont plusieurs origines.

Elles peuvent être présentes à l'origine dans le lait (plasmin, lipase, etc.), ajoutées au lait (enzymes coagulantes, microorganismes), ou produites au cours de l'affinage par synthèses microbiennes (bactéries, levures, moisissures).

L'affinage est dominé par trois grands phénomènes biochimiques : la fermentation du lactose, l'hydrolyse de la matière grasse et la dégradation des protéines.

Les transformations confèrent à la pâte fromagère des caractères nouveaux. Elles la modifient dans son aspect, dans sa composition, dans sa consistance. Simultanément, saveur, arôme et texture se développent (Kellil, 2015).

II.5. Classification du fromage

Les fromages sont généralement classés en fonction de leur technologie et de leur croûte.

- *Fromages frais* : Ce sont des fromages caractérisés par une fermentation lactique suivie d'un léger égouttage, mais sans maturation ultérieure, de couleur blanche et de texture molle, ils ont un goût frais (Veisseyre, 1979).
- *Fromages à pâte molle et croûte fleurie* : L'expression à croûte fleurie s'applique à un fromage dont la croûte est couverte de moisissures (Notamment *Penicillium*) qui lui donne un aspect duveteux blanc (Anonyme, 2009).
- *Fromages à pâte molle et croûte lavée* : Ces fromages orange, collant, sont frottés avec de l'eau, de la saumure, l'alcool ou désolation pour inviter la croissance des bactéries et les moisissures de la maturation sur leurs croûtes (katz et Weaver, 2003).
- *Fromage à pâte molle et croûte naturelle* : La formation de leurs croûtes est naturelle, elle est due à leur contact avec l'air (katz et Weaver, 2003).
- *Fromage à pâte pressée non cuite* : Ces fromages sont pressés pour retirer lactosérum, mais ne sont pas cuits.
- *Fromage à pâte pressée cuite* : Ce sont des fromages à pâte pressée dont le caillé a subi un chauffage supérieur ou égal à 50°C au moment de son tranchage.
- *Fromages « bleu » ou à pâte persillée* : La dénomination « **bleu** » est réservée à un fromage affiné, à pâte légèrement salée, éventuellement malaxée et persillée en raison de la présence de moisissures internes de couleur bleu-vert à blanc-gris. Certains sont recouverts d'une feuille de papier aluminium pour éviter la formation de la croûte (Anonyme, 2009).

II.2. Fromages fondus

II.2.1. Définition du fromage fondu

On appelle le fromage fondu, les produits obtenus par la fonte, à l'aide de la chaleur, d'un fromage (CHEDDAR, GOUDA, GRUYERE), ou d'un mélange de fromage, additionné éventuellement 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).

II.2.2. Classification du fromage fondu

- **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 3**).

Tableau N°03 : Classification des fromages fondus (DFI, 2009)

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

- **Classification selon la forme**

- **Fromage fondu en bloc**

C'est le plus ancien des fromages fondus. L'extrait sec total est relativement élevé en regard 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**).

- **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**).

- **Fromage fondu en boîtes métalliques**

Le produit est stérilisé, si le stockage est prolongé, une altération de la texture du fromage, ainsi que l'aspect et le goût par réaction de Maillard, sont à craindre (**Kiboua, 1992**).

- **Fromage fondu en tranche**

Les tranches sont obtenues soit en formant des bandes qui seront découpées, soit en moulant le fromage en forme d'un tube, il possède un rapport matière grasse/ matière sèche élevé (**Kiboua, 1992**).

➤ **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**).

➤ **Fromage fondu thermostable**

C'est un fromage fondu qui ne doit pas fondre lorsqu'on le soumet à une nouvelle source de chaleur. Il subit un crémage très poussé (**Boutonnier, 2000**).

II.3. fromage fondu pasteurisé

II.3.1. Définition fromage fondu pasteurisé

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**).

II.3.2. Composition du fromage fondu pasteurisé

Au niveau de la laiterie fromagerie de Boudouaou les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu pasteurisé sont :

- ✓ Fromage de fonte : cheddar.
- ✓ La poudre de lait à 26 % de matière grasse.
- ✓ L'eau.
- ✓ Les sels de fontes.
- ✓ La matière grasse.

- *Fromage de fonte (cheddar)*

Le cheddar est fabriqué exclusivement à partir du lait de vache pasteurisé. C'est un fromage à pâte dure et de bonne conservation, possédant une forme cylindrique ou en blocs, il peut présenter une croûte lisse de couleur allant de paille pâle à paille foncée jusqu'à l'orange et peut être recouvert de cire ou enveloppé d'une toile. La teneur minimale de matière grasse dans l'extrait sec doit être de 48 %, sa teneur en humidité est de 35% maximum

- *La poudre de lait*

On obtient la poudre de lait lorsqu'on enlève l'eau de lait entier, pasteurisé et homogénéisé, par un processus d'évaporation et de séchage par atomisation. Sa durée de conservation est environ de six mois.

- *L'eau*

Elle joue un rôle important dans la préparation des aliments, elle intervient comme matière première mais elle peut être un agent vecteur porteur des germes dangereux c'est pour ça il faut qu'elle soit potable.

- *Les sels de fonte*

Les sels de fonte sont les seuls additifs employés dans la fabrication du fromage fondu. Ils permettent la réalisation de processus de la fonte par échange d'ions (calcium contre sodium en générale) et donnent au produit fini une texture homogène. Leur absence entraîne après arrêt du brassage la séparation de caséine (Luquet, 1990).

Les sels de fonte utilisés dans la fabrication du fromage fondu sont essentiellement les sels de sodium, de l'acide phosphorique et l'acide citrique (Eck, 1997).

- *La matière grasse*

L'incorporation de matière grasse laitière est fréquente pour ajuster la teneur finale en matière grasse du produit et lui conférer les qualités organoleptiques notamment aromatiques agréables, elle se fait essentiellement sous forme de beurre, de crème ou autres présentations commerciales (Eck, 1997).

II.3.3. Processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé (Hamidouche et Aliane, 2010).

- ***Nettoyage de la surface du fromage fondu pasteurisé***

C'est enlever le film de plastique emballant le cheddar puis se débarrasser des moisissures à l'aide d'un couteau ou avec d'un grattoir.

- ***Découpage, broyage du fromage***

Une fois le cheddar est déshabillé, il est découpé à l'aide d'un fin fil de fer en morceaux plus petits. Le fromage est coupé à l'aide d'une machine ou bien d'un autre outil selon les moyens disponibles de l'unité productrice.

- ***Mélange des matières premières***

C'est le moment où toutes les matières sont mélangées, elle s'effectue dans une machine spéciale et la proportion diffère selon les caractéristiques organoleptiques du fromage qu'on obtient.

- ***Traitement thermique***

Il consiste à cuire les ingrédients avec un brassage simultané dans des pétrins à simples ou à doubles cuves puis par un chauffage par injection indirect de la vapeur et double paroi, réalisant une pasteurisation 85 à 95 °C / 5 à 10 minute.

- ***Conditionnement du fromage fondu***

Le transport du fromage chaud se fait manuellement à l'aide de bidons dans des machines conçues pour ça ensuite, il est emballé dans des feuilles d'aluminium et une fois conditionnée on les met dans des boîtes de carton de façon manuelle.

- **Refroidissement**

Une fois le fromage conditionné, il subit un refroidissement en le laissant dans des chambres froides à 4°C.

- **Etiquetage**

Il permet au consommateur de voir ses différentes caractéristiques ainsi que ses composants.

- **Stockage et commercialisation**

Les fromages sont stockés à des températures de 4°C pendant 1 à 2 jours puis sont livrés selon les commandes.

II.4. Hygiène de production

Divers outils sont à la disposition des opérateurs pour leur permettre de répondre à la qualité attendue. Il existe des guides de bonnes pratiques fromagères et même une méthode reconnue d'identification et de contrôle des risques liés à une telle production, cette méthode est HACCP (Hazard Analysis Critical Point) (**Lagrange, 1995**). Toutes les industries agroalimentaires mettent en place des plans HACCP qui visent à garantir la sécurité sanitaire des aliments qu'elles produisent. Le fromage possède ses propres seuils réglementaires, définis par la directive 92/46/CEE. Les normes concernent les germes suivants : *Listeria*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Escherichia* et les coliformes totaux (**Zeller, 2005**).

II.5. Contrôle de la qualité

Les contrôles effectués dans les laboratoires au sein des industries ont pour but d'analyser les matières premières et les produits finis qui sont réalisés à chaque étape de la production afin de pouvoir corriger à n'importe quel moment s'il y a un problème.

II.5.1. Le contrôle physico-chimiques

Il consiste à mesurer les différents paramètres tels que pH, Matière grasse, Extrait sec.....des matières usagées y compris le produit fini, pour les comparer aux normes exigées et en cas d'anomalie faire une correction.

II.5.2. Le contrôle microbiologique (Benyahia et Hamdadou, 2008).

Ce type de contrôle vise :

- ✓ D'une part à vérifier l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limité de microorganismes indicateurs d'hygiène.
- ✓ D'autre part à contrôler l'absence de germes ayant des incidences technologiques défavorables.

Il s'agit des spores, des levures, ainsi des microorganismes tels que les coliformes, staphylocoques, salmonelles

II.5.3. Le contrôle organoleptique

Les caractéristiques organoleptiques dépendent du jugement de certaines qualités en rapport avec le consommateur, on peut citer :

- L'apparence (forme, couleur) relevant la vision.
- La flaveur (arome, saveur) relevant le goût.
- La texture (résistance, consistance à la mastication) relevant le toucher.

Présentation de l'unité

Description de l'unité

L'unité laitière fromagère de Boudouaou (L.F.B) appartient au groupe industriel pour la production du lait (G.I.P. Lait). Cette unité a commencé sa production en 1978, sous une ancienne appellation ONALAIT ; elle s'étend sur une superficie de cinq Hectares (05 Ha) ; elle est située à l'entrée de la ville de Boudouaou, wilaya de Boumerdès à environ de 40 Km d'Alger.

Production de l'unité

L'unité de « laiterie fromagerie de Boudouaou » assure la production de :

- ✓ Lait pasteurisé conditionné.
- ✓ Lait acidifié fermenté (LBEN).
- ✓ Fromage fondu pasteurisé en portion (boites de 8 et 16) et en barre de 1 Kg.
- ✓ Fromage à pâte pressée non cuite type « EDAM ».
- ✓ Fromage fondu stérilisé, en boîte métallique de 200 Grs.
- ✓ Lait en poudre instantanée de 200 Grs.

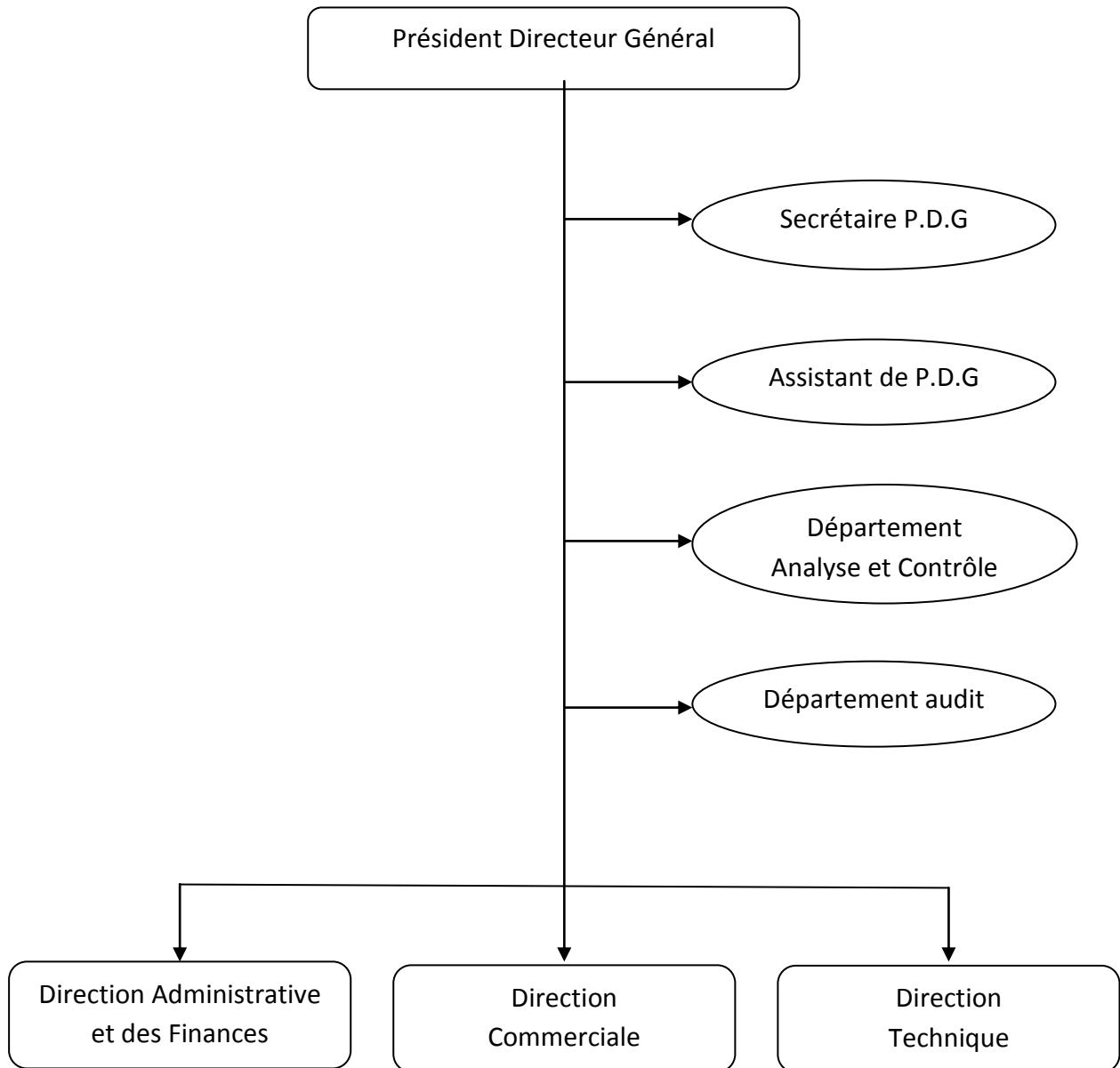
L'effectif de la laiterie fromagerie de Boudouaou est de 441 agents réparti comme suit :

- | | |
|------------------------|-------|
| ➤ Cadre dirigeant : 04 | } 441 |
| ➤ Cadre supérieur : 13 | |
| ➤ Cadre moyen : 42 | |
| ➤ Maîtrise : 117 | |
| ➤ Exécution : 265 | |

La laiterie fromagerie de Boudouaou composée de trois directions.

- ✓ Direction de l'administration et de finances.
- ✓ Direction commerciale.
- ✓ Direction technique.

Direction générale



Organigramme générale de l'unité (L.F.B).

I. Matériel et méthode

I. 1. Lieu du travail

Notre étude a été réalisée au sein du laboratoire de contrôle de qualité de l'unité laitière et fromagère LFB de Boudouaou où sont effectuées toutes les analyses physico-chimiques et microbiologiques des matières premières et des produits fabriqués par l'unité.

Le type du fromage étudié est le fromage fondu pasteurisé en portion, produit par l'unité LFB de Boudouaou.

I.3. Le procédé de fabrication du fromage fondu pasteurisé

- *Les matières premières :*

Les matières premières utilisées sont représentés dans le (**tableau N°4**)

Tableau N°04 : Les matières premières utilisées pour la fabrication du fromage fondu

Matière première	Caractéristiques	Origine
Cheddar	Blocs cubiques de 20 Kg	Nouvelle Zélande
Fromage blanc	Fabriqué par l'unité à partir du lait collecté	Différentes fermes
Poudre de lait	Sac de 25 Kg 26 % de matière grasse	Allemagne
Sels de fonte	Type BL 92 et 90SS	/
Eau de process	/	Eau de robinet

✓ Le processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé

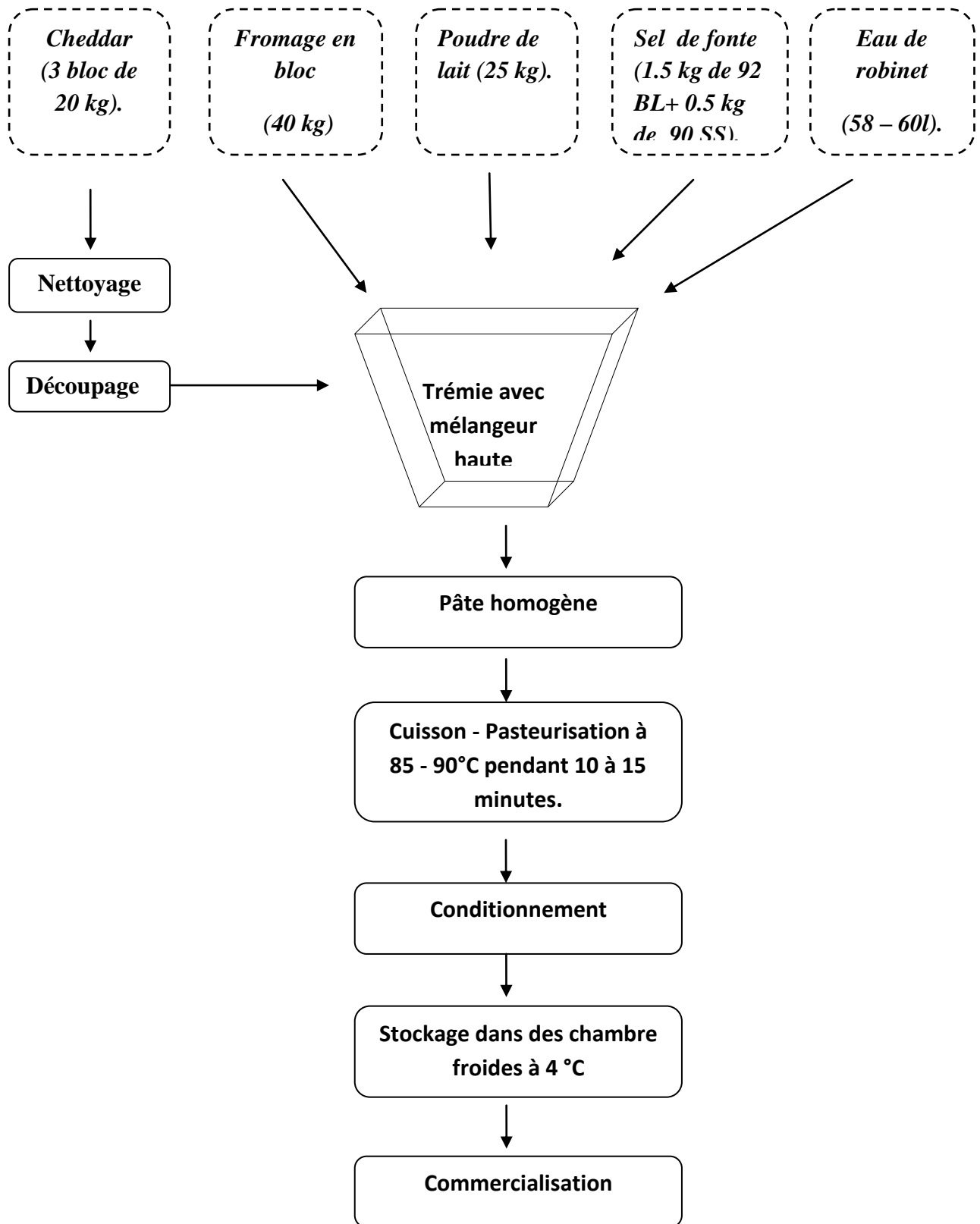


Figure N°01 : Diagramme de fabrication du fromage fondu pasteurisé au niveau de L.F.B.

I.4. Méthodes d'échantillonnage et de prélèvement

L'échantillonnage est un point clef de l'obtention de résultats analytiques valides. En effet, sa bonne mise en œuvre permettra d'obtenir une bonne représentativité de l'échantillon prélevé (*Pointurier, 2003*).

Les prélèvements des matières premières et du produit fini se font dans des conditions d'asepsie stricte afin d'éviter toute contamination.

Les matières premières ainsi que le produit fini ont fait l'objet de trois prélèvements différents à des dates différentes, correspondant aux échantillons E₁ (25/04/2016), E₂ (02/05/2016) et E₃ (17/05/2016). Chaque prélèvement a été répété trois fois.

Tableau N°05 : Les méthodes d'échantillonnage et de prélèvement (*Zaim Edine et zerouali, 2015*).

<i>Echantionnage</i>	<i>Lieu d prélèvement</i>	<i>Technique de prélèvement</i>	<i>Nombre de prélèvement</i>
<i>Poudre de lait</i>	L'atelier de fabrication du fromage.	Prélever avec une sonde stérile au centre et au fond du sac, à proximité de la flamme.	- Trois prélèvements. - Prélever à peu près 100 g dans un flacon stérile.
<i>Sels de fonte</i>	L'atelier de fabrication du fromage.	Prendre une quantité au centre et au fond du sac, à l'aide d'une sonde stérile à proximité de la flamme.	- Trois prélèvements. - 10 g dans un boîte de pétri.
<i>Cheddar et fromage en bloc</i>	L'atelier de fabrication du fromage.	Choisir aléatoirement trois blocs et prélever par une sonde stérile à proximité de la flamme.	- Trois prélèvements. - Une quantité de 100g.
<i>Eau de process</i>	Robinet laboratoire.	-Nettoyer et désinfecter le robinet par l'alcool. - flamber le robinet. - laisser couler l'eau.	- Trois prélèvements. - 50ml dans un flacon stérile.
<i>Produit fini (FFP)</i>	L'atelier de fabrication du fromage. Salle de stockage.	- flamber la portion. - Prélever avec un couteau stérile au centre et au fond, à proximité de la flamme.	- Trois prélèvements. -Une quantité de 30g.

I.5. Les analyses effectuées**I.5.1. Analyses microbiologiques**

Elles sont effectuées en premier lieu sur les matières premières : le cheddar, le fromage en bloc et sur l'eau du process et enfin sur le produit fini.

Les analyses microbiologiques nous permettent de vérifier l'innocuité des matières utilisées et celle du produit fini, donc un contrôle continu est effectué lors du processus de fabrication.

- **Les Germes recherchés**

- **Les coliformes totaux**

Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulé, aérobie et anaérobie facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48h à une température de 37°C (Nouali Z, 2014).

- **Coliforme fécal (*Escherichia coli* présumé)**

Des coliformes thermotolérants, ils sont constitués de bactéries ayant les mêmes caractéristiques et propriétés fermentatives que les *coliformes totaux*, mais à une température d'incubation de 44°C. La présence de coliformes fécaux dans un milieu aquatique, et plus particulièrement celle d'*E. Coli*, est considéré comme un bon indicateur d'une contamination fécal (Tfyeche, 2014).

- ***Staphylococcus aureus***

Bactérie ubiquitaire aéro-anaérobie facultative thermosensible, appartenant à la famille des micrococacea à Gram positif, non sporulées, se développent à 37°C.

- ***Clostridium sulfito -réducteurs***

Des bactéries anaérobies qui se développent à des températures de 37°C, à un temps allant de 24 à 48heures, elles représentent une forme de résistance en produisant des spores d'origine fécale.

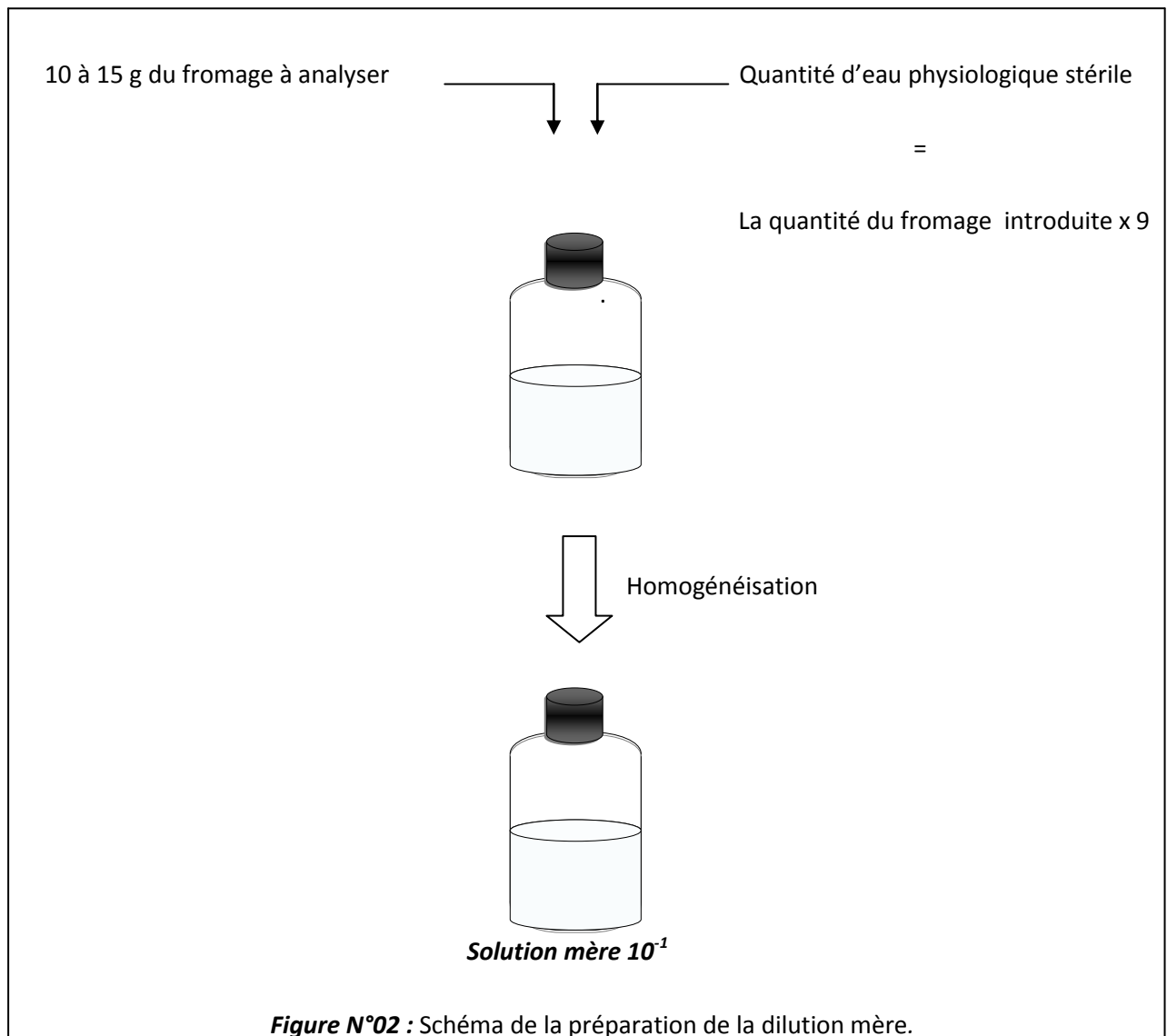
Méthode

- **Préparation de la dilution mère**

Premièrement, on tare le flacon bien stérile, puis on introduit entre 10 à15 g de l'échantillon (x) solide à analyser, on remplit le flacon d'eau, selon l'équation suivante :

La quantité d'échantillon (x) \times 9

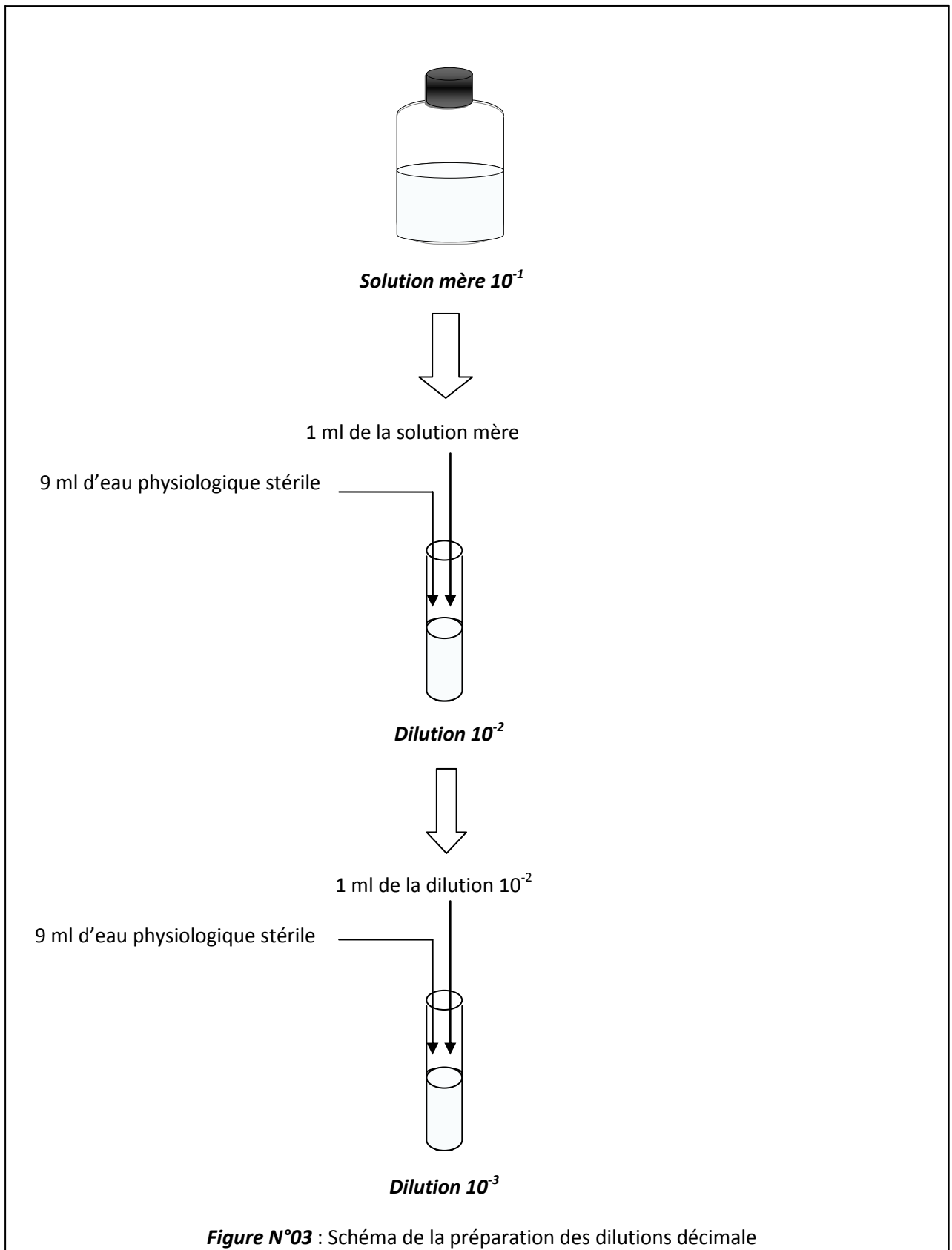
Et le résultat obtenu représente la quantité d'eau physiologique stérile qu'il faut additionner, suivi d'une bonne agitation, c'est la solution 10^{-1} (**Figure N°2**)



✓ **Préparation des dilutions décimales**

Pour obtenir la dilution 10^{-2} , prélever 1 ml de la solution mère et l'introduire dans un tube contenant 9 ml de l'eau physiologique stérile en respectant l'asepsie puis suivie d'une agitation.

Pour la 10^{-3} , on introduit aseptiquement 1 ml de la solution 10^{-2} dans un tube contenant 9ml de l'eau physiologique stérile avec une homogénéisation, et ainsi de suite pour les autres dilutions jusqu'à l'obtention du nombre de dilutions voulues (**Figure N° 3**).



- **Modes opératoires**

I.5.1.1. La recherche des coliformes totaux sur milieu solide

Elle se fait en milieu solide par la technique des boites sur gélose desoxycholate ou sur gélose V.R.B.L. (gélose lactosée biliée au vert brillant et au rouge de phénol).

- ***Echantillons analysés***

Les échantillons ayant fait l'objet de cette analyse sont : le cheddar, fromage en bloc et le produit fini.

- ***Mode opératoire***

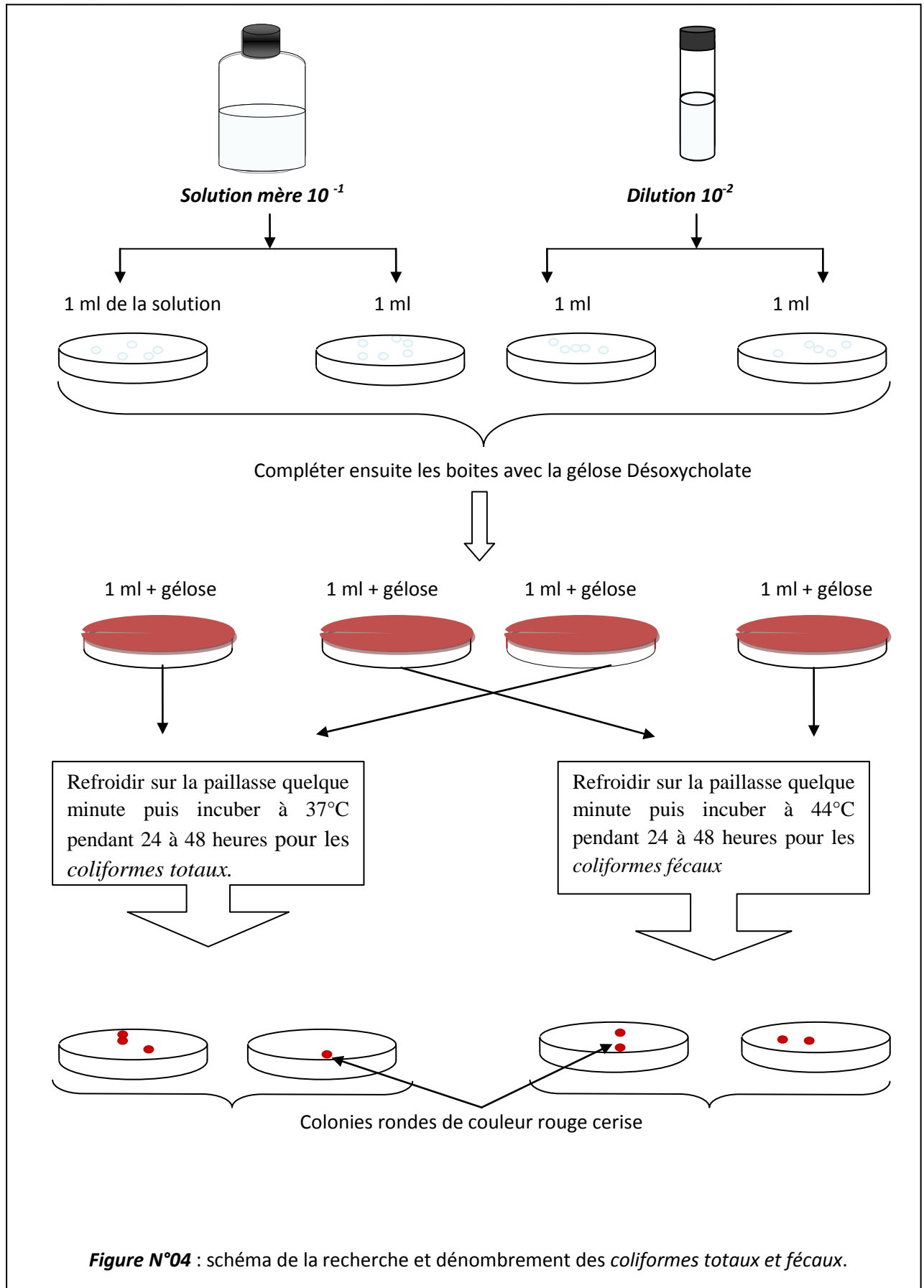
Après avoir préparé les dilutions décimales, on prend aseptiquement à coté du bec de Bunsen 1ml de chacune des dilutions (10^{-1} , 10^{-2}) puis on les introduit dans des boites de Pétri. On complète ensuite avec la gélose desoxycholate fondue en faisant des mouvements de huit afin de bien mélanger la gélose à l'inoculum. Laisser refroidir à température ambiante, puis incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures (**Figure N°4**).

- ***La lecture***

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de colonies de couleur rouge cerise et de 0.5 mm de diamètre.

II.5.1.2. La recherche des coliformes fécaux (*E.coli*)

Le même principe et la même méthode effectuée pour les *coliformes fécaux*, la seule différence réside dans la température d'incubation qui est de 44°C.



II.5.1.3. La recherche des coliformes sur milieu liquide (cas des eaux)**✓ Echantillons analysés**

Les échantillons ayant fait l'objet de cette analyse sont : l'eau de process.

✓ Principe

La recherche se fait sur milieu BCPL, elle fait appel à deux tests consécutifs :

- Test de présomption réservé à la recherche des *coliformes totaux*
- Test de confirmation, appelé également test de Mackenzie et réservé à la recherche des *coliformes fécaux* à partir des réactions positives du test de présomption.

A / Test de présomption

Il consiste à préparer une série de tube contenant le milieu BCPL D/C et BCPL D/C à raison de 5 tubes D/C et 5 tubes S/C. On prépare également un autre flacon contenant 50 ml de BCPL. Le flacon et les tubes utilisés sont munis d'une cloche de Durham.

✓ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser ensemercer :

- 50 ml d'eau dans un flacon contenant 50 ml de BCPL
- 5 fois 10 ml d'eau dans des tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C
- 5 fois 1 ml d'eau dans des tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C

Laisser incuber les milieux ensemençés à 37°C pendant 24 à 48 heures.

✓ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois un dégagement gazeux et un virage du milieu du violet au jaune.

B / Test de confirmation ou test de Mackenzie

Ce test se fait à partir des tubes positifs afin de rechercher des coliformes fécaux, on prend 1 ml de chaque tube positif et on les introduit dans deux tubes l'un contient le milieu BCPL muni d'une cloche de Durham et l'autre tube contient le milieu Schubert. L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

✓ Lecture

La présence des coliformes fécaux se traduit par un dégagement de gaz dans la cloche de Durham, et l'apparition d'un anneau rouge dans l'autre tube après addition du réactif Kovacs.

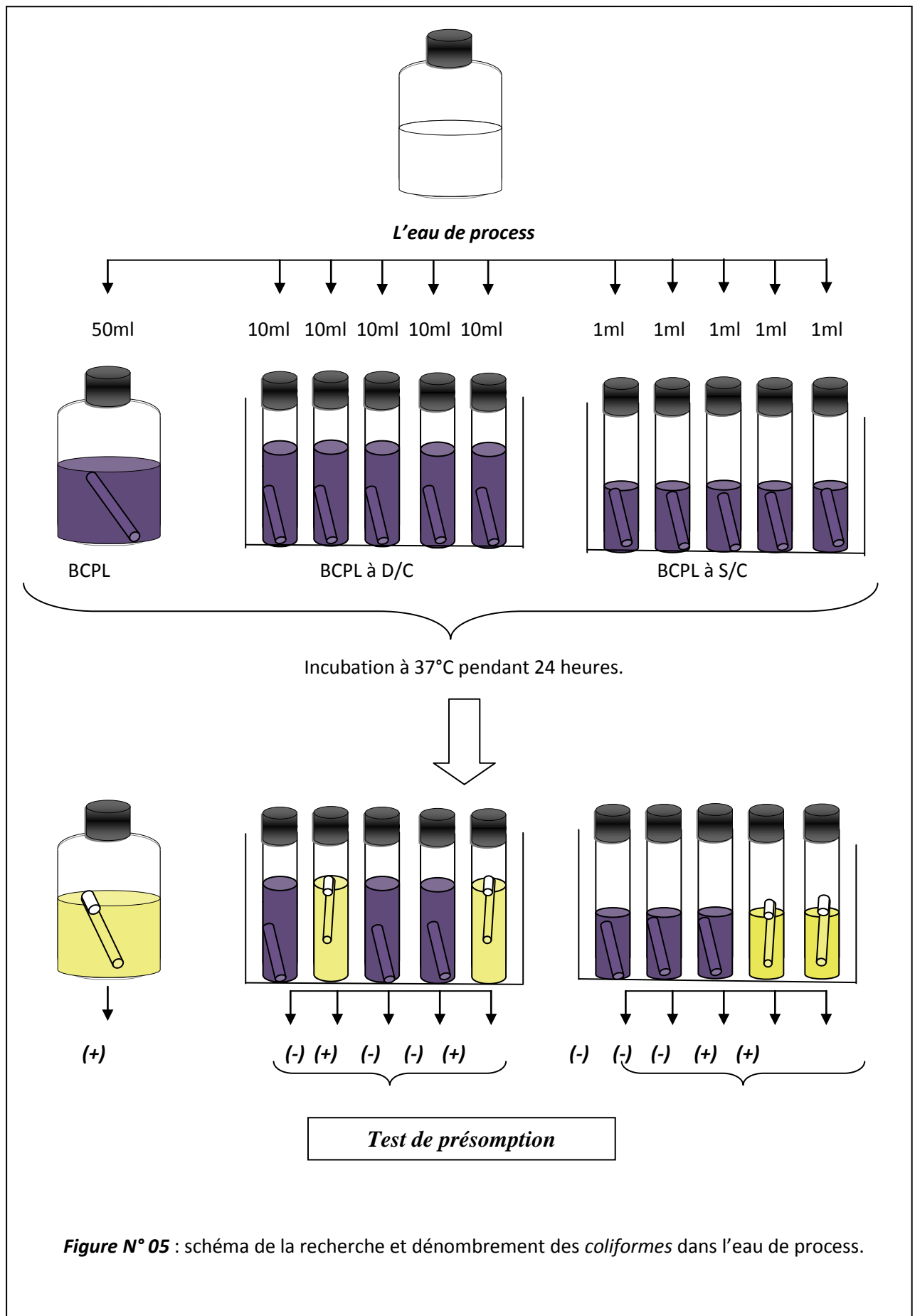


Figure N° 05 : schéma de la recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau de process.

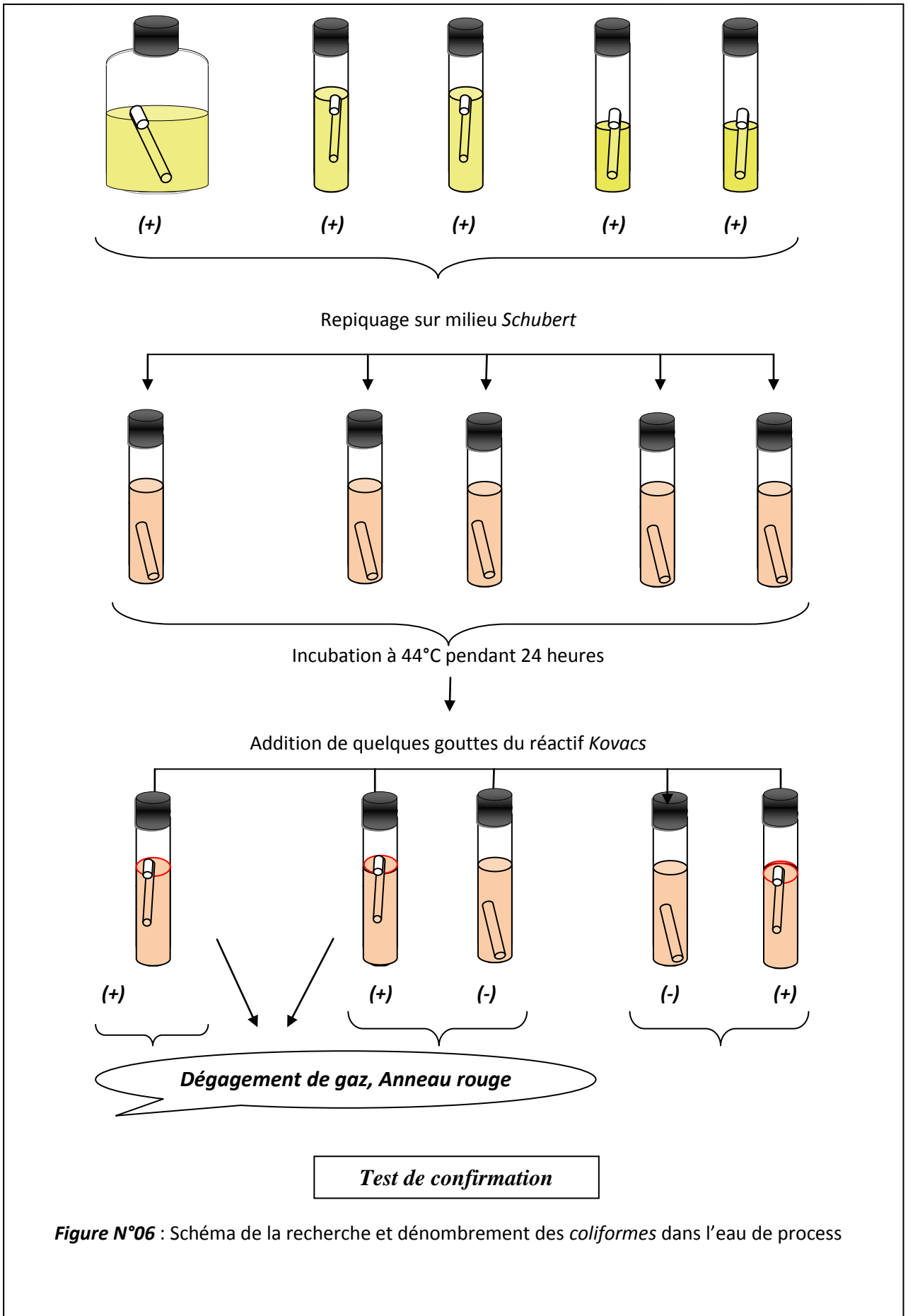


Figure N°06 : Schéma de la recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau de process

I.5.1.4. La recherche des *Staphylococcus aureus*

✓ Echantillons analysés

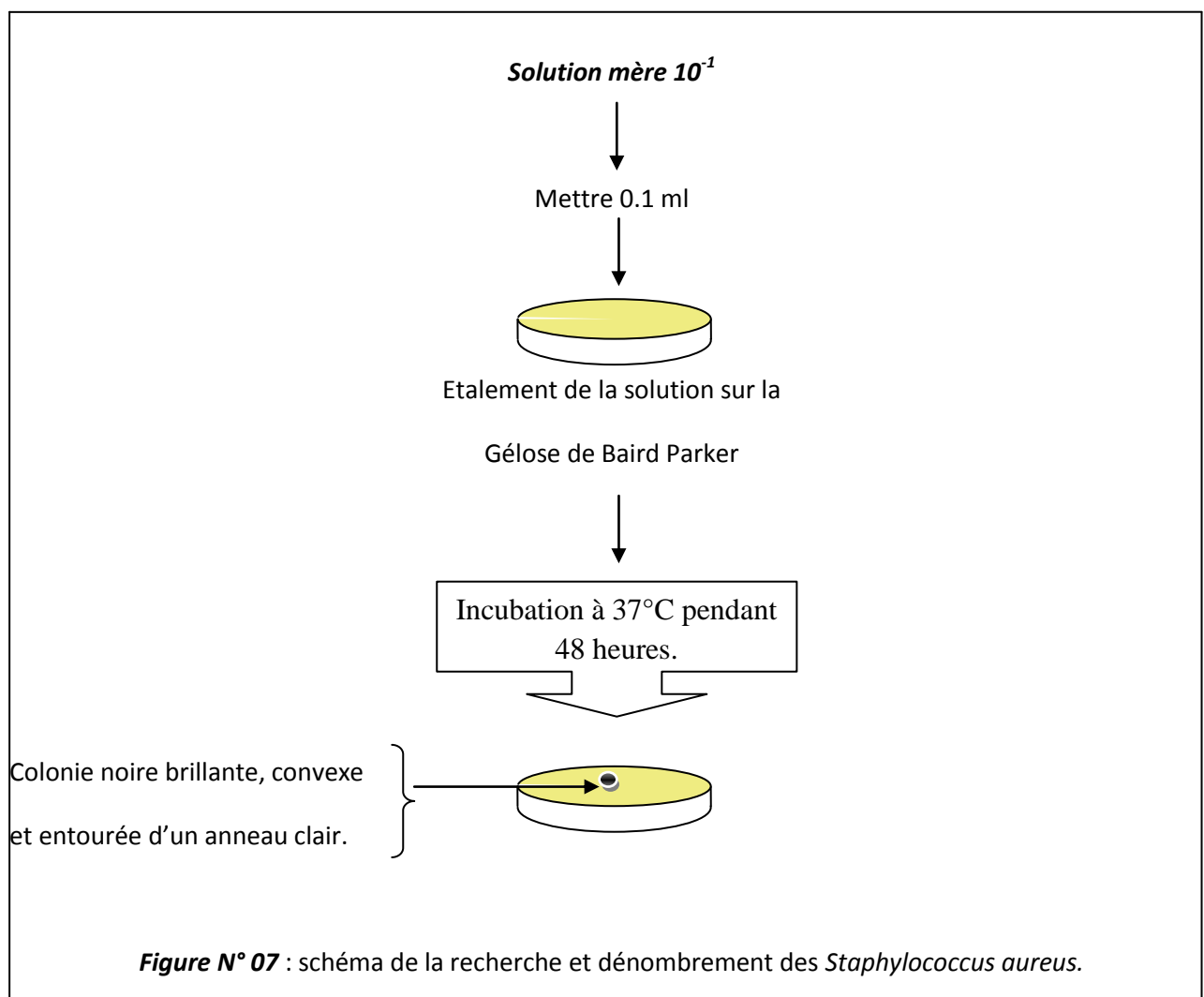
Les échantillons ayant fait l'objet de cette analyse sont : le cheddar, fromage en bloc et le produit fini.

✓ Principe

A partir de la dilution mère, on prélève 0.1 ml puis on l'ensemence en surface de la gélose Baird Parker (**annexe 01**) coulé en boîte de Pétri. Après incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures, on procède à la lecture.

✓ Lecture

Si le résultat est positif, on observera une colonie noire brillante, convexe et entourée d'un anneau clair.



1.5.1.5. La recherche de Clostridium sulfito-réducteurs(CRS)

- **Echantillons analysés**

Les échantillons ayant fait l'objet de cette analyse sont : le cheddar, fromage en bloc, l'eau de process et le produit fini.

- **Principe**

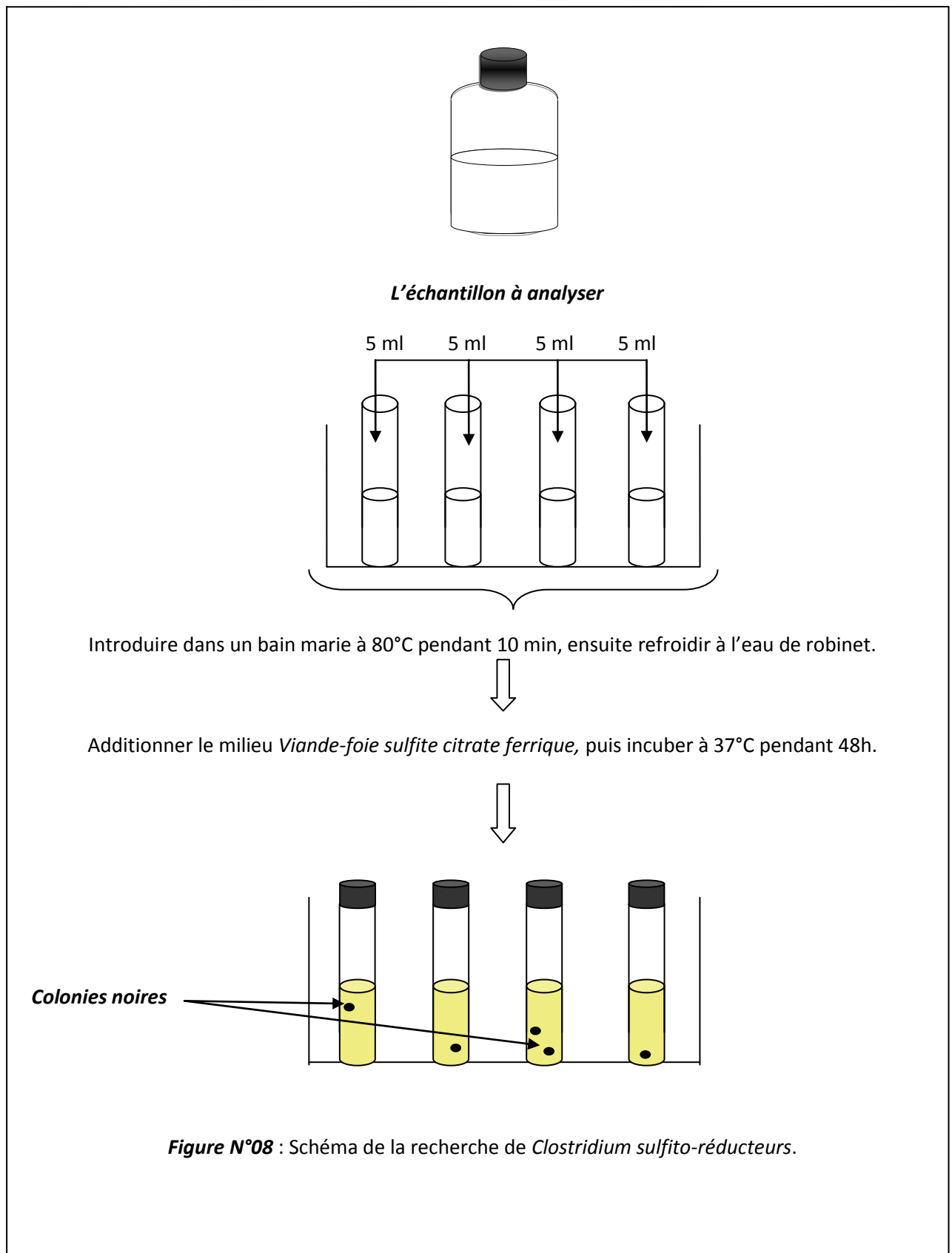
Les *Clostridium sulfito-réducteurs* appartiennent à la famille des Bacillaceae, ce sont des bacilles Gram positifs, isolées ou en chainettes, catalase négatif, anaérobie, souvent gazogène, capable de réduire le sulfite de sodium en sulfure d'où la présence d'un halo noir autour des colonies due à la formation de sulfure de fer (Guiraud, 1998).

- **Mode opératoire**

Introduire dans quatre tubes à essai 5mL de l'échantillon à analyser, puis placer les tubes au bain marie à 80°C pendant 5 minutes afin de détruire la forme végétative. Après chauffage, on ajoute deux gouttes d'alun de fer et quatre gouttes de sulfite de sodium puis on remplit les quatre tubes par la gélose viande de foie (**annexe 01**). On mélange doucement puis on incube à 44°C et faire une première lecture après 24h et une deuxième après 48h.

- **Lecture**

La présence d'un résultat positif d'une spore de bactérie anaérobie sulfite réductrice est exprimée par l'apparition des colonies entourées d'un halo noir.



1.5.2. Analyses physico-chimiques

Méthodes

- **Fromage (Cheddar, Bloc et Produit fini)**

- Détermination du pH

La mesure du pH se fait directement à l'aide d'un pH-mètre, elle est effectuée par l'immersion du bout de l'électrode dans le fromage à analyser à une température de 20 à 25°C. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran.

Après chaque usage, l'électrode doit être nettoyée avec de l'eau et séchée par un papier buvard. Ainsi qu'un contrôle de fiabilité du pH-mètre doit être effectué avant chaque mesure et cela par étalonnage de l'appareil par deux solutions tampons l'une à pH = 7 et l'autre à pH = 4.

- Détermination de l'extrait sec

La matière sèche d'un fromage représente tous ses composants à part l'eau.

Dans un dessiccateur, on tare d'abord le poids de la coupelle d'aluminium puis on pèse 1.2 à 1.5g du fromage, après on ferme le couvercle du dessiccateur, en le réglant à une température de 85°C pour le fromage fondu et à une température de 90°C pour le cheddar, après quelques minutes la valeur de l'extrait sec s'affiche et qui est exprimée en pourcentage.

- Détermination de la teneur en eau (l'humidité)

L'humidité d'un fromage se calcule comme suite : $H = 100 - EST$

H : Humidité.

EST : Extrait sec total (Matière sèche totale).

- Détermination de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

En premier lieu on pèse 3g du fromage dans un godet préalablement taré. Ce dernier est introduit dans la panse du butyromètre, puis 10 ml d'acide sulfurique sont additionnés afin de faire dissoudre la caséine présente

Le butyromètre est ensuite placé au bain marie à 65 °C pendant 2 heures avec agitation continue chaque 20 minutes. Une fois tiré du bain marie, on ajoute 1ml d'alcool iso amylique et une quantité d'acide sulfurique jusqu'au remplissage complet du butyromètre.

A la fin on fait une centrifugation pendant 3 minutes pour séparer la matière grasse du fromage. La teneur en MG est obtenue directement par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

- Détermination de la teneur en matière grasse dans la matière sèche (MG/MS)

La teneur en (MG/MS) est obtenu par l'équation suivante:

$$MG/MS \% = \frac{MG (\%)}{MS (\%)} 100$$

- **Poudre de lait**

- Détermination du pH

On introduit dans un bécher 10g de la poudre de lait avec 100ml d'eau distillée, on met le mélange dans un agitateur magnétique, le mélange obtenu doit être laissé en repos pendant une à deux heures, puis on immerge dans le bécher une électrode reliée à un pH-mètre.

- Détermination de l'extrait sec

1.2 à 1.5g de la poudre de lait est introduit dans une coupelle aluminium déjà tarée, puis le couvercle du dessiccateur est fermé à une température de 65°C.

- Détermination de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

Dans un bécher on hydrolyse 10g de la poudre de lait avec 100 ml d'eau distillée, le mélange est laissé au repos environ une heure.

De l'autre coté, on verse 10ml d'acide sulfurique et 1ml d'alcool iso amylique dans un butyromètre à lait, puis à l'aide d'une pipette on additionne 11ml du lait reconstitué et ce mélange va être mélangé manuellement et mis dans la centrifugeuse, enfin une lecture directe se fait sur l'échelle du butyromètre.

- **Sel de fonte**

- Détermination du pH

Cette méthode est effectuée pour déterminer l'acidité et basicité de la solution de sel de fonte. Elle consiste à mélanger 1g de sel de fonte avec 100 ml d'eau distillée, on agite bien jusqu'à la dissolution du sel. Ensuite on immerge le bout de l'électrode dans la solution préparée. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran.

- *L'eau de process*

- Détermination du pH

La mesure du pH permet de connaître le niveau d'acidité d'une eau, c'est à dire la concentration d'ions H_3O^+ présents en solution. Il est effectué directement par l'émersion de bout de l'électrode du pH-mètre dans un bêcher contenant de l'eau potable, la valeur du pH s'affiche sur l'écran.

- Détermination des titres alcalimétriques TA et TAC

TA : Titre alcalimétrique

C'est une analyse qui permet de connaître l'alcalinité de l'eau par la mesure de la teneur en alcalins libres (OH^-), en alcalins caustiques et en carbonates (CO_3^{2-}). Il est déterminé par la neutralisation d'un certain volume d'eau par l'acide H_2SO_4 (acide fort) en présence de phénolphtaléine 1%, ce dernier est utilisé comme indicateur coloré.

Dans un bêcher, on introduit 100 ml d'eau de robinet et deux gouttes de phénolphtaléine 1%. Deux cas sont possibles :

1/ Si la solution ne se colore pas en rose : Le $pH < 8,3$, le TA est nul et il est égal à "0" (il n'y a pas de "bases fortes et faibles" dans l'eau).

2/ Si la solution est rose : Le $pH > 8,3$, cela signifie qu'il ya des bases fortes et des carbonates dans l'eau. Dans ce cas le TA est déterminé par la neutralisation en additionnant doucement l'acide H_2SO_4 0.1N dans le bêcher à l'aide d'une burette, en agitant constamment jusqu'à décoloration complète de la solution ($pH=8,3$). Le TA est s'exprime en degré Français (F°) et donné par la formule suivante :

$$TA (F^\circ) = V_1 \times 5$$

V_1 : Le volume de la solution H_2SO_4 0.1 N utilisée en ml pour le titrage.

TAC : Titre alcalimétrique complet

Il permet de mesurer la teneur de l'eau en alcalins libres (OH^-), en carbonates (CO_3^{2-}) et en bicarbonates (HCO_3^{2-}). Cette mesure est basée sur la neutralisation de l'eau par l'acide H_2SO_4 0.1N en présence de l'indicateur coloré de méthyle-orange.

On met 100 ml d'eau à analyser dans un bêcher, puis on ajoute 3 gouttes de Méthyle-orange et on titre la solution avec H_2SO_4 0.1N jusqu'au virage au jaune orangé (pH = 4.3).

Le TAC est s'exprime en degré Français (F°) et donné par la formule suivante :

$$TAC (F^\circ) = (V_2 - 0.1) \times 5$$

V_2 : Le volume de la solution H_2SO_4 0.1 N utilisée en ml

➤ Détermination de titre hydrotimétrique TH

Le titre hydrotimétrique (TH), ou dureté de l'eau est une concentration en sels de calcium et magnésium exprimé en mg/L. L'évaluation de ces derniers est effectuée par dosage des ions Ca^{+2} et Mg^{+2} .

La dureté de l'eau totale est donnée par la formule suivante :

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

On met dans un bêcher 50 ml d'eau de robinet, puis on ajoute 2ml de la solution tampon et de 2 à 4 gouttes noir enriochrome trituré, le mélange se colore en violet foncé. A la fin, on titre la solution avec l'EDTA 0,01 mol/l jusqu'au virage au bleu foncé.

$$TH = \frac{4n}{10}$$

n : le volume de la solution d'EDTA 0,01 mol/l qui utilisé pour le titrage.

Détermination du dosage des ions chlore (chlorures)

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) (N/10), en présence de bichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) (5%). La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge brique, caractéristique du chromate d'argent.

On introduit un volume de 50ml d'eau de robinet dans un b cher avec un volume de 2.5 de bicarbonate de potassium (K_2CO_4), la solution se colore en jaune, puis on la titre par la solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$ 0.1 N) jusqu'au virage rouge brique.

Un essai blanc est nécessaire, et il est effectué dans les mêmes conditions que celle de l'échantillon, mais avec 50 ml d'eau distillée.

Elle est mesur e par la formule :

$$Cl^- = M (n-b)$$

M : la masse molaire du chlore (35.5 g/mol).

n : le volume d' $AgNO_3$ (0.1) utilisé pour le titrage.

b : le volume de la solution de $AgNO_3$ (0.1) utilisé pour avoir la même teinte (rouge brique) dans l'essai à blanc.

La teneur en chlorures est exprim e en mg/l

1. 5.3. Qualité organoleptiques

C'est un simple examen qui porte sur la couleur, l'odeur, la saveur et la consistance du fromage fondu, perceptibles par les organes de sens.

II. Résultats et discussions

II.1. Résultats et discussions relatifs aux analyses microbiologiques

II.1.1. Matière première

- La poudre de lait à 26%

Tableau N° 06 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait.

Germes recherchés	Echantillon			Journal officiel 27 mai 1998 (N° 35)
	E ₁	E ₂	E ₃	
Coliformes totaux / g	0	0	0	1
E. Coli / g	0	0	0	1
S. aureus / g	Abs	Abs	Abs	Abs
C.S.R / g	0	0	0	10 max
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

Le tableau ci-dessus représente les résultats des analyses microbiologiques effectués sur la poudre de lait.

Selon les résultats obtenus, on remarque l'absence de tous les germes recherchés y compris les *Coliforme totaux*, *Coliformes fécaux*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito-réducteur*.

Alors on peut dire que la poudre de lait utilisée est de bonne qualité bactériologique, cela peut être justifier par le fait par qu'elle a subit un bon traitement thermique, ainsi que sa nature physique (déshydratée) ne favorise pas la prolifération des microorganismes. Ces résultats concordent avec ceux **Traore et Lameche, 2002**.

- *Le fromage en bloc*

Tableau N° 07 : Résultats des analyses microbiologique du fromage en bloc.

<i>Germes recherchés</i>	<i>Echantillon</i>			Journal officiel 27 mai 1998 (N° 35)
	E ₁	E ₂	E ₃	
<i>Coliformes totaux / g</i>	12	22	14	10 ²
<i>E. Coli / g</i>	6	12	8	10
<i>S. aureus / g</i>	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>C.S.R / g</i>	Abs	Abs	Abs	Abs
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

Le tableau **N° 07** résume les résultats des analyses microbiologiques effectués sur le fromage en bloc.

Pour les trois échantillons E₁, E₂ et E₃, on remarque la présence des *Coliformes totaux* mais sans dépasser les normes proscrites par le journal officiel fixé à moins de 10² germe /g de produit.

Par ailleurs, la recherche et le dénombrement des *Coliformes fécaux* montrent la présence de *E. coli* dans les trois échantillons analysés. Les échantillons E1 et E3 ayant un nombre inférieur à la norme, contrairement à l'échantillon E2 qui n'est pas conforme à la norme avec 12 germes/g de produit.

Selon **Bourgeois et Leveau, 1991**, les indices de contaminations fécales sont des microorganismes vivant normalement dans les intestins de l'homme et des animaux et par conséquent leur présence dans un aliment peut se traduire par une contamination fécale.

En effet, selon **Cleret, 1991**, les mains en contact permanent avec l'environnement sont le support de nombreux microorganismes. Ils sont en général plus concentrés au bout des doigts, sous les angles et entre les doigts. On peut déduire que la présence des *Coliformes fécaux* peut-être dû à une contamination lors de la fabrication ou la manipulation manuelle du fromage.

En ce qui concerne les germes pathogènes (*Clostridium sulfito-reducteur* et *Staphylococcus aureus*) il y a absence de ces derniers dans les trois échantillons analysés.

- *L'eau de process*

Tableau N° 08: Résultats des analyses microbiologique de l'eau de process

<i>Germes recherchés</i>	<i>Echantillon</i>			Journal officiel 27 mai 1998 (N° 35)
	E ₁	E ₂	E ₃	
<i>Coliformes totaux / g</i>	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>E. Coli / g</i>	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>C.S.R / g</i>	0	0	0	< 5
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

Le tableau **N°08** représente les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.

L'analyse de l'eau utilisée dans la fabrication du fromage, nous montre l'absence totale de tous les germes recherchés. Ceci s'explique par l'efficacité du traitement des eaux (la chloration).

Les mêmes résultats trouvés par (Zaim Edine et Zerouali, 2015).

II.1.2. Produit fini

Tableau N° 09: Résultats des analyses microbiologiques du produit fini.

<i>Germes recherchés</i>	<i>Echantillon</i>			Journal officiel 27 mai 1998 (N° 35)
	E ₁	E ₂	E ₃	
<i>Coliformes totaux / g</i>	0	0	0	10 ²
<i>E. Coli / g</i>	0	0	0	10
<i>S. aureus / g</i>	0	0	0	10 ² Max
<i>C.S.R / g</i>	Abs	Abs	Abs	Abs
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini sont inscrits dans le tableau N°09.

Les analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini se sont révélés négatifs pour les trois échantillons et pour tous les germes recherchés. Cette absence est due à la sensibilité de ces germes aux traitements thermiques à la cour de l'étape de la pasteurisation. Les mêmes résultats trouvés par **Zaim Edine et Zerouali, 2015.**

Donc on peut conclure que le fromage fondu pasteurisé produit par L.F.B est de bonne qualité microbiologique.

II.2. Résultats et discussions relatifs aux analyses physico-chimiques

II.2.1. Matière première

- *Le fromage de fonte «Cheddar»*

Tableau N° 10 : Résultats des analyses physico-chimiques du fromage de fonte «Cheddar».

Echantillon	E ₁	E ₂	E ₃	Norme AFNOR 1986
pH	4.5	5.5	5.2	5.1 – 5.5
EST %	64.01	65.1	63.35	61 % – 69 %
MG %	35	37	36	30 % - 38 %
MG/MS %	54.67	56.83	56.82	50 % min
Teneur en eau %	35.99	34.9	36.65	39 % max
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

D'après les résultats représentés dans le tableau **N°06**, on observe que les valeurs du pH obtenus pour les échantillons E2 et E3 sont conformes à la norme du pH des fromages, alors que l'échantillon E₁ présente un pH relativement bas.

Cela peut être dû à une erreur lors de la manipulation, peut être en laissant le fromage pendant une longue durée à une température ambiante, ce qui engendre une transformation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques.

Pour l'extrait sec total, les valeurs obtenues sont comprises entre 63.35 et 65.1, ces dernières sont en accord avec les normes exigées.

Les résultats obtenus pour la matière grasse sont en totale conformité avec les normes pour les trois échantillons.

En ce qui concerne le rapport MG/MS, les valeurs obtenues sont conformes aux normes pour tous les échantillons analysés, chose logique puisque l'extrait sec et la matière grasse sont dans les normes.

Les résultats obtenus pour le cheddar confirment ceux obtenus par **Zaim Edine et Zerouali, 2015**.

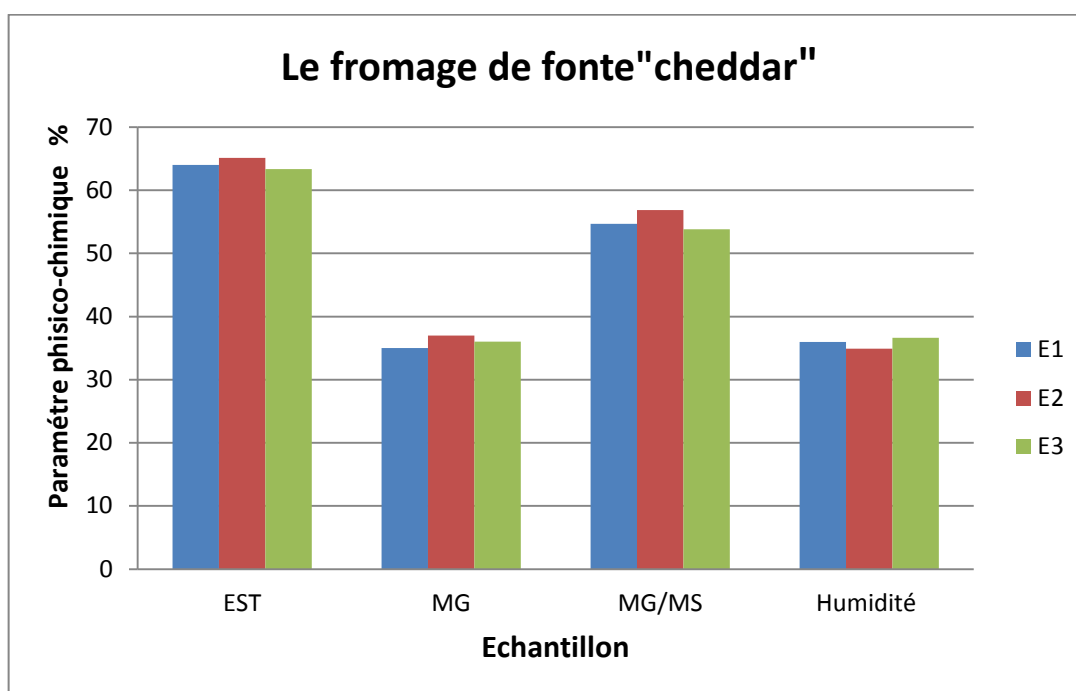


Figure N° 09: Histogramme des analyses physico-chimiques du fromage de fonte «Cheddar».

- *Le fromage en bloc*

Tableau N° 11 : Résultats des analyses physico-chimiques du fromage en bloc

Echantillon	E ₁	E ₂	E ₃	Norme AFNOR 1986
pH	5.28	5.17	5.24	5.4 – 5.5
EST %	52.13	53.2	55.27	50 ± 1 %
MG %	24	21	22	20 % – 22 %
MG/MS %	46.03	46.99	39.80	40 % min
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

Le tableau ci-dessus nous montre que le pH des trois échantillons analysés sort légèrement de la norme (un peu bas), cela peut être justifier par l'acidité du lait à partir duquel le fromage est fabriqué.

Pour l'extrait sec, les valeurs obtenues sont un peu plus élevées par rapport à la norme et les trois échantillons dépassent 51%, cette augmentation peut être due à un excès d'égouttage lors du processus de fabrication.

On remarque que la matière grasse des échantillons E₂ et E₃ est conforme à la norme, alors que l'échantillon E₁ présente une légère hausse de la MG par rapport à la norme AFNOR ,1986 . Cela peut être expliqué par la richesse en MG du lait utilisé pour la fabrication du fromage en bloc.

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux trouvés par **Traore et Lameche, 2002**.

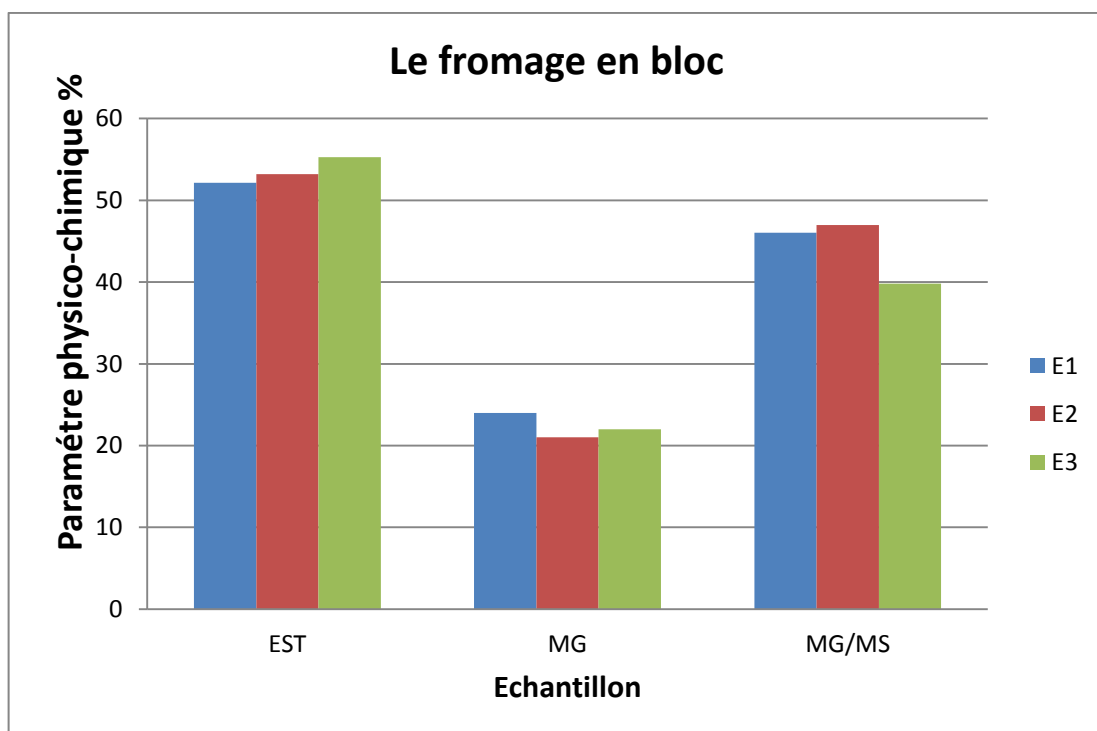


Figure N° 10 : Histogramme des analyses physico chimiques du fromage en bloc.

- *La poudre de lait*

Tableau N° 12: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.

Echantillon	E ₁	E ₂	E ₃	Norme AFNOR 1986
pH	6.76	6.48	6.6	6.5 – 6.75
EST %	96.2	96.69	96.06	96 %
MG %	26	26	27	26 %
Teneur en eau %	3.8	3.31	3.94	4 %
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/0516	

Les résultats des analyses physico chimiques de la poudre de lait sont résumés dans le tableau **N°12**.

Pour les trois échantillons E₁, E₂ et E₃ de la poudre de lait, on observe que les valeurs du pH sont en proximité de la norme d'AFNOR avec une légère hausse pour l'échantillon E₁.

En ce qui concerne la teneur en matière grasse, les valeurs obtenues sont comprises entre 26% et 27%, donc ce résultat est conforme à la norme d'AFNOR et à la fiche portée sur l'emballage.

L'extrait sec des trois échantillons est compris entre 96.06 % et 96.69 %, ces valeurs sont presque conformes avec la norme d'AFNOR exigées.

L'humidité obtenue pour les trois échantillons est dans les alentours de 4%, ce qui nous permet de déduire que la poudre de lait a été bien stockée.

Ces résultats concordent avec ceux trouvés par **Nedjar et Kihal, 2001**.

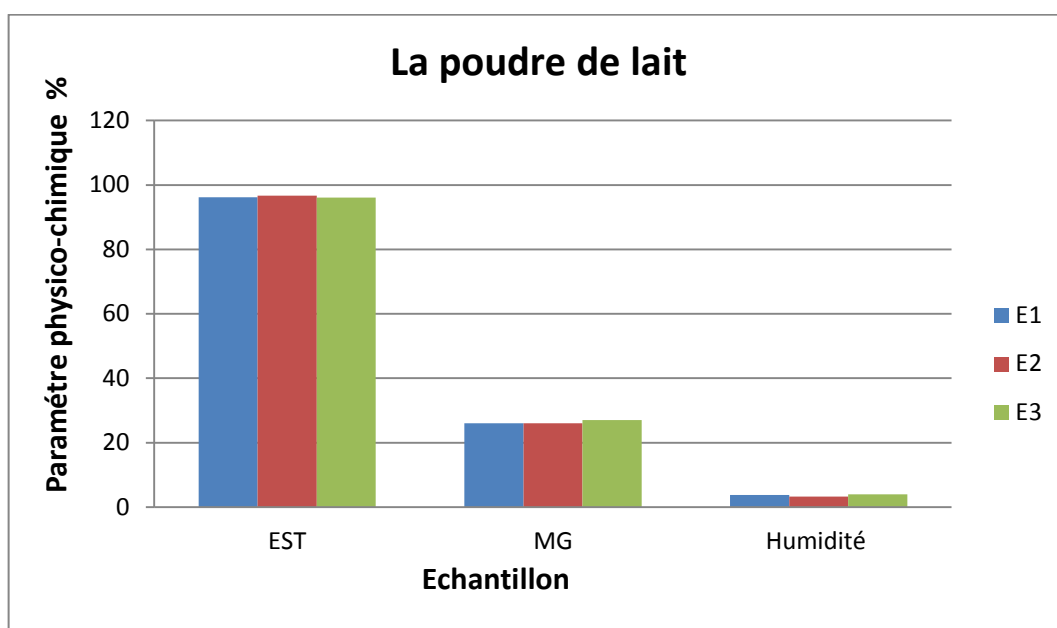


Figure N° 11: Histogramme des analyses physico chimiques de la poudre de lait.

- Les sels de fonte

Tableau N° 13 : Résultats des analyses physico-chimiques des sels de fonte.

	Echantillon						Norme : S.F.T KASOMEL 2394	
	E ₁		E ₂		E ₃		92 BL	90 SS
	92 BL	90 SS	92 BL	90 SS	92 BL	90 SS		
pH	9.79	9.02	9.22	9.1	9.18	9.03	9.2	9.00
Jours de prélèvement	25/04/16		02/05/16		17/05/16			

Les résultats des analyses physico chimique des sels de fonte sont inscrits dans le tableau **N°13**.

Le seul paramètre mesuré pour les sels de fonte est le PH. Les valeurs obtenues pour les différents échantillons et pour les deux types de sel de fonte (**92BL, 90SS**), sont toutes conformes avec la norme selon la fiche technique de sel de fonte KASOMEL.

Nos résultats confirment ceux obtenus par **Traore et Lameche, 2002**.

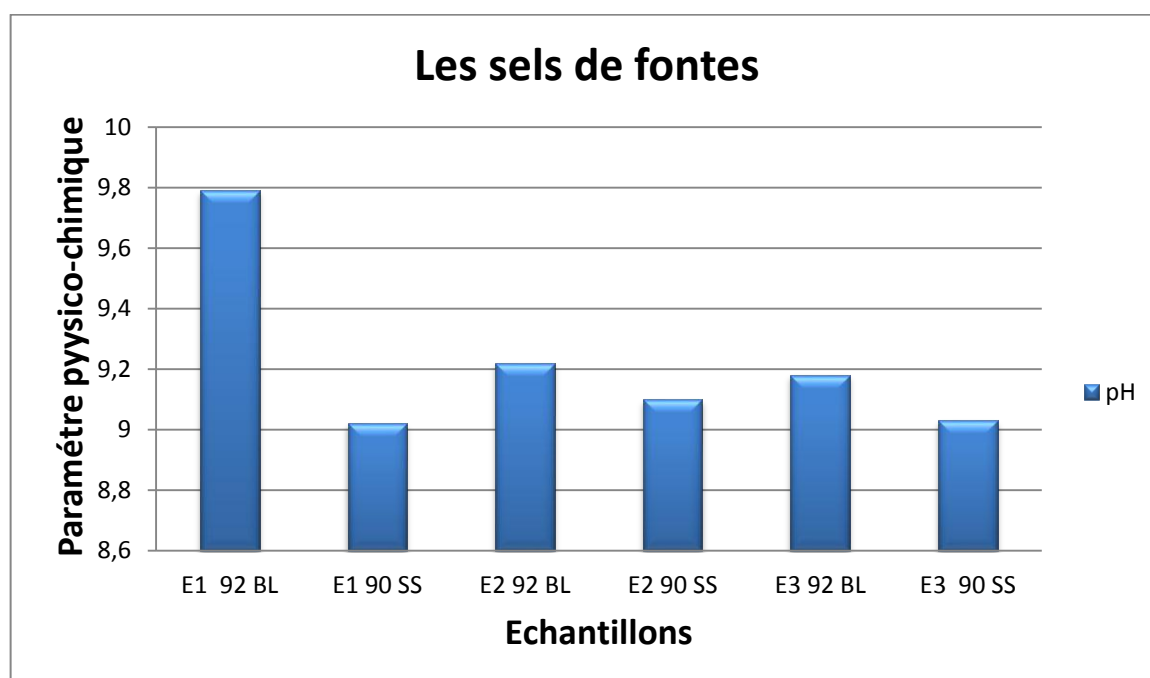


Figure N° 12: Histogramme des analyses physico-chimiques des sels de fonte.

- L'eau de process

Tableau N° 14 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process.

Echantillon Paramètre	Echantillon			Normes
	E ₁	E ₂	E ₃	
pH	6.83	6.79	7	6.5 – 8.5 (AFNOR 1986)
TA	0	0	0	0 °F (OMS)
TAC	8.4	9	8.6	22 °F (OMS)
TH	20	20	20	0 – 15 °F (OMS)
Cl ⁻	213	221	235	< 250 mg/l (AFNOR 1986)
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	27/05/16	

Les résultats des analyses physico chimiques sont représentés dans le tableau N°14.

Le pH mesuré des trois échantillons est compris entre 6.79 et 7, ces valeurs sont en accord avec la norme d'AFNOR 1986 (6.8 – 8.5).

Les valeurs de TA obtenues sont conformes à la norme de l’OMS, toutes les valeurs sont égal à 0°F.

Les valeurs de TAC obtenues sont comprises entre 8.4 et 9 F° qui se trouvent inférieur à la norme de l’OMS, ceci est expliqué par la pauvresse de l’eau en alcalins libres, en carbonates et en bicarbonate.

Les valeurs de TH des trois échantillons obtenues sont supérieures à la norme de l’OMS, ceci est expliqué par la richesse de l’eau en ions de calcium (Ca^{+2}) et de magnésium (Mg^{+2}).

Pour le Cl^- , les valeurs obtenues sont comprises entre 213 et 235 mg/l et ces valeurs sont supérieures à la norme d’AFNOR.

Ces résultats se rapprochent de ceux trouvés par **Zaim Edine et Zerouali, 2015**.

II.1.2. Produit fini

Tableau N° 15 : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini.

Echantillon	E ₁	E ₂	E ₃	Norme AFNOR 1986
pH	5.61	5.73	5.75	5.6 – 5.85
EST %	40.13	39.18	38.01	≥ 40
MG %	15	16	16	22.5 % min
MG/MS %	37.37	40.83	42.09	40 % min
Teneur en eau %	59.87	60.82	61.99	-
Jours de prélèvement	25/04/16	02/05/16	17/05/16	

Les résultats des analyses physico chimiques du produit fini sont résumés dans le tableau **N°15**.

Pour le produit fini, on remarque que les valeurs du pH et de la EST sont conformes à la norme de l'AFNOR alors que ceux de MG et MS/MG sont aux dessous des normes.

Concernant la matière grasse, les trois échantillons présentent une valeur bien inférieure à la norme ce qui aura une influence sur la qualité organoleptique du produit fini. Selon **Gelais et coll, 2002**, la matière grasse transporte de composés aromatiques liposolubles d'où sa contribution à la qualité sensorielle du fromage.

Quand au rapport MG/MS, l'échantillon E₁ présente un rapport inférieur à celui de la norme AFNOR qui fixe une valeur de 40 % au minimum.

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux trouvés par Traore et Lameche, 2002.

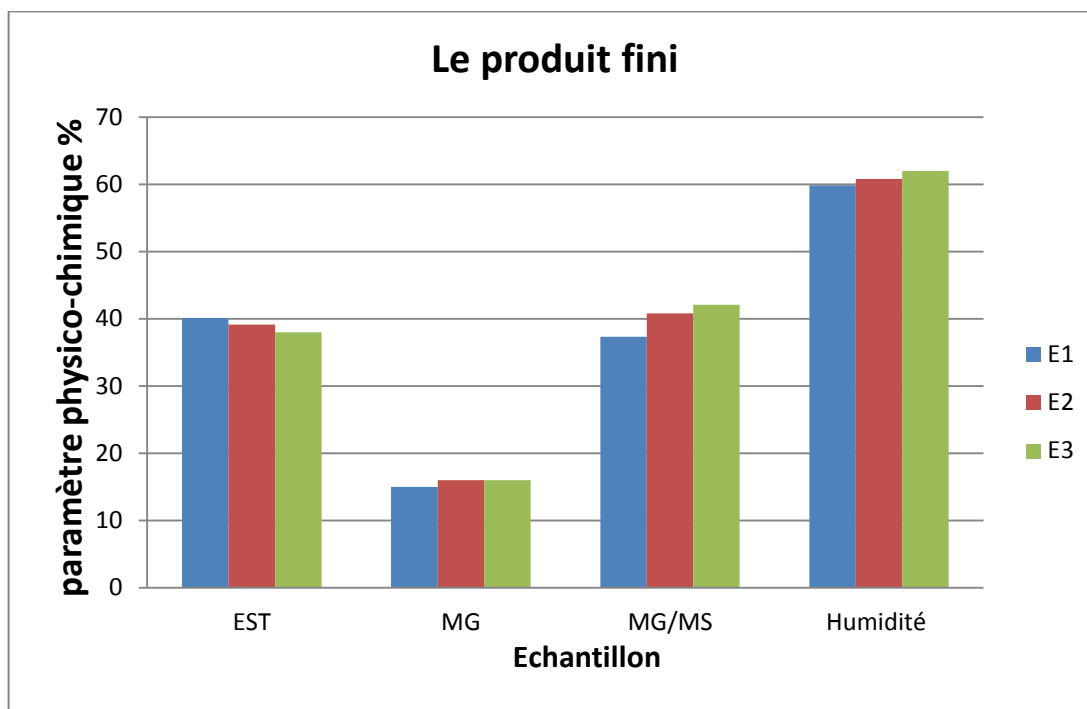


Figure N° 13: Histogramme des analyses physico chimiques du produit fini.

II.3. Résultats des analyses organoleptiques

La couleur : le fromage apparaît d'une couleur blanche pour tous les échantillons.

La saveur : on a observé une variance d'acidité entre les échantillons.

L'odeur : généralement il n'y a pas d'odeurs anormales.

Conclusion générale

Les spécialités fromagères sont des aliments complexes obtenus en mélangeant une ou plusieurs variétés de fromage avec des agents émulsifiants (sel de fonte), les ingrédients laitiers et de l'eau. Le produit fini présente des risques de contamination microbienne et spécialement celles des clostridies et des microorganismes anaérobies.

D'après notre étude sur le fromage fondu pasteurisé produit par LFB et les différentes analyses effectuées sur les matières premières et le produit fini, on peut déduire globalement que les matières premières utilisées sont de bonne qualité physico chimiques et microbiologiques, malgré qu'on a observé lors de l'analyse microbiologique du fromage en bloc la présence des coliformes fécaux qui indique que la contamination est récente.

Nous avons constaté également que la pasteurisation a été effectuée convenablement du moment qu'il y a absence de tous les germes recherchés dans le produit fini. Ainsi, on peut dire que le produit fini est de bonne qualité microbiologique et physico chimique du moment que les résultats de ces analyses effectuées sont totalement conformes à la norme.

Donc le fromage étudié est de bonne qualité bactériologique et physico-chimique, propre à la consommation et il peut être commercialisé.

Lors du processus de fabrication, on a remarqué que le transport du mélange vers la conditionneuse se fait à travers des bidons en plastique, cela peut engendrer une contamination et cette méthode de transport prend plus de temps.

De manière générale, on peut dire que LFB suit les bonnes pratiques de fabrication, et qu'elle possède un laboratoire d'autocontrôle indépendant et en cas de défaillance la correction est possible ainsi que les conditions d'hygiène sont présentes.

En perspective, l'application réelle de l'HACCP, **Hazard Analysis Critical Control Point**, au niveau de l'atelier de fabrication du fromage constituera un véritable plan de maîtrise sanitaire largement reconnue comme un outil efficace de management de la sécurité des denrées alimentaires.

Annexe 01**Composition des milieux de culture**Gélose viande foie

Bouillon VF.....	100ml
Glucose.....	2g
Sulfate de sodium.....	7g
Citrate de sodium.....	0,4g
Alun de fer d'ammonium.....	2g
Gélose	8g
Eau distillée.....	1000ml

PH=7.4

Gélose désoxycholate

Peptone.....	10g
Lactose.....	10g
Desoxycholate de sodium.....	1g
Chlorure de sodium.....	5g
Citrate de sodium.....	2g
Agar.....	12g
Rouge neutre.....	0,03g

PH=7.1

Milieu B.C.P.L à double concentration (D/C)

Extrait de viande de bœuf.....	6g
Peptone.....	10g
Lactose.....	10g
Pourpre de bromocrésol.....	0,05g
Eau distillée.....	1000ml

PH=6.7

Milieu B.C.P.L à simple concentration (S/C)

Extrait de viande de bœuf.....	3g
Peptone.....	5g
Lactose.....	5g
Pourpre de bromocrésol.....	0,025g
Eau distillée.....	1000g

PH=6.9

Milieu BP (Baird-Parker)

Peptone de caséine.....	10g
Extrait de viande de bœuf.....	5g
Extrait de levure.....	1g
Pyruvate de sodium.....	10g
Chlorure de lithium.....	5g
Glycocolle.....	12g
Agar.....	20g
Eau distillée.....	1000ml

PH =6.8

Eau physiologique

Chlorure de sodium.....	9g
Eau distillée.....	1000ml

PH=7.4

Annexe 02

Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques



Bain Marie



Bain Marie



Etuve de 44 C



Etuve de 46 °C



Four Pasteur



Etuve de 37 C



Dessiccateur



PH mètre



Agitateur magnétique



Compteur de colonie



Balance



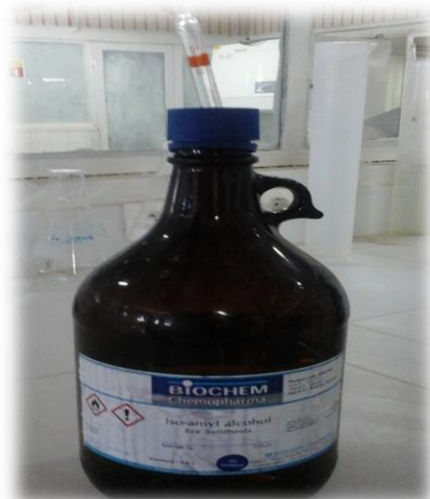
Centrifugeuse

Annexe 03

Réactifs utilisés pour les analyses physico-chimiques



Acide sulfurique
 $d = 1.522 \text{ g/l}$



Alcool iso-amyle



Acide sulfurique concentré
 $d = 1.82 \pm 0.005 \text{ g/ml}$



Solution Tampon



Phénolphtaléine



EDTA 0.01M



Méthyl-orange



Noir Eriochrome T

Annexe 04

Matériels et milieux de culture utilisés pour les analyses microbiologiques

- ***Matériels utilisés***

- Eprouvette graduées de 100 ml et 250 ml
- Coton
- Bain-marie
- Etuve à incubation à 30 C°, 37 C°, 44 C°
- Tube à essai en verre de 25ml
- Boîte de pétris
- Bec benzène
- Pipette Pasteur
- Autoclave (FUNKE-GERBER)
- Agitateur à tige
- Flacon de verre de 500ml et de 250ml
- Pincés

- ***Milieu de culture***

- Gélose viande foie
- Gélose désoxycholate
- Milieu B.C.P.L à double concentration (D/C)
- Milieu B.C.P.L à simple concentration (S/C)
- Milieu BP (Baird-Parker)
- Eau physiologique

Annexe 05

Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques

Matériels utilisés

- *PH mètre (Funk Gerber)*
- *Dessiccateur (Analyseur d'humidité)*
- *Butyromètre à fromage (Van Gulik)*
- *Butyromètre à lait (Funk Gerber)*
- *Bain marie avec support pour Butyromètre à la température de $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (Guber)*
- *Thermomètre*
- *Centrifugeuse (Funk Gerber)*
- *Bêcher*
- *Agitateur magnétique (Rotamage N12 pro-labo)*
- *Burette graduée*
- *Barreau aimanté pour agitation*
- *Etaloir*
- *Pipette à lait de 11 ml , pipette de 10 ml*
- *Pipette permettant de délivrer 1 ml d'alcool amylique*
- *Coupelles aluminiums*
- *Papier buvard*
- *Seringue graduée*
- *Pipette pasteur*

Réactifs utilisés

- *Acide sulfurique $d = 1.522$*
- *Acide sulfurique concentré $d = 1.82 \pm 0.005$*
- *Alcool iso-amylique (Méthyle-3Butamol-1) $d = 0.813$*
- *Phénolphtaléine à 1 %.*
- *Acide CH_2SO_4 0.1 N. , H_2SO_4*
- *Méthylorange.*
- *Hydroxyde de sodium 0.1N (NaOH).*

- Solution Tampon.
- EDTA 0.01M.
- Bicarbonate de potassium (K_2CO_3).
- Nitrate d'argent 0.1N ($AgNO_3$).
- Noir enriochrome trituré.

Références bibliographiques

- 1. Abakar M, 2012.** Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais à partir du lait de vache coagulé par la papaïne naturelle. Mémoire de diplôme de master en qualité des aliments de l'homme. Université cheikh Anta Diop de Dakar, 46p.
- 2. Al jabri N, 2002.** Gestion de la qualité dans la filière lait au Maroc. Thèse de magistère, CIHAM / IAMM. Montpellier, 66 p.
- 3. Amellal R, 2000.** La filière lait en Algérie : Entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Série. B/n°14, 1995, Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, 9p.
- 4. Anonyme, 1991.** la fabrication du fromage fondu. Guide JOHA. BK. Ladenburg, 300p.
- 5. Anonyme, 1989.** Bienvenu dans le monde des KASOMEL et des fromages fondus. EUROPHOS, 73p.
- 6. Anonyme, 2009.** Laites et produits laitiers. Groupe d'étude des marches de restauration collective et de nutrition (GEM RCN), 47p.
- 7. Anonyme, 2014.** A propos du lait cru, 68p.
- 8. Bachtarzi N, Amourache L et Dehkal G, 2015.** Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type camembert dans une laiterie de constantine (Est Algérien). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol.17 No.1, pp. 34-42.
- 9. Benhedane N, 2011.** Qualité microbiologique du lait cru destine à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. Mémoire de fin d'études en science alimentaire. Université Mentouri, Constantine, 83p.
- 10. Benyahia M et Hamdadou O, 2008.** Etude comparative de la qualité et de la stabilité du fromage fondu pasteurisé avec ou sans conservateurs fabriqué au niveau de L.F.B. Mémoire de fin d'études en Biologie. Université M'hamed Bougarra, Boumerdes, 51p.
- 11. Boularak A, 2005.** Guide des détermination analytiques des laits et produits laitiers, 22p.

12. **Bourgeois C.M; Leveau J.Y,1991.** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, volume 3 : le contrôle microbiologique .Ed . Technique et documentation, Lavoisier, 480p.
13. **Boutonnier J.L, 2000.** Fabrication du fromage fondu. Technique de l'ingénieur, F6310.
14. **Brule G, Lenoir J, et Remeuf, 1997.** La micelle de caséine et la coagulation du lait. In : Le fromage. Edition., Eck A. 3ème édition. Lavoisier. Techniques et documentation, Paris, pp. 7-41.
15. **Cakmakci S, Dagdemir E, Hayaloglu A.A, Gurses M et Gundogdu E, 2008.** Influence of ripening container on the lactic acid bacteria population in Tulum cheese. *World J Microbiol Biotechnol*, Vol. 24, pp. 293-299.
16. **Cleret J.J, 1991.** Principe de base de du contrôle microbiologique industriel, volume 3.Ed. Technique et documentation – Lavoisier.
17. **Conte S, 2008.** Evolution des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. Mémoire de fin d'études approfondies de productions animales. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 45p.
18. **Daoudi A, 2006.** Qualité d'un fromage locale à base de lait de chèvre. Mémoire de Magistère en Biologie. Université Hassiba Ben-bouali, chefef, 148p.
19. **DFI (Département Fédéral de l'Intérieur), 2009.** Ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale, 48p.
20. **Eck A et Gillis J.C, 1997.** Le fromage. 3ème édition. Lavoisier. Techniques et documentation, 891p.
21. **Eck A et Gillis J.C, 1997.** Le fromage. 2^{ème} édition, 3^{ème} édition. Lavoisier. Techniques et documentation.
22. **Eck, 1997. Le fromage : de la science à l'assurance qualité.** 3ème édition. Lavoisier. Techniques et documentation, Paris, pp 692-699.
23. **Emilie F, 2006.** Connaissance des aliments : Base alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Paris : Lavoisier, 424 p.

- 24. Gelais-St D, Tirard-C P, Belonger G, Couture R et Drapeau R, 2002.** Fromage. In Sciences et technologies du lait, transformation de lait. Edition., Vignola C. Ecole polytechnique de Montréal, 599p.
- 25. Ghaoues S, 2011.** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Université Mentouri, Constantine, 130p.
- 26. Hamidouche E et Aliane N, 2010.** Contribution à l'études des contrôles physico-chimiques et organoleptique du fromage fondu pasteurisé fabriqué au niveau du L.F.B (Boudouaou). Mémoire de fin d'études .Université M'hamed Bougerra, Boumerdès, 56p.
- 27. Harek D, Samar A et Adel D, 2010.** La filière lait en Algérie : Un défi à relèver : Contribution à l'étude de la typologie des élevages bovins laitiers dans la wilaya de Blida, 2p.
- 28. Hayaloglu A.A, Fox P.F, Guven M et Cakmakci S, 2007.** Cheeses of Turkey: 1.Varieties ripened in goat-skin bags. *Le Lait*, Vol. 87, pp. 79-95.
- 29. Irlinger F et Mounier J, 2009.** Microbial interactions in cheese: Implications for cheese quality and safety. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 20, pp. 142-148.
- 30. Kalit M.T, Kalit S et Havranek J, 2010.** An overview of researches on cheeses ripening in animal skin. *Mljekarstvo*, Vol. 60 No. 3, pp. 149-155.
- 31. Katz H et Weaver W.W, 2003.** Encyclopedia of food and culture. Charles Scribner's Sons. New York. *Acceptance to food politics*, Vol. 1, 718p.
- 32. Kellil S, 2015.** Purification et caractérisation d'une enzyme coagulante d'origine microbienne pour application en fromagerie. Thèse de doctorat, UMBB, 179p.
- 33. Kherbouche H, 2014.** Influence d'un traitement à Ultrason sur la thermorésistance de lait. Mémoire de master en Biologie Moléculaire et Cellulaire. Université Aboubekr Belkaid, Tlemcen, 50p.
- 34. Kiboua A, 1992.** Qualité du fromage fondu pasteurisé fabriqué à l'unité Boudouaou. Thèse d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique, 90p.
- 35. Kirat, 2007.** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines -Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier, France, 13p.

- 36. Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, El yachioui M, Berny E et Ouhssine M, 2009.** Etude physico-chimique et microbiologique du lait cru. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, Vol. 148, pp. 7-16.
- 37. Lagrange I, 1995.** Mise en pratique de la méthode « HACCP » en élevage caprin laitier afin de garantir la qualité du lait : l'exemple des laiteries Triballat. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire. Alfort.
- 38. Lahsaoui S, 2008.** Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (Klila). Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Université El Hadj Lakhdar, Batna, 72p.
- 39. Lakehal S, 2005.** Etude du système HACCP au cours de la fabrication du lait pasteurisé conditionné afin de maîtriser la qualité microbiologique. Cas de la laiterie fromagerie Boudouaou. Mémoire d'ingénieur d'état, institut national agronomique, El Harrach, Alger, 125p.
- 40. Larousse A, 1981.** Edition. Larousse, France, 1184 p.
- 41. Lejaouen J.C, 1977.** La fabrication du fromage de chèvre fermier. Institut Technique de l'Elevage ovin et caprin. ITOVIC, Paris, pp 18-37, 214 p.
- 42. Luquet, 1990.** Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Edition. Lavoisier. Techniques et documentation, Paris, Tome 2, 637p.
- 43. Luquet F.M. et Corrieu G, 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Edition. Techniques et Documentation, Lavoisier. Paris 307p.
- 44. Mahaut M, Jeantel R et Brule A, 2000.** Initiation à la technologie fromagère techniques et documentation. Lavoisier, Paris, 194p.
- 45. Mahaut M, Jeantet R et Brulé G, 2003.** Initiation à la technologie fromagère. Paris, Lavoisier, Technique Et Documentation, Lavoisier, France ; Pp 24-102.
- 46. Mietton B.M, Desmazeaud H, Roissart et Weber, 1994.** Transformation du lait en fromage, Bactéries lactiques, vol.2, Chapitre IV, 3^{ème} édition, Loriga, 133p.
- 47. Mohamadou D, 2001.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologie du lait caillé industriel commercialisé sur le marché DAKAROIS. Thèse de doctorat .Université Cheikh Antadiop, Dakar, 133p.

- 48. M. Belbeldi A., 2012.** Contribution à la caractérisation du fromage Bouhezza: Contenu lipidique et vitamines. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires, Constantine, 189p.
- 49. Nedjar S, Kihal M, 2000.** Contrôle de qualité physico-chimique et microbiologique du fromage fondu pasteurisé. Mémoire de fin d'études de technicien supérieur en contrôle de qualité agro-alimentaire. Institut national de la formation, 119p.
- 50. Nouali Z, 2014.** Etude qualitative physico-chimique et bactériologique de l'eau destinée à la transformation industrielle de maïs en amidon «Maïserie de Maghnia». Mémoire de master en Biologie. Université Abou Bekr Belkajd, Tlemcen, 83p.
- 51. Oner Z, Sagādiç O et Şimşek B, 2004.** Lactic acid bacteria profiles and tyramine and tryptamine contents of Turkish tulum cheeses. *Eur. Food Res. Technol*, Vol. 219, pp. 455-459.
- 52. Panisset J.C, Dewailly E et Doucet-Leduc H, 2003.** Contamination alimentaire. In : Environnement et santé publique- Fondement et pratique, pp. 369-395.
- 53. Pointurier H, 2003.** La gestion matière dans l'industrie laitière. Lavoisier. Techniques et documentation, France, pp 64 (388 pages).
- 54. Renane F et Saadi C, 2010.** Influence de la concentration des sels de fonte sur la qualité physico-chimique et organoleptique du fromage fondu. Mémoire de fin d'études d'ingénieur d'état en technologie alimentaire. Université M'Hamed Bougarra, Boumerdès, 96p.
- 55. Serhan M, 2008.** Valorisation des laits de chèvre de la région du Nord Liban. Transformation en fromage Dariyeh et établissement de la caractéristiques physicochimiques et microbiologiques en vue de la création d'une appellation d'origine. Thèse de doctorat. Institut National polytechnique de Lorraine, 199p.
- 56. Serhan M, Linder M, Hosri C et Fannia J, 2010.** Changes in proteolysis and volatile fraction during ripening of darfiyeh, a Lebanese artisanal raw goats milk cheese. *Small Ruminant Research*, Vol. 90, pp. 75-82.
- 57. Tfyeché L, 2014.** Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement. Mémoire master professionnel en Sciences Techniques. Université Kasdi Merbah, Ouargla, 47p.

- 58. Touati K, 1990.** Contribution à l'étude microbiologique et physico-chimique d'un fromage artisanal Algérien « La Klila ». Mémoire d'ingénieur. Université Mentouri, Constantine, 83p.
- 579. Traore S.** Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologiques du fromage fondu pasteurisé fabrique a la laiterie fromagerie de Boudouaou. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en génie biologie .université M'hamed Bougerra, Boumerdes, 79p
- 60. Veisseyre R, 1979.** Technologie du lait. 3^{ème} édition. Maison Rustique, 714 p.
- 61. Walther B, Schmid A, Sieber R et Wehrmuller K, 2008.** Cheese in nutrition and health, *Review. Dairy Sci. Technol*, Vol. 88, pp. 389-405.
- 62. Zaimdin z et zerouali s ,2015.**Suivi de la chaine de fabrication et analyses physico-chimiques et microbiologiques du fromage fondu pasteurisé fabriqué en algerie au niveau de LFB .Mémoire de fin d'étude en génie biologie université de M'hamed Bougerra, Boumerdes, 60p.
- 63. Zeller B, 2005.** Le fromage de chèvre : spécificités technologiques et économiques. Thèse de doctorat en science vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 78p.
- 64. La fabrication du fromage.** www.hotellerie-restauration.ac-versailles.fr.

Résumé

Le fromage est un aliment de bonne qualité nutritionnelle mais vite périssable, afin de vérifier s'il est propre à la consommation, deux types d'analyses sont effectués, des analyses microbiologiques pour voir si le fromage est contaminé ou non, et des analyses physico-chimiques en mesurant différents paramètres tel que le pH, la matière grasse.....etc. Ces analyses permettent de déterminer la qualité du produit.

Dans la présente étude, au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de Boudouaou on a contrôlé la qualité microbiologique et physico-chimique du fromage fondu pasteurisé ainsi que les matières premières usagées pour sa fabrication : l'eau de process, la poudre de lait, le fromage en bloc, le cheddar.

Les résultats des analyses effectués ont révélés que le fromage fondu pasteurisé fabriqué par LFB est de bonne qualité microbiologique et physico-chimique.

Mots clés: Qualité - Fromage Fondu - pasteurisé - Physico-chimique - Microbiologique.

Abstract

Cheese is a good quality nutritional food but vite perishable, to see if it is safe for consumption, both types of analyzes are done, microbiological testing to see if the cheese is contaminated or not and physicochemical analyzes chemicals by measuring different parameters such as pH.....etc. These tests determine the quality of the product.

In this study, the level of quality control laboratory Boudouaou was controlled the microbiological quality and physicochemical of pasteurized processed cheese raw and materials used in its manufacture: process water, milk powder, block cheese, cheddar.

The results of analyzes carried out have revealed that the pasteurized process cheese manufactured by LFB is safe .

Keywords: Quality - Melted Cheese - pasteurized - Physico-chemical – Microbiological.

ملخص

الجبن هو غذاء ذو جودة غذائية عالية ولكن قابل للتلف بسرعة، للتحقق مما إذا كان ذلك صالح للاستهلاك، نوعين من التحليلات يجب القيام بها، تحليلات ميكروبيولوجية، وتحليلات فيزيائية عن طريق قياس معايير مختلفة مثل درجة الحموضة والدهون..... الخ. هذه التحليلات تحدد جودة المنتج .

تمت الدراسة على مستوى مخبر مراقبة الجودة ببودواو على الجبن المطبوخ المبستر والمواد المستخدمة في صناعته.

وقد كشفت نتائج التحليل التي أجريت على الجبن مبستر أنه من نوعية جيدة .

الكلمات الدالة : الجودة - الجبن المطبوخ - المبستر - الفيزيائية والكيميائية - الميكروبيولوجية