

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de BLIDA1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire « BPC »



Mémoire de fin d'étude En Vue de l'obtention du diplôme de
Master en biologie

Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

Thème

**SUIVI DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE ET
MICROBIOLOGIQUE DU CAMEMBERT « PRESIDENT »
AU NIVEAU DE LA LAITERIE DE BENI TAMOU.**

Soutenu le 04/07/2016

Présenté par : *Moussi Fella* & *Driss Fadhila*

Devant le jury :

Mme BOUJEMAA. N	Présidente	MCB
Mme KANANE. A	Examinatrice	MAA
Mme BOULKOUR. S	Promotrice	MCB
Mr BENCHAABENE .M	Co-promoteur	Responsable d'atelier pâte molle

Promotion : 2016

REMERCIEMENTS

C'est grâce à Dieu tout puissant qui nous a donné le courage, la force et la volonté que nous avons pu mener à terme ce travail.

Nos sincères remerciements :

❖ *A notre promotrice **Mme BOULKOUR** Pour avoir accepté de diriger ce travail, et pour le temps accordé à la lecture et la correction de ce travail.*

Je vous pris d'accepter l'expression de mon respect et de mes vifs remerciements.

❖ *A **Mme BOUJEMAA N** pour avoir accepté de présider le jury*

❖ *A **Mme KANANE A** pour avoir accepté d'examiner le travail*

❖ *A **Mr Benchaabene Mustapha** ,responsable de l'atelier*paté molle*pour nous avoir accueilli.*

❖ *A l'ensemble du personnel du laboratoire de la LBT pour sa sympathie et sa collaboration*

❖ *A l'ensemble du personnel de l'atelier*paté molle*de la LBT qui s'est toujours montré prêt pour répondre à nos questions.*



DEDICACE

Grâce à l'aide de Dieu, nous avons effectuée ce modeste travail que je dédie :

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi et qui m'ont donné

Un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mes chères frères : Mouhamed et Abdelghani .

A mes tante ,mes ancles .

A mes deux grands-mères :Fatma et Khira

A ma cousine imene qui ne cesse de m'encourager et m'aidé.

A tous mes amis : Fadhila , Faiza , Khaoula , Newel, Fatima, soumia.

A tous la promotion 2016.

A ceux que j'aime et qui son chers à mon cœur .

FELLA



DEDICACE

Grâce à l'aide de Dieu, nous avons effectuée ce modeste travail que je dédie :

A mes chers parents qui ont toujours donnés le courage et l'aide pour avancer

Un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mon chère frère : Norin.

A mes chères soeures :Houria, Naima, Fatima.

A ma grand-mère : Cherifa.

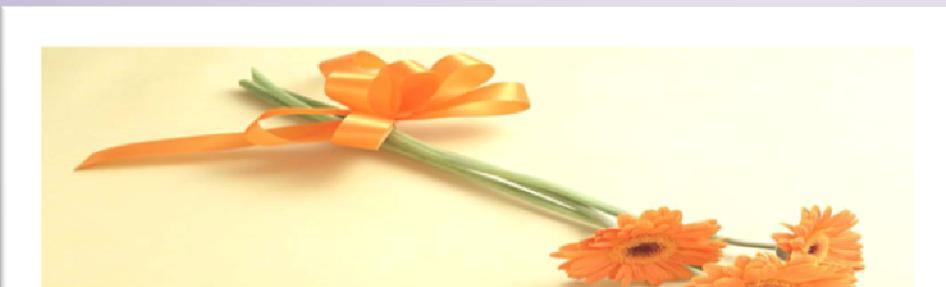
A mon grand-père : Zarouk,

A tous mes amis : Fella , Faiza , Khaoula , Newel, Fatima, soumia, Sarah.

A tous les étudiants de master 2 :MTA.

A tous les personnes que j'aime.

Fadhila



Résumé

Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique d'un fromage à pâte molle type camembert dénommé « président », et de suivre le déroulement du processus de sa fabrication au sein de la laiterie de Beni-Tamou. Les analyses physicochimiques et microbiologiques sont réalisées pour 3 dates de fabrication successives, et les prélèvements sont réalisés sur les matières premières (eau, la poudre, le lait cru, matière grasse laitière anhydre), le produit au cours de fabrication et aussi sur le produit fini (camembert). Des analyses microbiologiques ont été réalisées pour tous les prélèvements à savoir culture, enrichissement, et identification biochimique pour les germes pathogènes comme les salmonelles, les staphylocoques...etc. et aussi pour les coliformes totaux, coliformes fécaux et levures et moisissures.

Des analyses physicochimiques ont été effectuées sur la matière sèche, le taux de sels après l'étape de salage et dans le produit fini, ainsi nous avons mesuré l'acidité, la densité. etc

Cependant, Les résultats de cette étude ont permis de constater que tous les paramètres physicochimiques et microbiologiques analysés sont conformes aux normes exigées par l'industrie et par le journal officiel avec une absence totale des germes pathogènes dans tous les prélèvements testés.

Mots clés : fromage camembert, qualité physicochimique, qualité microbiologique, laiterie de Beni-Tamou.

Summary:

In this work, we are interested in the study of physicochemical and microbiological quality of a soft cheese like Camembert called "president", and follow the progress of the process of manufacture in the dairy Beni Tamou. The physicochemical and microbiological analyzes are performed for three successive manufacturing dates, and the sampling is done on raw materials (water, powder, raw milk, anhydrous milk fat), the product during manufacturing and also on the product finished (camembert). Microbiological analyzes were performed for all samples ie culture, enrichment, and biochemical identification of pathogens such as salmonella, staphylococci ... also etc.et for total coliforms, fecal coliforms, and yeasts and molds.

Physicochemical analyzes were performed on the dry matter, the rate of salts after the salting step and in the finished product, and we measured the acidity and density.

However, results of this study have allowed to see that tous analyzed physicochemical Etc and microbiological parameters are consistent with industry standards required by the official Newspaper and with a total absence of pathogens in all samples tested.

Keywords: camembert cheese, physicochemical quality, microbiological quality, dairy Beni Tamou.

ملخص

في هذا العمل نحن مهتمون بدراسة الجودة الفيزيائية الميكروبيولوجية للجبن الطري مثل الكمبير يسمى بـ "الرئيس"، ومتابعة التقدم المحرز في عملية تصنيع في منتجات الألبان بني تامو. يتم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية الميكروبيولوجية لمدة ثلاث تواريخ تصنيع متعاقبة، ويتم أخذ العينات على المواد الخام (الماء، ومسحوق الحليب الخام، لا مائي الحليب كامل الدسم)، والمنتج أثناء التصنيع وأيضا على المنتج النهائي (كمبير) أجريت التحاليل الميكروبيولوجية لجميع العينات

لمجموع القولونيات البرازية، وتحديد مسببات الأمراض مثل السالمونيلا، المكورات العنقودية ... أيضا الخمائر والفطريات. أجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية على أساس المادة الجافة، نسبة الأملاح بعد خطوة التملح وفي المنتج النهائي، وقمنا بقياس درجة الحموضة، الكثافة.

ومع ذلك فإن من خلال نتائج هذه الدراسة لاحظنا ان المقاييس الفيزيائية و الميكروبيولوجية المدروسة، تتفق مع المعايير المطلوبة من طرف الملبنة و من قبل الجريدة الرسمية، ومع الغياب التام لمسببات الأمراض في جميع العينات التي تم اختبارها.

كلمات البحث: جبن الكمبير، الجودة الفيزيائية، الجودة الميكروبيولوجية، ملبنة بني تامو.

La liste des tableaux

Tableau I : Classification des fromages selon la richesse en matière grasse.....	06
Tableau II : les principaux constituants des fromages à pâtes molle.....	12
Tableau III : Flore originale de lait cru.....	19
Tableau IV : Composition de la poudre de lait écrémé de qualité supérieure.....	Annexe n°1
Tableau V : La valeur nutritionnelle de 100 g de camembert.....	annexe n°8
Tableau VI : Calendrier des analyses physicochimiques et microbiologiques.....	21
Tableau VII : Les différents prélèvements effectués au niveau de la chaîne de fabrication.....	24
Tableau VIII : Milieux de cultures, température et temps d'incubation des germes recherchés des différents échantillons analysés	25
Tableau IX : Représentation des analyses physicochimiques de la matière première.....	63
Tableau X : Représentation des analyses physicochimiques des produits au cours de fabrication et du produit fini.....	63
Tableau XI : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de procès.....	74
Tableau XII : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	75
Tableau XIII : Résultats des analyses microbiologiques du lait après pasteurisation	76
Tableau XIV : Résultats des analyses microbiologiques du camembert pendant l'étape de Démoulage.....	77
Tableau XV : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini (camembert).....	78
Tableau XVI : Résultat des analyses microbiologiques de l'ambiance.....	79
Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologique des frottis.....	80
Tableau XVIII : Résultats des analyses physicochimiques du lait cru entier.....	81
Tableau XIX : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de procès.....	82
Tableau XX : Résultats des analyses physicochimiques de la poudre du lait.....	83
Tableau XXI : Résultats des analyses physicochimiques du lait reconstitué.....	83
Tableau XXII : Résultats des analyses physicochimiques de l'étape de Maturation 1 ^{ère}	84
Tableau XXIII : Résultats des analyses physicochimiques de l'étape de Maturation 2 ^{ème}	85

Tableau XXIV: Résultats des analyses physicochimiques de l'étape d'Emprésurage.....	86
Tableau XXV: Résultats des analyses physicochimiques de l'étape du Moulage.....	87
Tableau XXVI : Résultats des analyses physicochimiques de l'étape d'Egouttage.....	88
Tableau XXVII: Résultats des analyses physicochimiques de l'étape de Démoulage.....	89
Tableau XXVIII: Résultats des analyses physicochimiques de l'étape de Salage	90
Tableau XXIX : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini (camembert).....	91

La liste des figures :

Figure N°1 : La diversité des fabrications fromagères.....	5
Figure N°2 : Composition du lait de vache.....	18
Figure N°3 : Homogénéisateur.....	annexe n°8
Figure N° 4 : Cuves de maturation.....	annexe n°8
Figure N°5 : Coagulation du lait.....	annexe n°8
Figure N°6 : Tranchage et découpage du caillé.....	annexe n°8
Figure N°7 : Brassage du caillé.....	annexe n°8
Figure N°8 : Le moulage.....	annexe n°8
Figure N°9 :l'égouttage.....	annexe n°8
Figure N°10 : Le démoulage.....	annexe n°8
Figure N°11 : Le salage.....	annexe n°8
Figure N° 12 : L'affinage.....	annexe n°8
Figure N°13 :L'évolution du camembert durant l'affinage.....	annexe n°8
Figure N°14 : Diagramme de la fabrication du camembert au niveau de la laiterie..	annexe n°8
Figure N° 15 : Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale dans l'eau..	28
Figure N° 16 : Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane.....	31
Figure N° 17 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	34
Figure N° 18 : Recherche et dénombrement des CSR dans l'eau.....	37
Figure N°19 : Préparation des dilutions décimales d'un produit solide ou semi solide.....	40
Figure N°20 : Préparation des dilutions décimales d'un produit liquide.....	41
Figure N°21 : Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	43
Figure N°22 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	46
Figure N°23 : Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	49
Figure N°24 : Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfito- réducteur</i>	51

Figure N°25 : Recherche et dénombrement des salmonelles.....	54
Figure N°26 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	56
Figure N°27 :Recherche et dénombrement de <i>listeria monocytogenes</i>	59

Liste des abréviations

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée

ASR : anaérobies sulfite réducteurs

Aw : Activité Water

BLVBRP : Gélose Bilié Lactosé au Vert Brillant et Rouge de Phénol

Ca : Calcium

CaCl₂ : Chlorure de calcium

CSR : Clostridium Sulfite-réducteur

CT : Coliforme totaux

CF : Coliformes Fécaux

°D : degré Dornic

DLC : Date Limite de Consommation

EST : Extrait sec

ESD : Extrait Sec Dégraissé

Etc : Exeterat

°F : degré Français

FAO : Food Agriculture Organisation

GC: Giolitti Contonii

GDL: Glucono-Delta-Lactone

G/ S : Gras / Sec

HFD : Humidité du Fromage Dégraissé

IPL : Indice de Protéines Lactosériques

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Kcal : Kilo calorie

LBT : Laboratoire de Béni Tamou.

MGLA : Matière Grasse Laitière Anhydre

MG : Matière Grasse

ug : Micro gramme

Min : Minimum

O.G.A : (Oxytétracycline-Glucose-Yeast Extract Agar)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPT: Optimal

PCA: plate count agar

pH : potentiel d'Hydrogène

pH (dém) : potentiel d'Hydrogène du démoulage

pH (Emp) : potentiel d'Hydrogène d'Emprésurage

SFB : Bouillon d'enrichissement au sélénite de sodium et à la cystéine

T.G.E.A: TRYPTONE GLUCOSE EXTRACT AGAR

TSE: Tryptone sel eau

TSAYE: Tryptone Soya Agar Yeast Extract

TTC : Chlorure de triphényl tétrazolium

TA : Titre Alcalimétrique

TAC :Titre Alcalimétrique Complet

TH :Titre Hydrométrique

UFC : Unité Formant Colonie

VF : viande foie

VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Sommaire

-Remerciements	
-Dédicace	
-Résumé	
-Liste des tableaux	
- Liste des figures	
- Liste des abréviations	
Introduction.....	01

Chapitre I : Synthèse bibliographique Généralité sur les fromages

I -Les fromages	
I.1-Généralité sur les fromages.....	02
I.2- Classification.....	02
I.2.1- Selon la technologie de fabrication.....	03
I.2.1.1- Les fromages frais.....	03
I.2.1.2-Les fromages à pâte molle.....	03
I.2.1.3-Les fromages à pâte pressé.....	04
I.2.1.4-les fromages fondus.....	05
I.2.2- Selon la richesse en matière grasse.....	05
I.2.3-Selon le type de lait.....	06
I.3-La flore d'intérêt technologique.....	07
I.3.1-Les bactéries lactiques.....	07
I.3.2-Les bactéries propionique.....	10
I.3.3- Les bactéries de surface.....	10
I.3.4-La flore fongique.....	10
I.4-Généralité sur les fromages à pâtes molle.....	11
I. 4.1-Définition du camembert.....	11
I.4.2-Principaux caractéristiques d'un camembert prêt à la consommation.....	11
I.4.3-Composition moyenne des fromages à pâte molle.....	12
I.4.4-Rendement fromager	12
I.4.5- Les auxiliaires technologiques utilisées dans le camembert.....	12
I.4.5.1-Les ferments lactiques.....	13
I.4.5.2- Les enzymes.....	13
I.4.5.3- Les levains fongiques.....	13
I.4.5.4- Les sels minéraux.....	15
I.4.6-Les phénomènes d'interactions entre flore du camembert.....	16
I.4.7-Les matières premières.....	17
I.2.7.1-lait de vache.....	17

I.2.7.2-poudre de lait.....	19
I.2.7.3-la matière grasse laitière anhydre(MGLA).....	20
I.2.7.4-l'eau de procès.....	20

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Démarche expérimentale.....	21
1.1 Objectif de travail.....	21
1.2 Les analyses effectuées.....	21
1.3 Matériel.....	22
1.3.1- Matériel non biologique.....	22
1.3.2- Matériel biologique.....	22
1.4 Méthodes.....	22
1.4.1 Echantillonnage.....	22
1.4.2 Mode de prélèvement.....	22
2- Techniques d'analyses microbiologiques.....	24
2-1. Méthodes d'analyse.....	24
2.1.1. Eau de procès.....	26
2.1.1.1- Recherche et dénombrement de L'FTAM.....	26
2.1.1.2- Recherche et dénombrement des coliformes.....	29
2.1.1.3- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	32
2.1.1.4- Recherche et dénombrement des CSR.....	35
2.1.2 Préparation des échantillons pour les analyses microbiologiques.....	38
2.1.2.1- Produits liquides.....	38
2.1.2.2- Produits solides.....	39
2.1.2.3- Recherche et dénombrement de L'FTAM.....	42
2.1.2.4- Recherche et dénombrement des coliformes.....	44
2.1.2.5- Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	47
2.1.2.6 -Recherche et dénombrement des CSR.....	50
2.1.2.7- Recherche et dénombrement des Salmonelle.....	52
2.1.2.8 -Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	55
2.1.2.9- Recherche et dénombrement de <i>listeria monocytogène</i>	57
2.1.3. Analyses microbiologique de l'environnement.....	60
2.1.3.1. Analyses microbiologiques de l'ambiance.....	60
2.1.3.1. Analyses microbiologiques des frottis.....	61
3. Techniques d'analyse physico-chimique.....	63
3.1- Méthodes d'analyses.....	64
3.1.1- Détermination du pH.....	64
3.1.2- Détermination de l'alcalinité de l'eau (TA, TAC).....	64
3.1.3- Détermination du titre hydrométrique de l'eau (TH).....	66
3.1.4- Détermination du Détermination du chlore totale et du chlore libre de l'eau....	67
3.1.5- Détermination de la Densité.....	67
3.1.6 -Détermination de l'acidité Dornic.....	68
3.1.7- Détermination de la teneur en matière grasse.....	69
3.1.8- Détermination de l'extrait sec total.....	72
3.1.9- Détermination de (G/S).....	73
3.1.10- Détermination de taux de sel.....	73

Chapitre III : Résultats et Discussions

1. Résultats et discussions du contrôle microbiologique.....	74
1.1. Résultats et discussions des matières premières.....	74
1.1.1- L'eau de procès.....	74
1.1.2- Poudre de lait.....	75

1.1.3-Lait reconstitués après pasteurisation.....	76
1.2. Résultats et discussion de produit en phase de démoulage.....	77
1.3-Résultats et discussion du produit fini.....	78
1.4. Résultats et discussions du contrôle microbiologique de l'environnement... 79	
1.4.1. Analyses microbiologiques de l'ambiance.....	79
1.4.2. Analyses microbiologiques des frottis.....	80
2. Résultats et discussions du contrôle physico-chimiques.....	81
2.1. Résultats et discussions des Matières premières.....	81
2.1.1. Lait cru.....	81
2.1.2. L'eau de procès.....	82
2.1.3. La poudre du lait écrémé.....	83
2.2. Résultats et discussions du produit semi finie.....	83
2.2.1-Lait reconstitué (lait cru+MGLA+l'eau+poudre).....	83
2.2.2-Lait de maturation Primaire (TF 701 et TF 702).....	84
2.2.3-Lait de maturation Secondaire.....	85
2.2.4-Lait d'emprésurage.....	86
2.2.5-Le caillé après moulage.....	87
2.2.6-Le caillé en égouttage.....	88
2.2.7 Le caillé après démoulage.....	89
2.2.8-Le caillé après salage (entrée cave).....	90
2.2.9-Produit fini.....	91
Conclusion.....	93
-Références bibliographiques	
-Annexes	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La production et la consommation des produits laitiers ont varié dans le temps d'un pays à l'autre en fonction du contexte économique certes mais aussi socioculturel. En termes de fromage, on trouve surtout les pâtes molles et les fromages frais qui sont les plus consommés et qui représentent plus de 60% de la consommation en raison de leur apport nutritionnel et la grande digestibilité qui les rendent intéressants pour tous les groupes d'âge (**Mahaut *et al.*, 2000**).

Le fromage, un de nos aliments de base les plus nourrissants et les plus savoureux, existe dans presque toutes les parties du monde (**Eekhof-Stork, 1976**). Faire du fromage c'est un métier domestique qui est devenue un art, un art qui est devenue une industrie. (**In Rezoug, 2009**).

L'Algérie est le premier consommateur de lait et produits dérivés au Maghreb et se place ainsi au troisième rang mondial en matière d'importation de laits et produits laitiers, après l'Italie et le Mexique (**In Chemache, 2011**).

Avec l'augmentation des échanges internationaux la qualité des fromages, qu'elle soit sensorielle, nutritionnelle ou hygiénique, est devenue un atout important des conquêtes des marchés. Dans ce cadre, les contrôles physicochimiques et microbiologiques prennent une importance grandissante (**Eck et Gillis, 1997**).

En production fromagère, les analyses physicochimiques et microbiologiques, peuvent porter sur toute la chaîne alimentaire de production depuis les matières premières et les auxiliaires de fabrication (enzymes coagulant, ferments), jusqu'aux produits finaux et intermédiaires (fromages, sérums), ces analyses de contrôle sont de plus en plus nécessaires pour diminuer les coûts de production (**Eck et Gillis, 1997**).

Le présent travail porte sur le suivi de la qualité physicochimique et microbiologique d'un fromage à pâte molle type camembert.

Le manuscrit comporte trois parties : une revue bibliographique sur les fromages et le camembert, les techniques et les méthodologies sont également décrites dans le second chapitre, et finalement un troisième chapitre qui englobe les résultats et discussion, avec une conclusion qui clôture ce manuscrit.

I- Le fromage

I-1-Généralité sur les fromages:

Le fromage est un produit laitier, frais ou affiné, plus ou moins riche en matière grasse qui résulte de la coagulation de certaines protéines du lait (caséines), sous l'effet de l'acidification due à des ferments microbiens ou à l'action enzymatique de divers produits comme la présure.

Le mot *fromage* dérivé de l'ancien français « fromage » et vient du latin *formaticum* qui désigne un moule à fromage. Sa fabrication est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux, pour conserver les principaux constituants du lait. Plus tard, les romains s'intéressèrent aux procédés de fabrication des fromages et stimulèrent le développement de nouvelles variétés.

L'art fromager a connu un fort développement au XIX^{ème} siècle avec la découverte des micro-organismes de fermentation par Pasteur, l'apparition du froid industriel et le développement des moyens de transport... (In Ben Ali, 2008).

La composition du fromage, aliment hautement digestible, le rend intéressant pour tous les groupes d'âge.

Les qualités nutritionnelles des fromages sont liées à leur composition et à l'état de leurs composants (Eck et Gillis, 1997).

La fabrication des fromages est plus ou moins complexe. Ils subissent des opérations diverses en fonction du type de fromage souhaité (égouttage, salage, affinage...).

En fonction de ces diverses opérations, on distingue plusieurs types de fromages (Petit - Suisse, Camembert, Roquefort...) (Guiraud, 2012).

I-2-Classification des fromages

La grande diversité des fromages rend leur classification difficile. Les critères de classification suivants peuvent être pris en compte :

- L'origine du lait (vache, brebis, chèvres...).
- La composition des fromages en matières grasses.
- La technologie de fabrication (Deroissard et Luquet, 1994).

I-2-1 Selon la technologie de fabrication :**I-2-1-1- Fromages blancs (frais) :**

Ce sont des fromages à égouttage obtenus par centrifugation ou filtration. Ils subissent essentiellement une fermentation lactique (cependant il y a souvent une légère action de la présure) et ne sont pas affinés. Leur humidité est élevée (70 à 75%).

Ils sont obtenus avec des laits pasteurisés (sauf dérogation) et sont conservés au froid (**exemple** : Petit-Suisse, fromage Demi-Sel, etc.) (**Guiraud, 2012**).

I-2-1-2 Les Fromages à pâte molle :

-Les fromages à pâte molle sont des fromages affinés ou non ayant éventuellement subi, indépendamment de la fermentation lactique, d'autres fermentations, et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée (**EPMDA (GEM RCN), 2009**).

-Le taux d'humidité varie entre 50 et 60 % et les matières grasses représentent 20 à 26% du poids du fromage.

-ils subissent une fermentation importante qui va de la surface de la pâte vers l'intérieur.

-ils sont très peu utilisés en cuisine car ils perdent beaucoup de saveur lorsqu'ils sont chauffés (**Mahaut, 1990**).

Dans cette catégorie on peut trouver :

a/ Les fromages à pâte molle croûte fleurie :

Les fromages de cette famille passent par un affinage maîtrisé. Il s'agit de fromage dont la croûte est blanche, de texture duveteuse. La pâte est souple et onctueuse. On leur attribue des parfums de champignon, de levure, de mousse ou encore de terre humide, et leur saveur fait penser aux arômes du champignon, de la noisette et du beurre (**Anonyme 3, 2001**).

b/ Les fromages à pâte molle croûte lavée :

Sont des fromages soumis à des lavages de saumure légère qui ont pour but de maintenir l'humidité, la souplesse de la pâte et de la croûte et d'éliminer certains ferments. Ces fromages ont une saveur délicate et une parfume intense. Pour assurer un taux d'humidité interne convenable et une fermentation adéquate, ces fromages sont placés en atmosphère humide, près de 90 % d'humidité, et à une température entre 12 et 15 °C. L'affinage de certains de ces fromages se termine par un trempage dans un alcool, comme le levain ou la bière (**Lenoir et Brule, 1997**).

c/ Les fromages à pâte persillés :

Ce sont des fromages ni cuits ni pressés, dont le caillé est d'abord réduit en morceaux, moulu, égoutté, salé, puisensemencé de moisissures telle que *penicillium roquefort* déposées dans la pâte à l'acide de longues aiguilles.

Les fromages à pâte persillée peuvent être aussi bien fabriqués à partir de lait de vache ou de lait de brebis. Quel que soit le lait, ce sont des fromages que l'on retrouve plutôt dans les régions de France. Les plus connus d'entre eux pour le lait de vache sont le bleu ou la fourme d'Ambert, et pour le lait de brebis, le roquefort est un des incontournables (**Anonyme 3, 2001**).

I-2-1-3 - Les fromages à pâte pressé :**a/ Les fromages à pâte pressé non cuites :**

Les fromages à pâte pressée non cuite peuvent être des fromages fabriqués à partir de lait de vache ou de brebis. Le lait peut tout aussi bien être cru ou pasteurisé. C'est la croûte des fromages qui leur donne toute leur saveur et leur arôme. Elle peut être plus ou moins épaisse selon la durée de l'affinage.

Sont des fromages qui subissent une période d'affinage assez longue en atmosphère fraîche (7-10°C) et très humide 90 %. Le caillé est réduit en petit grains, puis pressé et ensuite démoulé et trempé dans une saumure (**Mahaut, 1990 ; Gueguen, 1997**).

b/ Les fromages à pâte pressé cuites :

Sont des fromages dont le caillé est chauffé pendant moins d'une heure afin de l'affermir, ce qui formera une pâte compacte après le pressage. Leur longue fermentation qui dure généralement de 4 à 12 mois actifs l'action des bactéries. Dans certains cas, il y a formation de gaz carbonique qui ne peut s'échapper de la pâte, entraînant la formation des trous (yeux), de grosseur et en nombre variable, propres à chaque variété de fromages. La texture de la pâte est généralement ferme mais peut être parfois très granuleuse comme dans le cas du parmesan et du romano. Certaines meules de ces fromages pèsent entre 40 et 130 Kg.

(**Mahaut, 1990 ; Gueguen, 1997**).

I-2-1-4 -Les fromages fondus :

Les fromages fondus sont des produits obtenus par le mélange de fromages de différentes origines et à différents stades d'affinage avec des sels de fonte, ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante, jusqu'à obtention d'une masse homogène qui est conditionnée dans un emballage protecteur. On peut ajouter d'autres matières premières d'origine laitières (beurre, poudre de lait) ou incorporer des ingrédients aromatiques. (ECK Gillis, 1997).

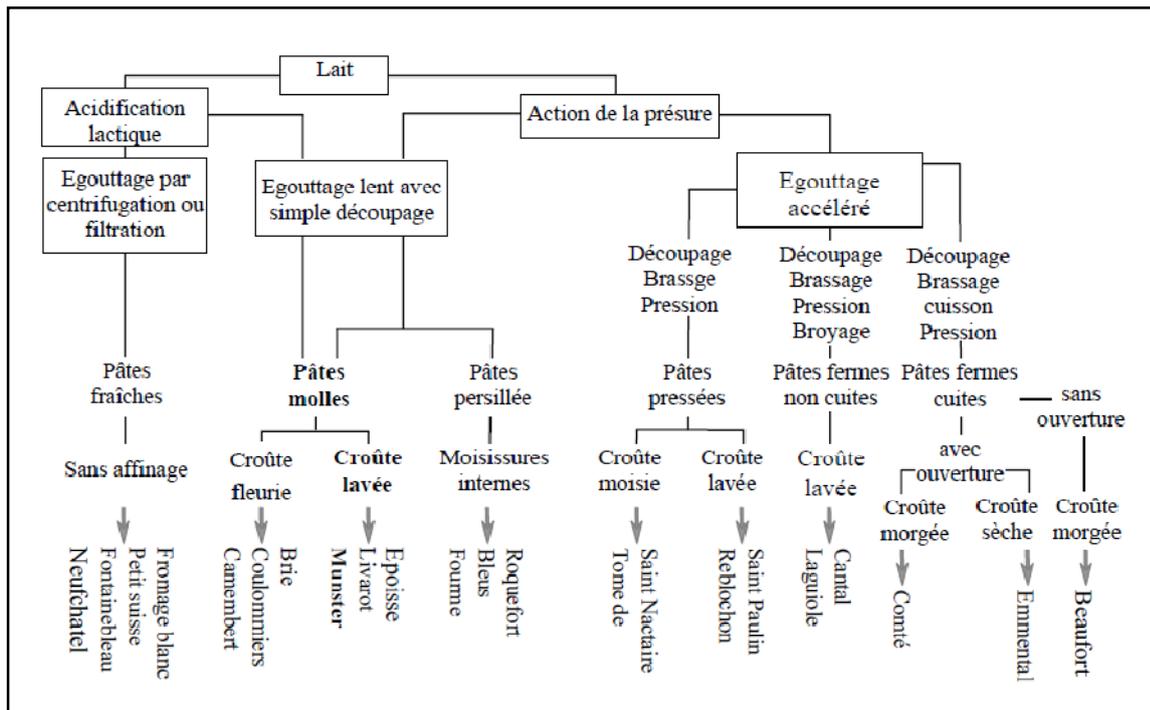


Figure 1 : la diversité des fabrications fromagères (Gaucheron, 2004).

I-2-2 Selon la richesse en matière grasse :

La matière grasse joue un rôle essentiel dans la texture du fromage et contiennent les éléments chimiques qui donnent à chaque fromage ses caractères et ses saveurs particulières et selon la teneur en matières grasse le cadre réglementaire qui est constitué principalement par le décret 88-1206 du 30 décembre 1988 par la norme A-1978 de la FAO et enfin par le codex alimentaire qui classe les fromages comme suite

Le tableau ci – après donne la classification des fromages selon leurs richesses en matière grasse.

Tableau I: Classification des fromages selon la richesse en matière grasse (Anonyme 2, 2007).

Type /classification	% en matière grasse
Triple crème	Plus de 75 %
Double crème	De 60 à moins de 75 %
fromage gras	De 50 à moins de 60 %
Fromage allégé (sans addition de sucre)	De 20 à moins de 30 %
Fromage maigre	Moins de 20 %

I-2-3 Selon le type de lait :

a/ Les fromages de chèvres :

Il existe une multitude de fromage de chèvre. Crottins, briques, bûches, bûchettes, pyramides, bouchons... Ils ont des textures et des goûts bien différents, d'où ressort la saveur caprine. Les fromages peuvent être fabriqués à partir de lait de chèvre cru ou pasteurisé. Certains sont élaborés également à partir d'un mélange de lait de chèvre et de lait de vache, avec malgré une proportion de chèvre minimum de 50 %. Parmi les fromages de chèvres les plus réputés, citons le chevrotin, le crottin de chavignol, le rocamadour ou encore le chabichou du Poitou.

(Anonyme 3, 2001).

b/ Les fromages de brebis :

Un riche crémeuse au fromage fait entièrement à partir de lait de brebis, qui est bien adapté pour produire une gamme de texture ,de semi –doux à très ferme .Le lait de brebis de moutons est légèrement plus doux que celui du lait de vache et très riche , car il contient plus de deux fois la quantité de matière grasse dans le lait de vache .La saveur peut également être améliorée par le réseau des herbes qui poussent dans les zones souvent pâturées par les moutons. Il fournit également des harmoniques douces de la lanoline résultant dans un arôme de fromage. Le lait sucré combiné avec des saveur de noix naturelles élaborées à partir des résultats de l'affinage des fromages dans une riche dégustation de fromages qui peuvent aller dans la saveur de légère à très forte. Variétés courantes comprennent **Amou, Annot, Barac, Feta, Roquefort, Ricotta...** (In Moussa et Foura, 2015).

I.3-La flore d'intérêt technologique :**I.3.1-Les bactéries lactiques :**

Sont les bactéries des fermentations alimentaires, Elles sont en générale des cocci ou bâtonnets, gram +, aérotolérantes, catalase - ; les bactéries lactiques se caractérisent par une forte production d'acides lactiques et comprend les genres suivantes : *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

Les bactéries lactiques sont utilisées depuis longtemps dans la transformation et la conservation des aliments cet usage prolongé a établi. Sans ambiguïté, l'innocuité d'un certain nombre de souche et d'espèces appartenant à un nombre restreint de genre microbiens (**Luquet et Corrieu, 2005**).

Les bactéries lactiques peuvent être classées selon leur degré de fermentation en deux grands groupes :

- a. Homo fermentaires : qui acidifient le lait par fermentation du lactose présent dans le lait dont le produit final est l'acide lactique.
- b. Hétéro fermentaires : en plus de l'acidification du lactose ils lui confèrent des arômes particuliers. Les produits finaux de la fermentation seront constitués en plus de l'acide lactique, de l'éthanol, de l'acétate et du CO₂ (**Deroissard et Luquet, 1994**).

I.3.1.1-Les différents types des ferments :

Les ferments lactiques sont des cultures pures en proportion définies de différents bactéries lactiques qui en se multipliant dans le lait et dans le fromage (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

On distingue couramment deux types de ferments :

Les ferments mésophiles : qui sont en général utilisés pour des variétés de fromages dont la température des caillés dans la phase d'acidification ne dépasse pas 40°C.

Les ferments thermophiles : qui sont plutôt employés dans des variétés de fromages où la température dépasse 40°C. (**In Moussa S et Foura H, 2015**).

I.3.1.2 -Les principaux genres des ferments lactiques :

Les streptocoques, Les lactobacilles, Les leuconostocs

Les Streptocoques:

Les streptocoques sont des coques à coloration de gram positive et catalase négative qui possèdent un métabolisme homofermentaire strict, conduisant essentiellement à la production d'acide lactique. Ce genre microbien regroupe à la fois des bactéries d'intérêt industriel et nutritionnel (*Streptococcus thermophilus*).

***Streptococcus.thermophilus* :**

C'est une bactérie homofermentaire et produisant uniquement du L-lactate. C'est actuellement le seul streptocoque utilisé volontairement dans la fabrication des fromages et les produits laitiers (yaourt, lait fermenté), cette espèce présente le grand avantage de produire une activité acidifiante dans un large spectre de température. Sa température de croissance optimale se situe entre 42 et 44 C°, et la température minimale entre 19 et 30 C°. *Streptococcus thermophilus* présente une sensibilité importante au pH bas (de l'ordre de 4,6-4,8) et à l'acidité, impliquant sa lyse rapide au cours de l'acidification du lait (**Dridier et Prévost, 2009**).

Les lactobacillus : sont des bactéries Gram +, asporogènes, immobiles, pour la plupart aérotolérants. Leur morphologie va de cocci plus ou moins allongés à des formes longues, ce qui les rend parfois difficile à distinguer des leuconostoc.

Le genre lactobacillus se subdivise en trois groupes :

- Groupe 1 : anciennement appelé Thermobacterium.
- Groupe 2 : anciennement appelé Streptobacterium.
- Groupe 3 : anciennement appelé Betabacterium (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

Les leuconostocs : ils produisent de l'éthanol et des acides organiques à partir du lactose et du diacétyl à partir du citrate. Ils participent donc aussi à la constitution de l'arôme et de la saveur (**Fredot, 2005**).

Ces bactéries inhibent les microorganismes contaminants acidosensibles, certains espèces peuvent utiliser le citrate du lait et produisent du diacétyl, élément principal de saveur du beurre et d'autres produits laitiers (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

I.3.1.3-Activité métabolique des ferments lactiques :**Acidification :**

La croissance des bactéries lactiques dans le lait, puis dans le caillé entraîne la consommation du lactose et l'excrétion de l'acide lactique conduisant à l'abaissement du pH. Cette fonction acidifiante des bactéries lactiques est déterminante dans le processus d'élaboration des fromages.

La cinétique d'acidification dépend directement de trois paramètres : la nature des bactéries lactiques, leur niveau de population et la température du milieu (**Corrieu et Luquet, 2008**).

Cette acidification accélère la coagulation des caséines pendant la fabrication des fromages et favorise la synérèse. Le pH acide et la faible activité de l'eau réduisent la croissance de certains micro-organismes indésirables tels que Clostridium, listeria et Staphylococcus et préparent les conditions de développement des micro-organismes responsables et de l'affinage (levures et moisissures) (**In Cholet, 2006**).

Production de composés aromatiques :

Les bactéries libèrent des enzymes protéolytiques (plasmine, chymosine, protéase, acide) responsables de la protéolyse lors de l'affinage des fromages. Ce phénomène agit aussi bien sur la texture de la pâte que sur sa saveur et son arôme. Les protéases des bactéries lactiques libèrent des oligopeptides et des acides aminés qui participent à la saveur et à l'arôme des fromages, soit par eux-même, soit par leur métabolites (acides volatils, acétaldéhyde, alcool...).

Les bactéries lactiques sont responsables aussi de la lipolyse de la matière grasse du lait libérant des acides gras qui participent, soit par eux-mêmes, soit parce qu'ils sont à l'origine d'autres composés aromatiques (cétone, ester, lactone), aux caractéristiques sensorielles des fromages (**Corrieu, 2008**).

I.3.2-Bactéries propioniques :

Ce sont des germes anaérobies leur concentration augmente au cours de l'affinage de certains fromages (Emmental). Elles fermentent le lactose résiduel avec production d'acide propionique, d'acide acétique et de CO₂ dont l'accumulation est responsable de *trous* dans les fromages. Ces germes contribuent à la formation des saveurs et des arômes des pâtes fromagères (**Fredot, 2005**).

I.3.3-Bactéries de surface :

Les bactéries dominantes à la surface sont des Gram + et appartiennent, en grande partie, au groupe de staphylocoques et aux bactéries corynéformes. Elles possèdent en commun certains caractères physiologiques qui expliquent leur aptitude à s'implanter à la surface des fromages.

Elles sont les plus souvent aérobies, mésophiles, halotolérantes et acidosensibles, ne pouvant de ce fait se développer que dans une zone de pH proche de la neutralité (6 à 8.5) (**In Riahi, 2006**).

I.3.4-Flore fongique

I.3.4.1-Levure :

Les levures sont présentes dans le fromage à tous les stades de fabrication. Parmi les rôles qui peuvent leur être attribués, on peut citer :

La fermentation du lactose avec production du CO₂. Cependant, une fermentation trop active du lactose par les levures peut aussi provoquer des accidents tels que l'apparition d'une ouverture anormale ou l'apparition d'un goût levuré.

La neutralisation de la pâte par la consommation de l'acide lactique et des lactates formées par les bactéries lactiques et par la production d'ammoniac. Cette désacidification est indispensable pour le développement de la flore bactérienne acido-sensible (**Larpen, 1991**).

Les levures au cours de leur développement sur milieu sucré, produisent en plus de l'éthanol et du CO₂ des composés organoleptiques qui participent de façon importante à la saveur des produits fermentés (**Leveau, 1993**).

I.3.4.2 Moisissure :

La présence de moisissures internes ou superficielles caractérise divers types de fromages. Elles contribuent, en métabolisant l'acide lactique, à la neutralisation de la pâte et produisent de nombreuses enzymes qui participent à la maturation du fromage.

D'autres moisissures peuvent également contaminer le fromage à pâte molle pendant l'affinage. Les mucors sont souvent principalement incriminés dans l'incident du « poil de chat » des fromages à pâte molle. La surface des fromages est alors recouverte de touffe duveteuse plus ou moins blanche terminée par des petites boules grises, brunes, ou noires (**In Cholet, 2006**).

I.4- Généralité sur les fromages à pâtes molles :

I.4.1-Définition du camembert :

Le Camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface, principalement par des moisissures, conformément à la *Norme générale pour le fromage* (CODEX STAN 283-1978), qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux dudit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle (lorsqu'on appuie dessus avec le pouce) mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Les trous de gaz sont généralement absents, mais la présence de quelques ouvertures et fissures est acceptable. (**Anonyme 1, 2010**).

I.4.2- Principaux caractéristiques d'un camembert prêt à la consommation :

-C'est un fromage à pâte molle en forme de cylindre plat, recouvert de moisissures blanches (*Penicillium caseicolum*) (**Anonyme 4, 2007**).

-Sa Forme usuelle correspond à un cylindre plat, c'est-à-dire dont la hauteur est inférieure au rayon et en tout cas inférieure à 4 cm

Les Variantes existantes:

- a) Fromage entier découpé en secteurs.
- b) Demi-cylindre.
- c) Demi-cylindre découpé en secteurs (**Anonyme 4, 2007**).

-La croûte est de consistance molle, recouverte uniformément de moisissures blanches (*Penicillium caseicolum*).

- La pâte est souple et non friable, de couleur blanche à jaune crème (**Anonyme 4, 2007**).

I.4.3-Composition moyenne des fromages à pâtes molles

La composition des fromages à pâte molle varie selon le mode d'obtention, les ingrédients utilisés, et l'appellation d'origine contrôlée ou marque déposée. Cependant, la composition de ces fromages se rapproche de celle du camembert qui est présentée dans le tableau II.

Tableau II : Les principaux constituants des fromages à pâte molle (In Ait ourdja et Chami, 2007).

Les principaux constituants	Quantité (%)
Humidité	53.9
Gras	22.0
Protéines	21.2
Phosphore	0.31
Calcium	0.4
Autres	2.1

I.4.4-Rendement fromager :

Le rendement fromager ou le rendement de la transformation du lait en fromage est l'expression mathématique de la quantité de fromage obtenue à partir d'une quantité donnée de lait (souvent 100 l ou 100 kg) mais d'autres modes d'expression peuvent être utilisés pour exprimer la même notion :

*litrage mis en œuvre pour fabriquer un fromage ou bien encore un kg de fromage.

*proportion de tel constituants du lait ou groupe de constituant du lait restant dans le fromage (extrait sec dégraissé, protéines, caséines) (Eck et Gillis, 1997).

Le réglage de la composition des fromages et la détermination du rendement théorique découlent des relations qui lient la composition du lait mis en œuvre et la composition des fromages fabriqués (Veisseyre, 1975).

I.4.5- Les auxiliaires technologiques utilisés dans le camembert :

I.4.5.1-Les ferments lactiques :**-Les ferments mésophiles :**

La température optimale de ces ferments lactiques vari selon les espèces de 25 à 30°C ces ferments tel que *leuconostocs*, sont utilisés dans la fabrication du beure et de certains fromages tel que : fromages frais, à pâte molle, à pâte pressée (**Bourgeois et Larpent, 1989**).

- Les ferments thermophiles :

La température optimale de ces ferments lactiques varie entre 37 et 50°C ces ferments comme *Streptococcus* et *Lactococcus* sont principalement utilisés dans la fabrication des laits fermentés de type yaourt, et dans la fabrication des fromages à pâte pressées cuites.

Selon le type de fermentation on distingue deux principaux groupes d'espèces, les homo-fermentaire et les hétéro-fermentaires (**Bourgeois et Larpent, 1989**).

I.4.5.2-Les enzymes (présure) :

C'est le cas de la présure de veau, cette dénomination est réservée à l'extrait coagulant provenant de la troisième poche de l'estomac appelé caillotte. C'est une enzyme utilisé pour accélérer la coagulation du lait et permettant de le faire caillé.

La présure est une holoprotéine qui contient deux fractions actives l'une majeur (80%) constituée par la chymosine l'autre mineur (20%) constituant la pepsine , dont la 1^{ère} est surtout coagulante et la 2^{ème} est protéolytante.

La stabilité de la présure est maximale entre pH= 5, et sa température optimale d'action de 40°C (**Eck et Gillis, 1997**).

I.4.5.3-Les levains fongiques :

Les surfaces des fromages à pâte molle sont habitat particulièrement favorable à la croissance des levures en raison du caractère acide des caillés et de l'abondance d'oxygène.

(**Roositita et Fleet, 1996**).

Ce sont des consommateurs d'acide lactique donc des agents de désacidification des pâtes intervenant surtout au début de l'affinage (**Veisseyre, 1979**).

Les levures contribuent à la flaveur des fromages affinée soit directement par la production d'une grande variété de composé volatile (**Molimard et spinnler, 1996**).

Les genres et les espèces prédominantes de la flore levure du fromage du camembert :

Kluyveromyces lactis, *Kluyveromyces marxianus*, *debraryomyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae*... (Baroiller et al., 1990).

Les moisissures utilisées pour la préparation des fromages à pâte molle à croûte fleurie sont :

Le *pénicillium camembertii* et *pénicillium candidum* (Bourgeois CM et Larpent JP, 1989).

- **Pénicillium camembertii :**

- ✓ Il est Responsable de la désacidification des pâtes, par production d'enzymes protéolytiques et lipolytiques, et par dégradation des acides aminés et des acides gras, ce qui leur confère un rôle important sur l'aromatisation des fromages. (In Berrahmoune, 2012).
- ✓ Champignon d'affinage, utilisé en industrie fromagère et constitue la flore du surface.
- ✓ L'habitat se limite à la surface des fromages à pâte molle à croûte fleurie exemple : camembert et brie.
- ✓ Il se représente sous forme de mycélium végétatif blanc ou pale.
- ✓ Il apparait blanc recouvrant toute la surface du camembert.
- ✓ **La croissance optimale se situe dans les conditions suivantes :**
 - Aérobie strict.
 - La présence de sel retarde sa croissance (plus de 20% de sel inhibe sa croissance).
 - Une température comprise entre 5 et 25°C
 - Exigences nutritionnelles.
 - Utilise les acides lactiques et les lactates comme source de carbone.

- ***Pénicillium candidum* :**

Dans les pays occidentaux, la fabrication de fromages affinés par des moisissures connaît depuis longtemps un grand développement, les plus intéressantes sont les moisissures blanches, comme *P.candidum* est employé pour la fabrication des fromages affinés en surface (Camembert, Brie) (Leveau et Bouix, 1993).

Il a pour rôle de constitué la croûte caractéristiques du camembert de désacidifier le milieu par la consommation de l'acide lactique permettant ainsi l'implantation de la flore acido-

sensible et la lutte contre les polluants notamment les mucorales par colonisation rapide de la surface (**Bourgeois et Larpent, 1989**).

Caractères généraux de *Penicillium candidum* :

- C'est un champignon filamenteux ou moisissures de couleur blanche, appartient à la famille des pénicilliums
- Le *P.candidum* estensemencé en pulvérisation sur les fromages après salage ou mis directement dans le lait avant emprésurage.
- Il est souvent associé avec *Geotrichum candidum* pour éliminer l'amertume des fromages
- Ils possèdent un rôle considérable sur le goût et l'arôme des fromages et luttent contre l'amertume, permettant de limiter les contaminations.
- *Geotrichum candidum* estensemencé en pulvérisation sur les fromages après salage ou mis directement dans le lait avant emprésurage.
- Ils sont considérés à la fois comme levures et comme moisissures.
- Il peut conférer aux fromages un aspect blanc crémeux (**Eck, 1987**).

I.4.5.4 - Les sels minéraux : L'ajout d'un sel de calcium apporté sous forme de chlorure ou de phosphate monocalcique entraîne un raccourcissement très marqué des temps de coagulation et renforce la fermeté des gels.

I.4.5.4.1-Chlorure de calcium :

C'est un facteur de coagulation, il comprend principalement des pertes minérales causées à l'égouttage et favorise l'action de la présure à des doses élevées, il est toujours générateur de goût amer dans le camembert (**Eck, 1987**).

I.4.5.4.2-Chlorure de sodium :

L'incorporation du chlorure de sodium dans le camembert a pour l'objectif :

- D'assurer un complément d'égouttage.
- De contribuer éventuellement à la formation de la croûte.
- Permet la sélection des microorganismes nécessaires à l'affinage du camembert (**Ramet, 1985**).

I.2.5.4.3-La glucono delta lactone :

La GDL se présente sous la forme d'une poudre qui se dissout facilement dans le lait. Une fois en solution, elle s'hydrolyse lentement en libérant de l'acide gluconique. Elle est non

toxique et ne réagit pas avec les constituants du lait pour réduire sa valeur nutritive. Elle ne produit pas de goûts ou d'odeurs indésirables (Eck et Gillis ,1997).

La baisse de pH obtenue dépend de la concentration initiale en GDL et de la température. (Multan, 2002).

En industrie fromagère, l'utilisation de ce composé est autorisée pour des ajustements de pH (Gaucheron, 2004).

I-4-6-Les phénomènes d'interaction entre flores du camembert :

Les interactions constituent un ensemble complexe de phénomènes biologiques hétérogènes qui se déroulent entre deux ou plusieurs micro-organismes. les cinétiques de croissance, de production ainsi que les caractéristiques finales du produit peuvent être modifiés (In Rabehi et Morsi, 2011).

Ces interaction peuvent être soit positives et se caractérisent par la stimulation de d'un ou de plusieurs micro-organismes, soit négatives par l'inhibition de la croissance et de l'activité métabolique (Eck et Gillis, 1997).

Lors de l'élaboration des fromages affinés faisant intervenir des levures, celles-ci se développent postérieurement aux bactéries lactiques. on peut identifier un phénomène de commensalisme lié à la stimulation de la croissance des levures grâce à l'acide lactique produit par les bactéries lactiques. Ce phénomène est accentué par les conditions environnementales liées à la fabrication des fromages (faibles humidité, basse température d'affinage et teneur en sel élevée) (In Rabehi et Morsi, 2011).

L'association *Geotricum candidum/penicillium camembertii* permet d'assurer une accélération d'affinage par une désacidification de la pâte plus rapide, une protéolyse plus intense avec cependant une amertume réduite .Ce développement de *Geotricum candidum* diffère selon la souche de *Penicillium* qui lui est associée : avec certaines souches de *Penicillium camembertii*, la croissance de *Geotricum* est plus importante en association (Eck et Gillis, 1997).

La réduction de l'amertume s'explique par l'action de l'aminopéptidase de *Geotricum candidum* qui hydrolyse les peptides amers libérés par la protéase acide de *Penicillium camembertii*. Il est donc intéressant d'associer *Geotricum candidum* et *Penicillium*

camembertii en technologie fromagère en particulier pour la fabrication des pâtes molles à croûte fleurie (**In Rabehi et Morsi, 2011**).

Des interactions favorables (synergie) ou défavorables (antagonisme) interviennent. La maîtrise de ces interactions permet d'assurer au produit une protection dite lactique.

- une bonne activité des ferments lactiques empêche le développement des germes de gonflement (coliformes).

- une bonne activité des streptocoques lactiques favorise le démarrage des lactobacilles qui prennent le relais dans l'acidification de certains produits (yaourt...).

- Certains bactéries produisent des substances bactériostatiques

- le développement de ferments lactiques se traduit par des modifications du milieu (pH, potentiel redox, diminution des teneurs en lactose...) ou favorise l'implantation d'autres groupes de germes utiles dans la protection du produit (le développement des microcoques favorise l'implantation des *Corynebacteria* sur la croûte du fromage) (**Larpent, 1997**).

I.4.7. Les matières premières :

I.4.7.1- Lait de vache :

I.4.7.1.1-Définition :

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant :

« Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum».

Le *Codex Alimentarius* en 1999, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Selon Deforges et *al.* en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes (**In Mme Benhedane, 2011**).

1.4.7.1.2. La Composition moyenne du lait de vache :

La composition moyenne du lait de vache est représentée par la figure 7. Elle fait apparaître les grandes catégories de constituants du lait : eau, lactose, matière grasse, protéines et les constituants salins.

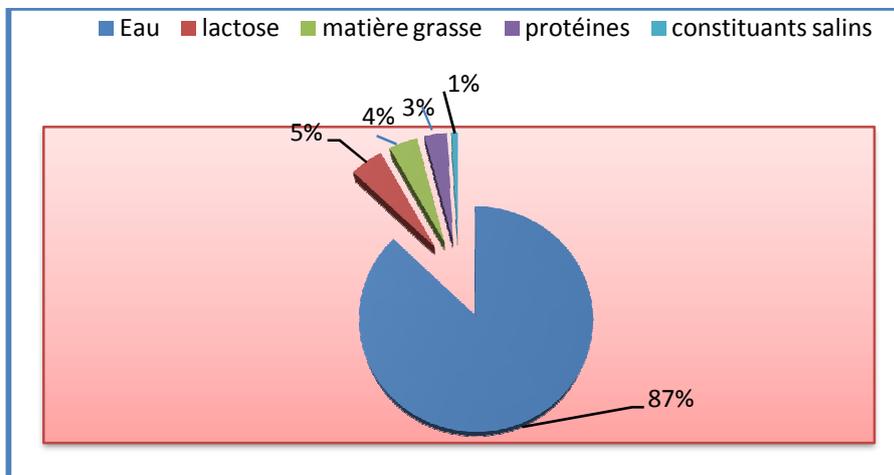


Figure N°2 : Composition du lait de vache (% /litre du lait) (Gérard, 2001).

I.4.7.1.3. La flore du lait

a/ Flore originale :

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure après la traite).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Le tableau II regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau III : La flore originale de lait cru (Vignola, 2002).

Microorganismes	Pourcentage
Micrococcus sp	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	<10
Gram négatif	<10

a/La flore de contamination :

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine divers :

- **Les fèces et tégument de l'animal :** les Coliformes, Entérocoques, Clostridium, éventuellement entérobactéries pathogènes (*salmonella, shigella, yersinia,...*)
- **Le sol :** *streptomyces, listeria*, bactéries sporulées et les spores fongiques.
- **Les aliments :** il existe une flore banale varie en particulier *les lactobacilles, Clostridium butyriques*.
- **L'air et l'eau :** il existe divers flores comme les *pseudomonas, les bactéries sporulées, les microcoques*.
- **Equipement de la traite :** *les microcoques, les levures, la flore lactique : Lactobacillus, streptocoque*.
- **Manipulateur :** *staphylocoques* dans le cas de la traite manuelle. (Chemineau, 1999).

I.4.7.2. La poudre de lait :**I. 4.7.2.1. Définition :**

Selon le décret du 9 mars 1978 :

C'est un lait dont toute l'eau a été éliminée pour ne laisser que la matière sèche sous forme de poudre. Cette déshydratation presque totale assure sa longue conservation jusqu'à un an dans un endroit frais et sec et sous emballage ferme.

La poudre de lait est constituée essentiellement de matière sèche de lait et d'une très faible quantité d'eau de (2-4%) (Anonyme 6,1995).

I.4.7.2.2. Classification et composition :

❖ Lait entier en poudre :

- Teneur en matière grasse laitière : min 26% et inférieure à 42%.
- Teneur maximale en eau : 5%.
- Teneur minimum en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé : 34%.

❖ Lait partiellement écrémé :

- Teneur en matière grasse laitière : plus de 1,5% et moins de 26%.
- Teneur en eau : 5%
- Teneur minimale en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé : 34%.
- Lait écrémé en poudre :(la poudre utilisé dans la fabrication du camembert) :
- Teneur en matière grasse laitière : 1,5%.

-Teneur maximale en eau 5%.

-Teneur minimale en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé 34% (**Anonyme 7, 2001**).

I.4.7.2.3. La composition de la poudre de lait écrémé :

La poudre de lait écrémé est de loin la plus répandue. (**Voir Annexe n°1**).

I.4.7.3-Matière grasse laitière anhydre « MGLA » :

I.4.7.3.1-Définition :

Selon JORA du 27 octobre 1999 : la MGLA est le produit obtenu exclusivement à partir du lait, de beurre ou de crème au moyen de procédé entraînant l'élimination quasi-totale de l'eau et de l'extrait sec non gras. La MGLA doit contenir, au minimum, 99.8% de matière grasse et au maximum 1% d'eau (**Anonyme 8, 1999**).

I.4.7.3.2-Composition de la MGLA :

- ❖ Teneur minimale en matière grasse laitière : 99.8 %
- ❖ Teneur maximale en eau : 1%
- ❖ 0.1% au maximum d'extrait sec non gras (**Eck, 1984**).

I.4.7.4- l'eau de procès :

L'eau doit présenter une qualité aux différentes caractéristiques :

- Pour l'alimentation des chaudières, celles-ci exigent surtout une eau débarrassée de sels de chaux, de magnésium et de calcium afin d'éviter l'entartrage au niveau des tuyauteries et conduites intérieures ;
- Pour l'eau destiné au lavage, elle ne doit pas contenir des germes indésirables ;
- Pour l'eau intervenant dans la fabrication, elle doit remplir les mêmes conditions, mais elle doit aussi présenter une pureté chimique satisfaisante et ne pas contenir d'ions métalliques pour des raisons de toxicité.
- L'eau de reconstitution doit être potable et notamment aux standards fixés par l'organisation mondiale de la santé (OMS) sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène.

Leur recherche nécessitant des techniques spéciales, on choisit comme indicateurs de pollution des germes de contamination fécale qui sont plus facile à identifier, à dénombrer et plus communs (les coliformes, les *Clostridium sulfitoréducteurs*, streptocoques fécaux...) (**LBT, 2016**).

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Démarche expérimentale :

1.1 .Objectif de travail :

L'objectif de notre travail est le suivi de la qualité du camembert « président » tout au long de son processus de fabrication dès les matières premières jusqu'à produit fini.

Pour cela des analyses microbiologiques, physicochimiques ont été effectués afin de s'assurer sa qualité.

1.2. Les analyses effectuées :

Le tableau ci après représente le calendrier des analyses physicochimiques et microbiologiques.

Tableau VI : Calendrier des analyses physicochimiques et microbiologiques.

	Les matières premières			Au cours de fabrication								Pro- duit fini
	Quantité			Quantité/ nombre d'échantillons								
	Lait cru	Poudre de lait	eau de procès	Lait reconsti -tué	Mat	S-c	Em	Mo	Eg	Dé	Sal	
1 ^{ère} production De : 23/03/16 A: 01/04/16	100 ml	4 g	100 ml	100 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	6 pièces	8 pièces	8 pièces	8 pièces
	P	P+M	P+M	P	P	M	P	P	P	P+M	P	P+M
1 ^{ère} production De : 24/03/16 A : 02/04/16	100 ml	4 g	100 ml	100 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	6 pièces	8 pièces	8 pièces	8 pièces
	P	P+M	P+M	P	P	M	P	P	P	P+M	P	P+M
1 ^{ère} production De : 26/03/16 A : 04/04/16	100 ml	4 g	100 ml	100 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	6 pièces	8 pièces	8 pièces	8 pièces
	P	P+M	P+M	P	P	M	P	P	P	P+M	P	P+M

P: Analyse physico-chimiques

Dé : démoulage

Eg: égouttage

Sal : salage

M: Analyse microbiologiques

Mou: moulage

Mat : maturation

Em : emprésurage

S-c : sortie-cane

1.3. Matériel :

1.3.1. Matériel non biologique :

Matériel non biologique : appareillage, verrerie, produits chimique et milieux de culture.
(Voir l'annexe n°5).

1.3.2. Matériel biologique :

❖ Matières premières :

Lait cru, la poudre de lait écrémé, l'eau de reconstituions et lait reconstitué après pasteurisation.

❖ Produits laitiers :

L'analyse concerne : le produit au cours de fabrication (le lait de maturation, le lait de sortie- cane, le lait d'emprésurage, le caillé en moulage, le caillé en égouttage, le caillé après démoulage) et le produit fini (camembert).

1.4. Méthodes :

1.4.1. Echantillonnage :

Le prélèvement des échantillons pour les analyses microbiologiques nécessite un matériel stérile. Propre et sec pour les analyses physicochimiques.

1.4.2. Mode de prélèvement :

❖ Le lait cru, le lait reconstitué, le lait de maturation, l'eau de procès

Le prélèvement d'effectue au niveau du robinet du tank, celui-ci est flambé, on laisse couler le liquide pendant quelques secondes, puis on prélève dans un flacon stérile.

❖ La poudre de lait écrémé :

La poudre de lait écrémé utilisé est importée de différents pays (France, Suisse), cette poudre est conditionnée dans des sacs en polyéthylène d'un poids net de 25 kg.

Avant chaque utilisation de cette poudre, on lui fait subir au niveau du laboratoire des analyses physicochimiques et microbiologiques.

Les prélèvements ont été effectués à partir de ces sacs choisis au hasard, l'ouverture des sacs se fait aseptiquement.

La poudre est prélevé à l'aide d'une sonde stérile à longue manche, elle est introduite rapidement dans un sac Stomacher à proximité d'une flamme.

❖ Le lait d'emprésurage, le caillé de moulage :

Le lait d'emprésurage et le caillé de moulage subissent uniquement des analyses physicochimiques, le prélèvement s'effectue à l'aide d'une cuillère à longue manche qu'on introduit dans la bassine puis on déverse le lait dans un flacon stérile.

❖ Le caillé en égouttage, après démoulage, après salage (Entrée-cave) et produit fini :

Les échantillons prélevés sont choisis de façon aléatoire, en portant des gants, une pièce est prélevée pour chaque étape à l'aide d'un sac stérile hermétiquement fermé pour éviter toute contamination lors de l'acheminement au laboratoire.

Pour le produit fini, le prélèvement des échantillons est effectué le jour même de leur conditionnement chaque échantillon est pris au hasard.

Les différents prélèvements effectués au niveau de la chaîne de fabrication sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Les différents prélèvements effectués au niveau de la chaîne de fabrication.

	Produits analysés	Lieu de prélèvement
Matières premières	-lait cru -lait en poudre écrémé -l'eau de procès	-Atelier de préparation -Hangar de stockage - les stations de traitement
Produits au cours de fabrication	-lait reconstitué -lait de maturation -lait de sortie-cane -lait d'emprésurage -caillé de moulage -caillé en égouttage - caillé de salage (entrée-cave) -caillé de démoulage	-Atelier de préparation -Atelier de préparation -Atelier des pâtes molles -Atelier des pâtes molles -Atelier des pâtes molles -Atelier des pâtes molles -Atelier des pâtes molles Atelier des pâtes molles
Produit fini	-camembert	Ateliers de conditionnement(Hâloirs)

2. Techniques d'analyses microbiologiques :

Les aliments sont habituellement contaminés par une grande variété de micro-organismes.

2.1. Méthodes d'analyses :

Le tableau ci après représente les germes recherchés dans les matières premières et leurs milieux de culture, leurs température et temps d'incubation.

Tableau VIII : milieux de cultures, température et temps d'incubation des germes recherchés des différents échantillons analysés :

Echantillons	Germes recherchés	Milieux de culture	T (°C) et temps d'incubation
Poudre de lait écrémé	-Les coliformes totaux -Les coliformes fécaux -La flore totale aérobie mésophile -Levures et moisissures -Salmonelles - <i>Staphylococcus aureus</i> -Clostridium sulfitoréducteurs(ASR)	-VRBL -VRBL -PCA -OGA -SFB, Hektoen - GC, Chapman -VF+additif.	37°C/24-48H 44°C/24-48H 30°C/72H 25°C/3à5jours 37°C/24-48H 37°C/24-48H 37°C/24-48H
Eau de procès	-Les coliformes totaux -Les coliformes fécaux -La flore totale aérobie mésophile à 22°C et 37°C -Streptocoques fécaux - <i>Clostridium sulfitoréducteurs</i> (ASR)	- TTC - TTC -TGEA -ROTHE, EVA Litsky -VF+additif	37°C/24-48H 44°C/24H 22 et 37°C/72H 37°C/24H 37°C/24-48H
Lait reconstitués pasteurisé (Sortie-canne)	-Les coliformes totaux -Les coliformes fécaux -Salmonelles - <i>Staphylococcus aureus</i> -La flore mésophile aérobie totale	-VRBL -VRBL -TSE/SFB+additif, Hektoen -GC, Chapman -PCA	37°C/24-48H 44°C/24-48H 37°C/24-48H 37°C/24-48H 30°C/72H
Produit au cours de fabrication	-Les coliformes totaux -Les coliformes fécaux	-VRBL -VRBL	37°C/24-48H 44°C/24-48H
Produit fini	-Les coliformes totaux -Les coliformes fécaux -Salmonelles - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Listeria monocytogenes</i> - <i>Clostridium sulfitoréducteurs</i>	-VRBL -VRBL -SFB, Hektoen -GC, Chapman Fraser1/2, Palcam -VF+additif	37°C/24-48H 44°C/24-48H 37°C/24-48H 37°C/24-48H 37°C/24-48H 37°C/24-48H

2.1.1. L'eau de procès :**2.1.1.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobique mésophile totale :**

NF EN ISO 6222, juillet 1999

➤ But :

Le dénombrement de ces germes reste meilleur moyen permettant d'estimer l'indice de salubrité et la qualité hygiénique de l'eau ; l'eau dont la flore totale est en dessus de la norme sera considéré comme impropre à la consommation due aux mauvaises conditions de stockage.

➤ Mode opératoire :

- A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1 ml dans chacune des deux boites de pétri vide préparées à cet usage comme l'indique le schéma n°7.
- Compléter ensuite chacune des boites avec environ 15 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45 +/- 1°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

➤ Incubation :

- La première boite sera incubée, couvercle en bas à 22°C.
- La seconde sera incubée couvercle en bas à 37°C, pendant 72 heures avec :
 - Première lecture à 24 heures.
 - Deuxième lecture à 48 heures.
 - Troisième lecture à 72 heures.

➤ Lecture :

La flore aérobique mésophile totale se présente dans les deux boites sous forme de colonies blanchâtres lenticulaires poussant en masse.

➤ **Dénombrement :**

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte des facteurs suivantes :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Le résultat sera exprimé par ml d'eau à analyser à 22°C et à 37°C.

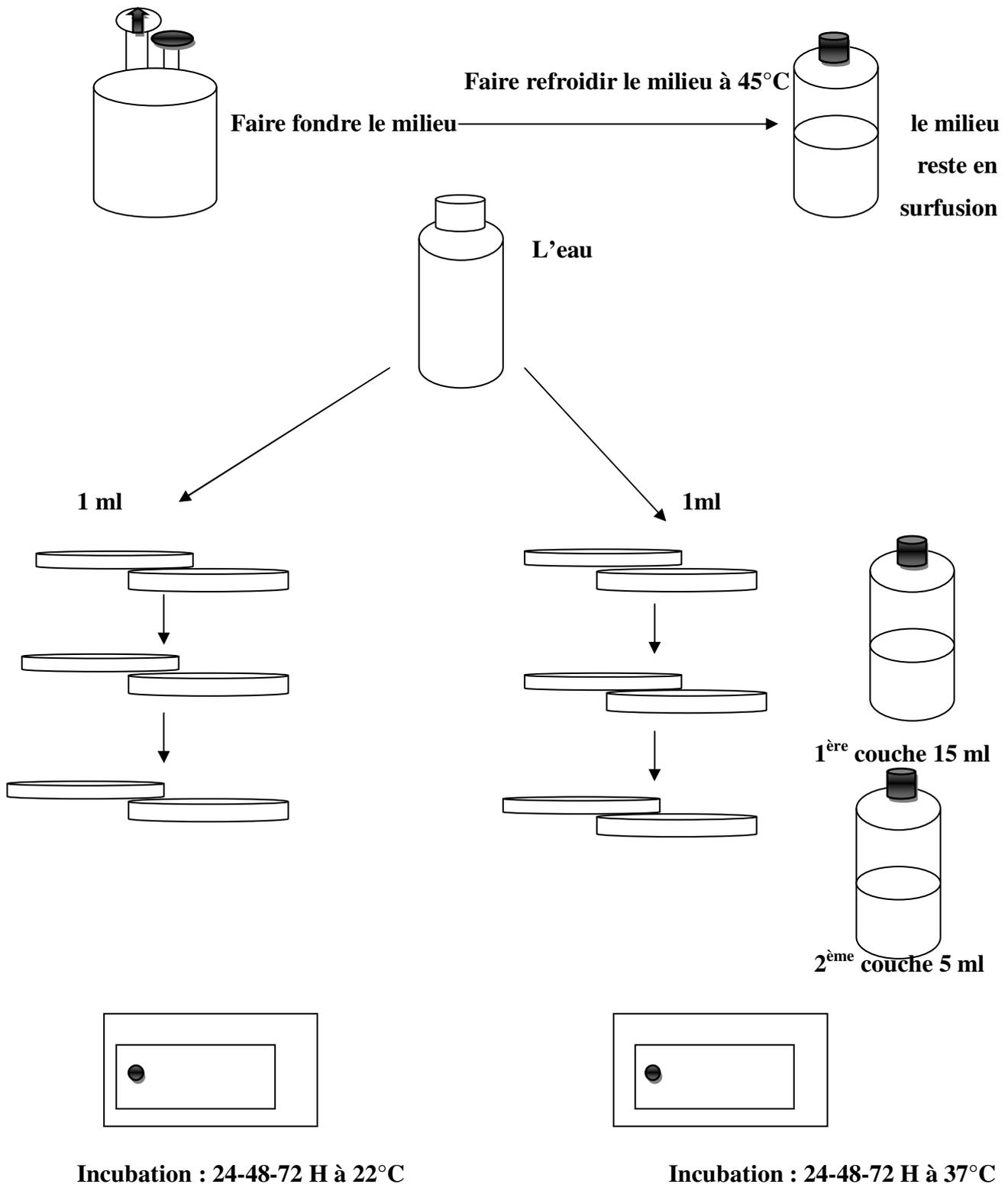


Figure N° 15 : Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale dans l'eau.

2.1.1.2. Recherche et dénombrement des coliformes :

(NF EN ISO 9308-1, septembre 2000)

Les coliformes se divisent en deux groupes :

- ❖ Coliformes totaux (CT) : fermentent le lactose avec production du gaz à 37°C pendant 24-48 h.
- ❖ Coliformes fécaux (CF) : fermentent le lactose et de l'indole avec production du gaz à 44°C pendant 24h.

La recherche et le dénombrement des coliformes peuvent se faire par filtration sur membrane en milieu solide TTC en supposant la disponibilité d'une rampe de filtration.

➤ Principe :

Ce milieu contient une base nutritive riche, il contient trois critères :

- Le TTC qui montre le pouvoir réducteur des bactéries : les coliformes Présentent des colonies de coloration jaune ou orangée, due à la réduction du TTC en formazan insoluble
- Le lactose dont l'utilisation est révélé par le virage du bleu de bromothymol.
- Le Tergitol 7 est un inhibiteur permettant de sélectionner les coliformes : (inhibe la croissance des micro-organismes à gram positif).

➤ Technique :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0.45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.

❖ Pour la recherche des coliformes totaux :

- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.

- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de pétrie de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC.
- Cette boîte sera incubée à 37 °C, pendant 24-48H et servira à la recherche des coliformes totaux.

❖ Pour la recherche des coliformes fécaux :

Suivre les mêmes étapes citées avant puis incuber la boîte à 44°C pendant 24H.

➤ Lecture :

- Après 24H d'incubation, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangés, lisses légèrement bombées.
- Etant donné le caractère sélectif de la gélose TTC, ne pousseront théoriquement que les coliformes.
- Ne dénombrer que les boîtes referme en 15 et 300 colonies.
- Le nombre des colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.

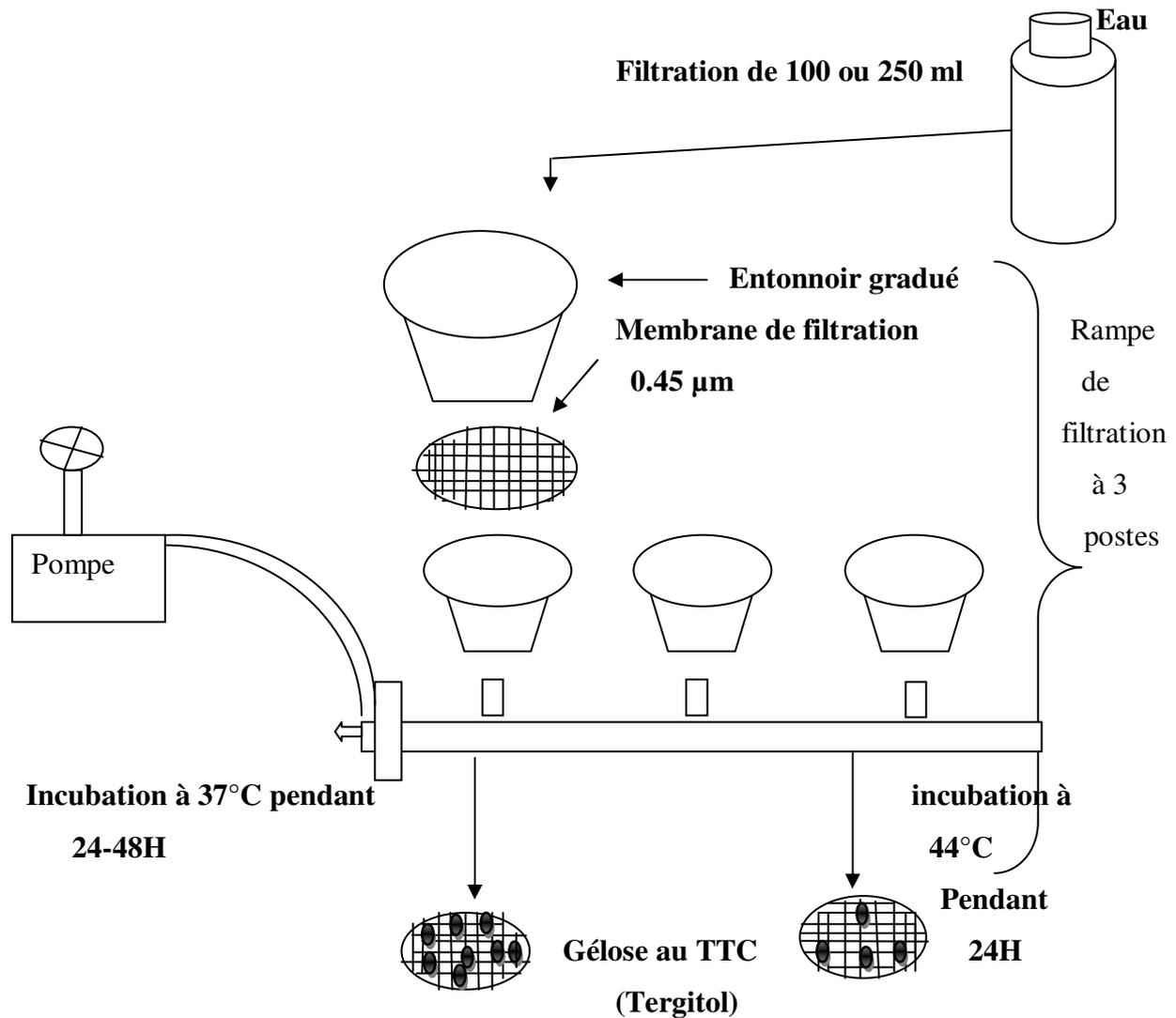


Figure N° 16 : Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane.

Après 24 H d'incubation :

- A 37°C qui concerne la recherche des coliformes totaux.
- A 44°C qui concerne la recherche des coliformes fécaux.
- Procéder au dénombrement de toutes les colonies caractéristiques et rapporter ce nombre à 100 ml.

2.1.1.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :**(ISO 7402)****➤ Principe :**

- La recherche des streptocoques fécaux se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable.
- Le dénombrement se fait en milieu sélectif, on utilise dans un premier temps un milieu d'enrichissement relativement sélectif. le milieu **ROTHE**. Et dans un deuxième temps, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage dans le milieu d'enrichissement **EVA Litsky**.

➤ Mode opératoire :**❖ Test de présomption :**

- Préparer un flacon de 50 ml de milieu sélectif **ROTHE** double concentration, 5 tubes double concentration de **ROTHE** et tubes simple concentration de **ROTHE**, (les tubes sont posés dans un portoir).
- Porter aseptiquement 50 ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette graduée stérile, et les verser dans un flacon de 50ml.
- Ajouter aseptiquement 10ml d'eau à analyser à chaque une des boites de pétrie contenant le milieu **ROTHE** double concentration.
- Ajouter aseptiquement 1ml d'eau à analyser à chaque une des boites de pétrie contenant le milieu **ROTHE** simple concentration.
- Bien mélanger l'inoculum et le milieu.

➤ Incubation : le flacon et les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 à 48H.**➤ Lecture :**

Les tubes qui sont considérés comme positifs sont qui présentent un trouble microbien qui ferrant objet d'isolement par repiquage sur milieu **EVA Litsky**.

❖ Test de confirmation :

- Prendre les tubes positifs précédents et réaliser un repiquage (3 à 4 gouttes) sur le milieu **EVA Litsky**.

- Bien mélanger l'inoculum et le milieu.
- **Incubation** : l'incubation des tubes est réalisée à 37°C pendant 24 H.
- **Lecture** :
Les tubes positifs d'**EVA Litsky** présentent à la fois :
 - Un trouble microbien.
 - Une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.
- **Dénombrement** :

Le dénombrement final s'effectue selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

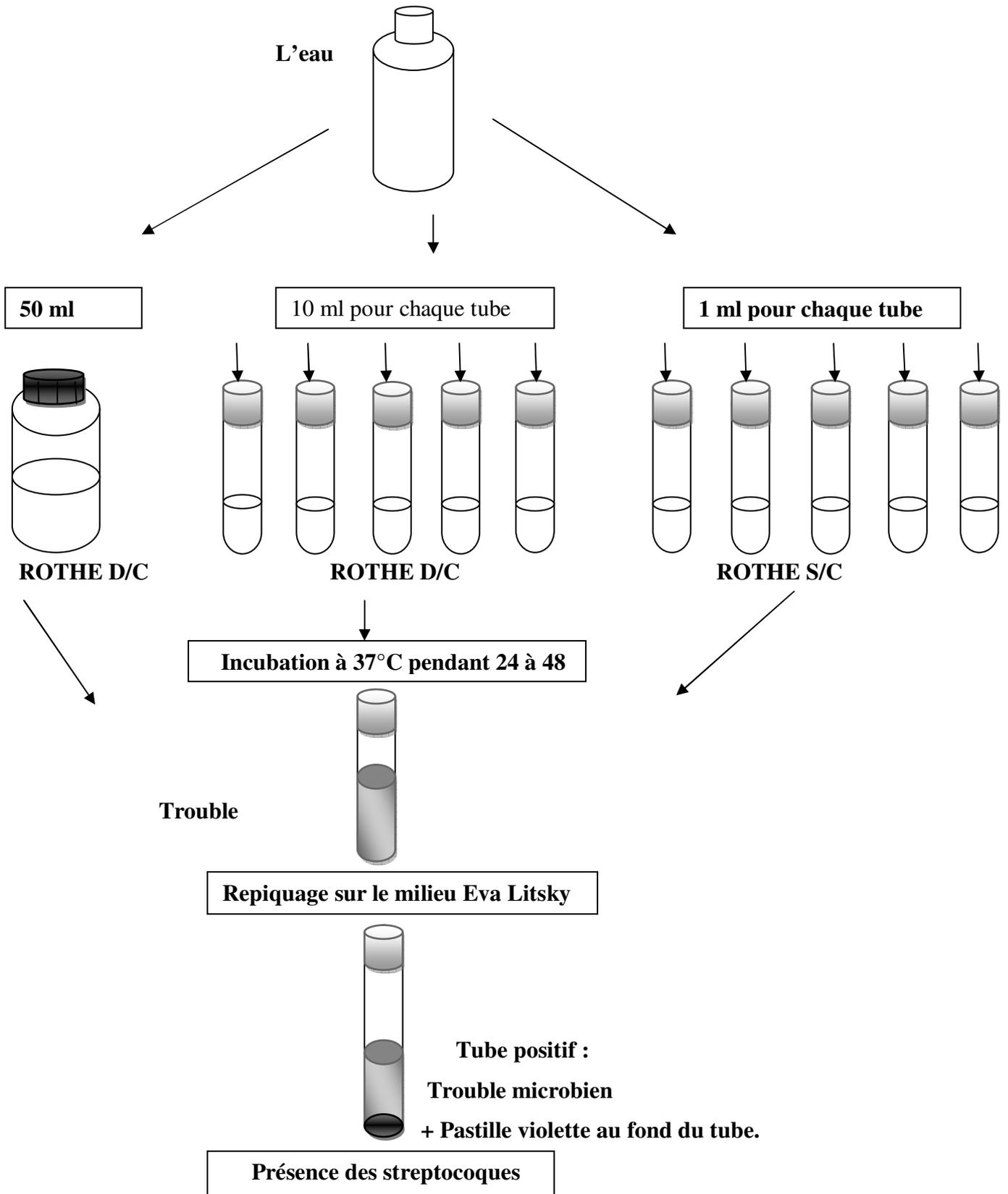


Figure N° 17 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

2.1.1.4 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :

ISO 6461-1:1986

• But :

Parmi les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique d'une eau, les *Clostridium sulfitoréducteurs* sont souvent considérés comme témoin de pollution ancienne. Ces bactéries sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, mais on les rencontre fréquemment dans la nature et en particulier dans le sol (bactéries telluriques) et dans la matière organique en cours de putréfaction. Ces germes sont très résistants en raison de leur forme sporulée.

• Principe :

L'eau à analyser est chauffée à 80°C pendant 5 à 10 minutes au bain marie. Il ya dans ces condition, la sporulation des formes végétatives.

Le milieu utilisé est la gélose viande foie (VF), additionnée de sulfite de sodium et l'alun de fer, l'action des germes sulfito-réducteurs conduit à la réduction de sulfite de sodium en présence d'alun de fer en sulfure, donnant la couleur noire aux colonies.

• Mode opératoire :

- Faire fondre un flacon de gélose viande foie, et le refroidir dans un bain marie d'eau à 45 °C puis ajouter une ampoule d'alun de fer à 1 ml et une ampoule de sulfite de sodium à 5 ml.
- Mélanger soigneusement et aseptiquement le milieu et le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'emploi.
- Prendre 25 ml d'eau à analyser dans un tube stérile qui sera soumis à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes.
- Réaliser un choc thermique sous l'eau de robinet pour détruire tous les formes végétatives.

- Répartir le contenu du tube dans 4 tubes différents à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose VF.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en «évitant les bulles d'air».
- Incuber à 46°C pendant 24H.

- **Lecture :**

La présence des *Clostridium sulfito-réducteurs* correspond à l'apparition de colonies noires ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5 cm. Le résultat final est exprimé en nombre de spores par 20 ml de l'eau à analyser.

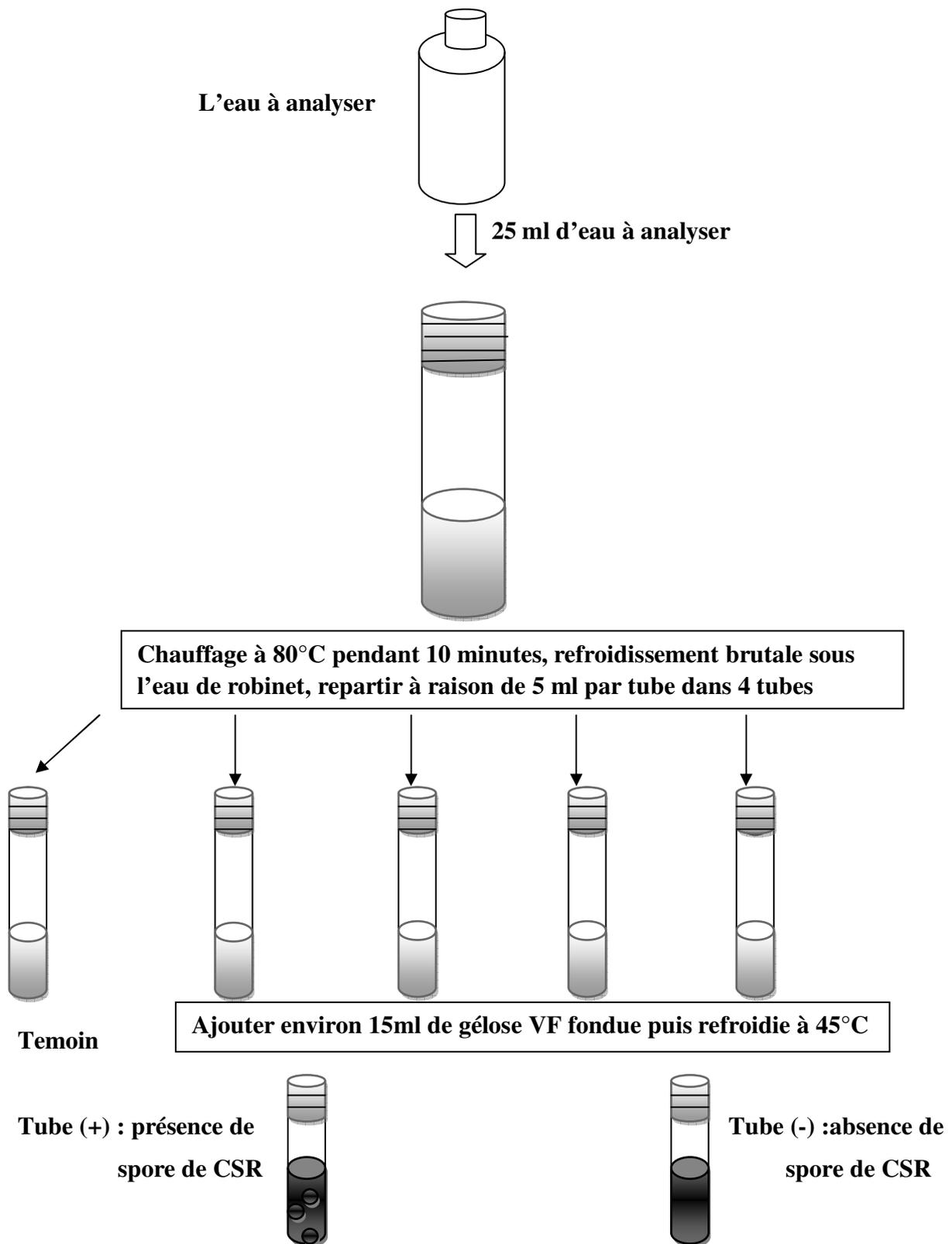


Figure N°18: Recherche et dénombrement des CSR dans l'eau.

2.1.2. Préparation des échantillons pour les analyses microbiologiques :

Les dilutions sont réalisées selon la norme AFNOR NF V08-010 de mars 1996 parallèlement avec la norme ISO 6887, 1993. Les dilutions sont toujours effectuées dans les conditions aseptiques avec le maximum de précision. Elles sont nécessaires dans le cas de produit contenant un nombre élevé de micro-organismes.

Entre le moment de la préparation de la suspension et la mise en culture, il ne doit pas s'écouler plus 45 minutes.

2.1.2.1. Produit liquide (lait cru, lait reconstituée après pasteurisation, lait mûré et lait sortie-canne) :

❖ Suspension mère :

La suspension mère (SM) est constitués par l'échantillon que se soit le lait cru, lait reconstituée après pasteurisation, lait mûré ou lait sortie-canne, et suivra ensuite les dilutions décimales, tout en considérant la suspension mère à 0, la première dilution sera donc au 1/10.

❖ Préparation des dilutions décimales :

- Dans un tube stérile contenant 9 ml de diluant (eau physiologique), introduit aseptiquement 1 ml de la suspension mère (SM), afin de réaliser des suspensions diluées en 1/10 homogénéisée.
- A partir de la dilution 1/10, on prélève à l'aide d'une pipette stérile 1 ml que l'on introduit dans un tube stérile contenant 9 ml de l'eau physiologique(en s'assurant qu'une nouvelle pipette est utilisé pour chaque dilution),on homogénéise et on obtient ainsi la dilution 1/100.
- On prélève ensuite aseptiquement 1ml de la dilution 1/100 que l'on introduit dans un autre contenant 9 ml de l'eau physiologique ou TSE (Tryptone sel) qui donnera la dilution 1/1000.

Remarque :

Lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la plus haute dilution, dans le but de ne changer la pipette.

2.1.2.2. Produit solide ou semi solide (poudre de lait, produit démolé, produit fini) :**❖ Dilution mère :**

Introduit aseptiquement à l'aide d'une spatule stérile 25 g d'échantillon à analyser (poudre de lait, fromage) dans un flacon contenant 225ml de l'eau physiologique, on fait ensuite une agitation pour permettre l'homogénéisation de la solution qui constitue la première dilution 1/10.

❖ Préparation des dilutions décimales :

- On prélève aseptiquement 1 ml de la dilution mère à l'aide d'une pipette pasteur stérile et on l'introduit dans un tube stérile contenant 9 ml de l'eau physiologique, c'est la dilution 1/100 ou 10^{-2}
- On prélève aseptiquement 1 ml de la dilution 1/100 à l'aide d'une pipette pasteur stérile et on l'introduit dans un tube stérile contenant 9 ml de l'eau physiologique, c'est la dilution 1/1000 ou 10^{-3} .

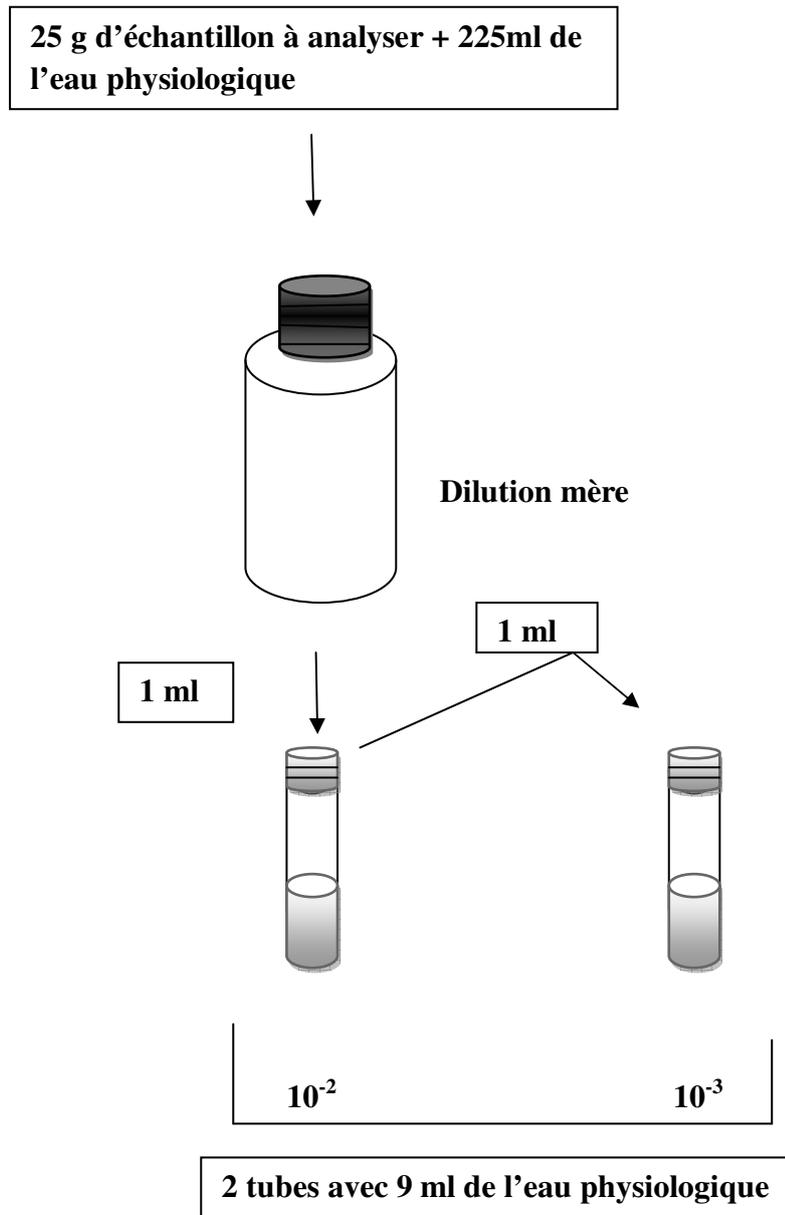


Figure N°19 : Préparation des dilutions décimales d'un produit solide ou semi solide.

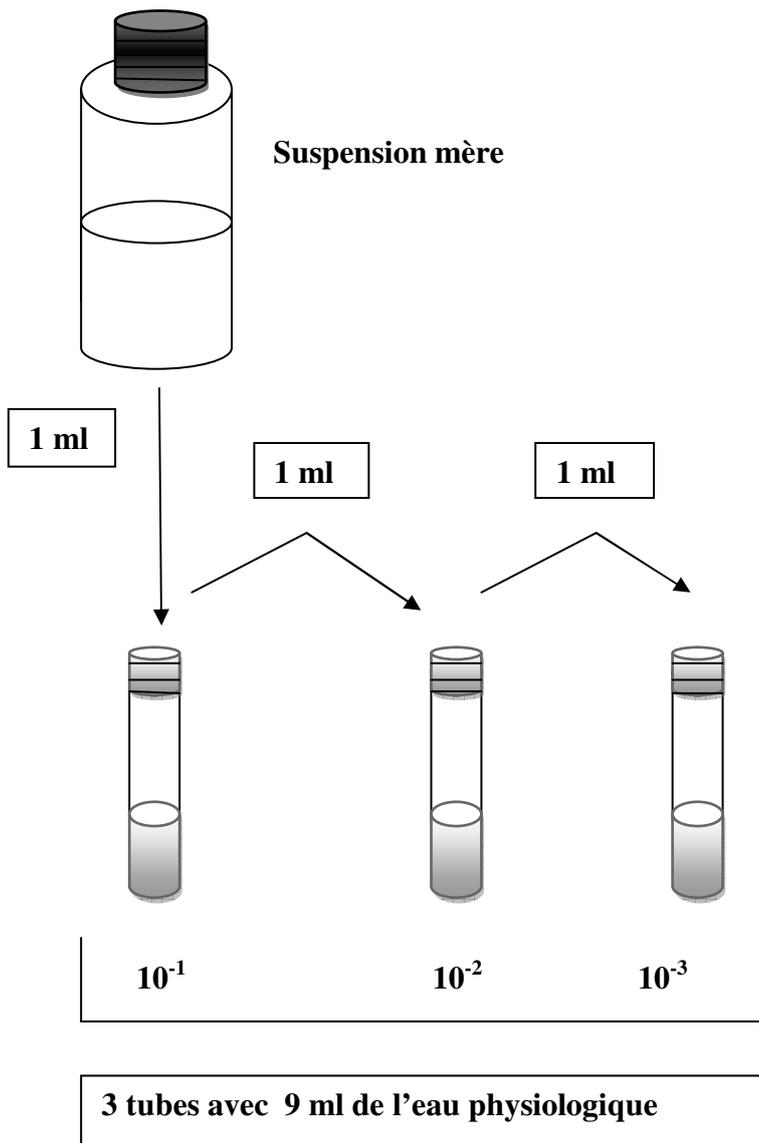


Figure N°20 : Préparation des dilutions décimales d'un produit liquide.

2.1.2.3. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

NF EN (ISO 4833)

But :

Le dénombrement de la flore mésophile, concerne tous les micro-organismes présents afin d'estimer le degré de pollution microbienne du produit, donc sa salubrité.

- **Principe :**

Le dénombrement est réalisé sur gélose PCA par ensemencement en masse et comptage des colonies à aspect lenticulaire et normale.

- **Mode opératoire :**

- Porter aseptiquement 1 ml des dilutions décimales dans des boîtes de pétrie vide et stérile.
- Compléter ensuite avec environ de 15 ml de gélose PCA fondue et refroidie à 45°C.
- Réaliser des mouvements en « 8 ».
- Laisser les boîtes solidifiées sur la paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose (protection contre la contamination).
- Incuber les boîtes couvercle en bas à 30°C pendant 72 avec lecture à 24,48 et 72H.

- **Lecture**

Il s'agit de compter toutes les colonies poussées sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants:

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions ;
- Les résultats obtenus sont exprimés en germe/g ou germe/ml ou UFC/ml de produit à analyser.

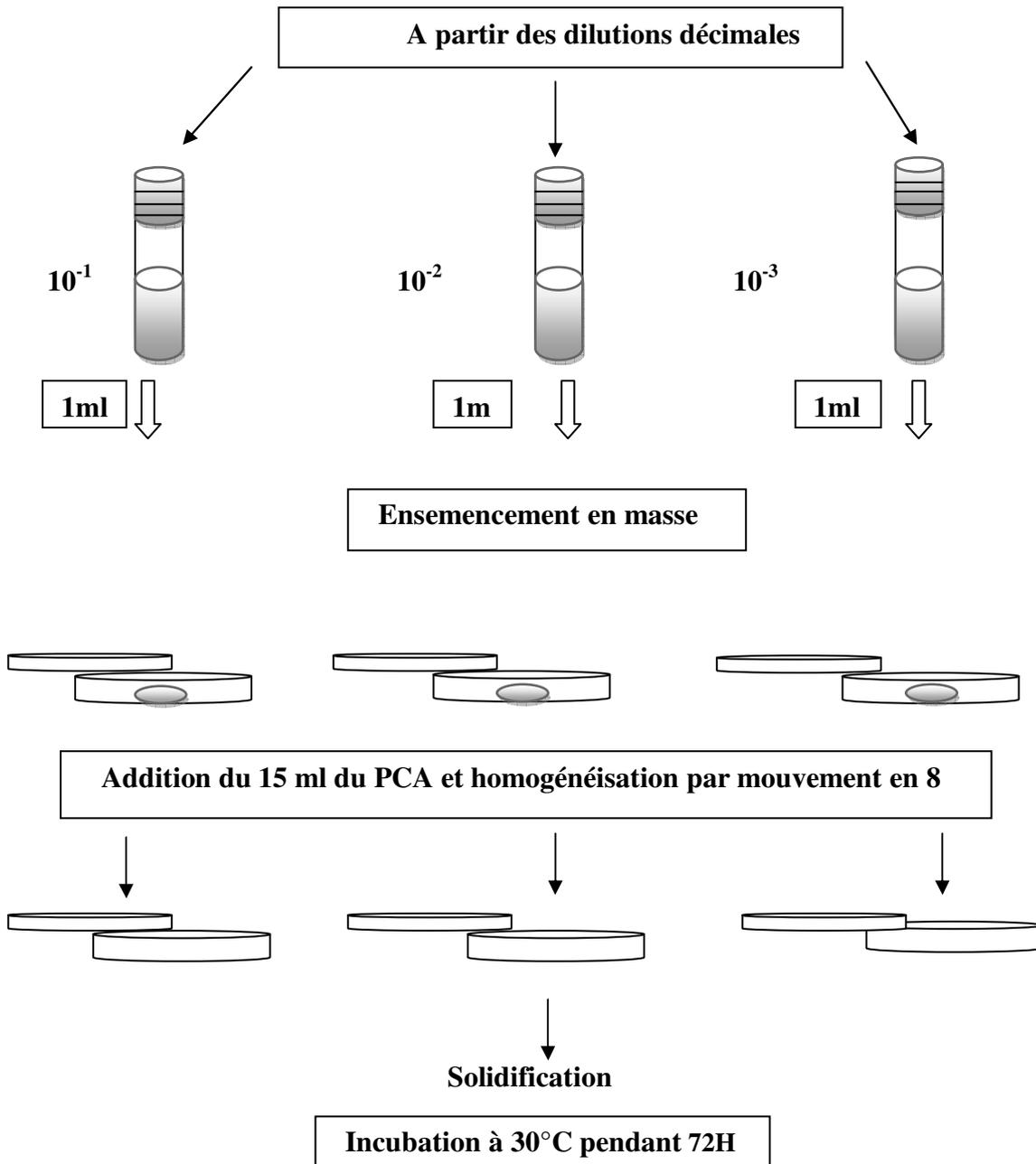


Figure N°21 : Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.

2.1.2.4. Recherche et dénombrement des coliformes

(NF 08-16 1991/ISO 4832)

➤ **But :**

Ce dénombrement a pour but la recherche des coliformes d'une manière générale, et des coliformes fécaux ou d'Escherichia. Coli en particulier afin d'estimer l'ampleur de la contamination fécale de notre produit.

➤ **Principe :**

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux sont réalisés :

- Soit sur milieu solide sur gélose VRBL(gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre), qui referment une teneur en sels biliaires et en citrate suffisante pour inhiber la majeure partie de la flore Gram positif tout en préservant le développement des coliformes, le lactose est le seul glucide fermenté et le rouge neutre c'est l'indicateur de pH.
- Soit sur milieu liquide : par la technique du nombre le plus probable NPP à l'aide de bouillon VBL ((Bouillon Lactosé Bilié au Vers Brillant).

➤ **Mode opératoire :**

- Inoculer aseptiquement dans une boîte de pétrie stérile 1ml de l'échantillon ou de la dilution primaire, et de la même façon pour les dilutions décimales suivantes et couler les boîtes par la gélose VRBL en surfusion dans chaque boîte de pétrie (ensemencement en masse).
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée
- Par la suite réaliser une double couche du milieu VRBL, en surface du milieu ensemencé.
- Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 à 48 H pour les coliformes totaux et à 44°C pendant 24 à 48 H pour les coliformes fécaux.

➤ **Lecture :**

- Les coliformes fécaux apparaissent sous forme de petites colonies fluorescentes de couleur violacée et parfois entourées d'une zone rougeâtre

due à la précipitation de la bile, d'un diamètre de 0.5 cm pour les coliformes et 1 ml pour E. Coli, dont le nombre est compris entre 15 et 300. la lecture doit se faire dans une chambre noire et sous une lampe à UV.

- multiplier le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Le résultat est exprimé en UFC/g ou UFC/ml.

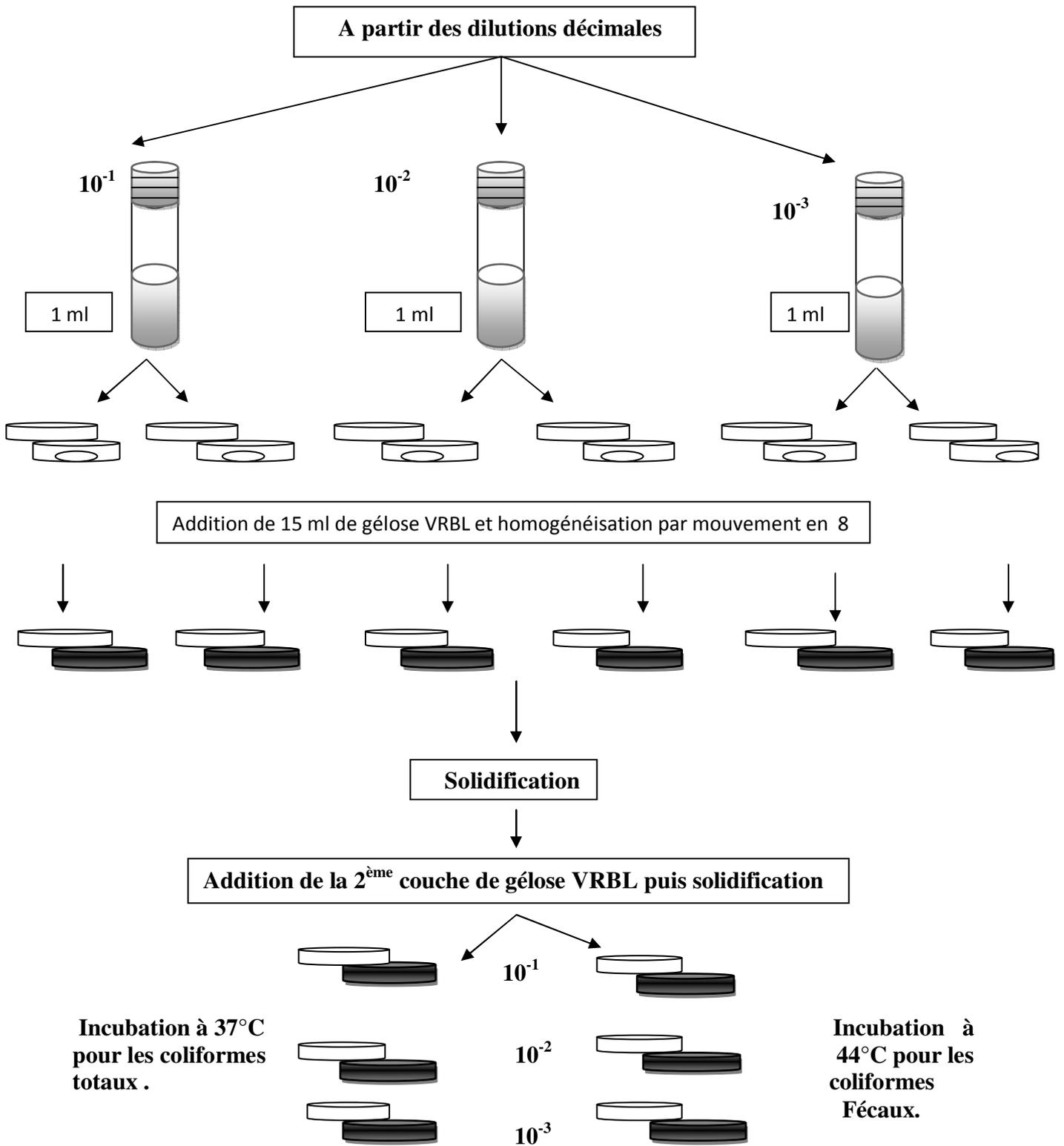


Figure N° 22: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

2.1.2.5. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* :**(ISO 6888-2)****➤ But :**

La recherche et le dénombrement de *Staphylococcus aureus* permettant de savoir si le produit à analyser présente des risques pour le consommateur parce qu'ils sont la cause d'une éventuelle intoxication alimentaire.

➤ Principe :

La recherche des *Staphylococcus aureus* nécessite deux étapes consécutives :

- La première consiste en l'enrichissement sur milieu GC (Giolitti Contonii) qui permet une meilleure revivification des souches.
- La deuxième dans l'isolement sur milieu Chapman qui a un pouvoir inhibiteur obtenu par de fortes concentration de chlore de sodium (75%) qui sélectionne les micro-organismes halophiles parmi lesquels figurent les Staphylocoques entourés d'un halo jaune due à l'utilisation du mannitol avec acidification du milieu, et virage de l'indicateur (le rouge de phénol) du rouge au jaune.

➤ Mode opératoire :**❖ Enrichissement :**

- En premier lieu, on prépare le milieu d'enrichissement par l'addition de 15 ml de téllurite de potassium dans un flacon de GC
- On prélève aseptiquement 1ml des dilutions décimales dans des tubes à essais stériles.
- On ajoute dans chaque tube 15 ml du milieu d'enrichissement.
- On mélange le milieu et l'inoculum et on incube à 37°C pendant 24 à 48H.

➤ Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes ayant viré au noir suite à la réduction du téllurite de potassium en tellure.

Pour assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *S.aureus*, ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman (préalablement fondue puis coulée en boîtes de pétrie et bien séchées).

➤ **Isolement**

On effectue un isolement des tubes positifs par ensemencement en stries sur la surface du milieu Chapman.

Ce dernier contient une forte teneur en NaCl inhibant la croissance de nombreuses bactéries autres que les *Micrococcus* et les *Streptococcus*.

➤ **Lecture :**

On repère les colonies suspectes : Staphylocoques sous formes de colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, légèrement bombées et pigmentées par le pigment caroténoïdes en jaune ocre.

La confirmation se fait par un test de catalase et de coagulase.

❖ Test de catalase :

Prendre une colonie sur une lame et ajouter une goutte de l'eau oxygénée H_2O_2 et si on observe des bulles d'air qui se dégagent on peut dire que la colonie possède une catalase (catalase positif).

❖ Test de coagulase :

Ce test nous permet de déduire s'il s'agit de *S.aureus*.

- Prendre une colonie du milieu Chapman et la mettre dans un bouillon nutritif, et l'incuber à 37°C pendant 18H.
- Mesurer dans un tube à essai stérile 0.5 ml de plasma de lapin + 0.5 ml de la culture en bouillon de staphylocoque à tester.
- Mélanger et incuber le tube à 37°C pendant 18 à 24H
- La formation d'un caillot est vérifiée après des temps d'incubation.

Les résultats retrouvés sont multipliés par l'inverse de la dilution, et ils sont exprimés en UFC/ml ou UFC/g.

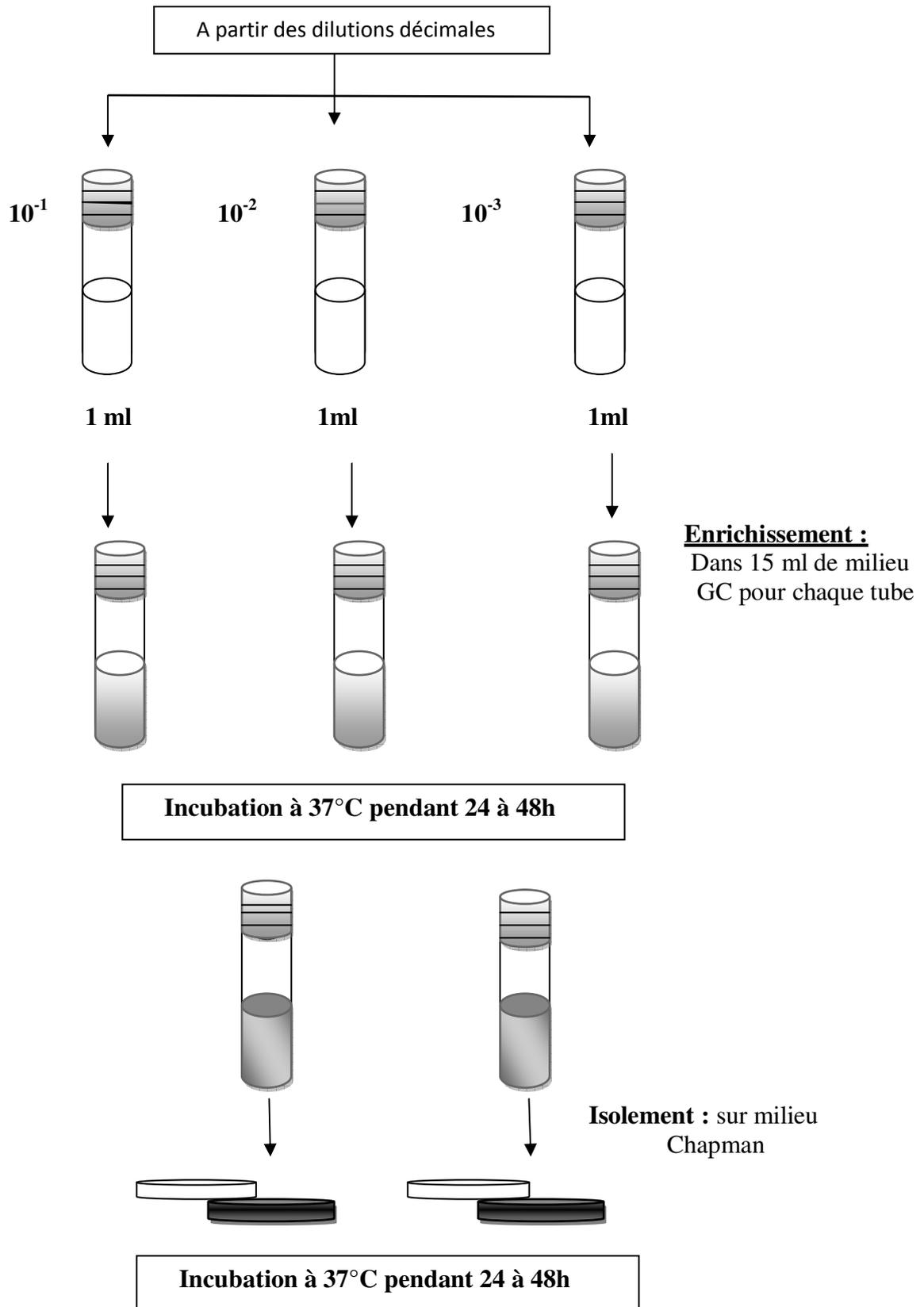


Figure N°23 : Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus.

2.1.2.7. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :

(NF V08-061)

➤ But :

La recherche et le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs ont pour but de déterminer l'existence ou non d'une contamination fécale ancienne (car leur spores sont très résistants), et de savoir si l'aliment présente un risque pour la santé du consommateur.

➤ Principe :

Le dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs aura lieu en milieu gélose Viande foie additionné de 1 ml d'alun de fer et de 5 ml de sodium.(voir annexe N°3)

Notons que les anaérobies sulfito-réducteurs réduisent les sulfites en sulfures par une enzyme : la sulfito-réductase, ce qui précipite les ions de fer et donne des colonies de couleur noir.

➤ Mode opératoire :

- Au moment de l'emploi et après fusion de la gélose VF, celle-ci est refroidie dans un bain d'eau à 45°C, ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium (5%).
- mélanger soigneusement et aseptiquement.
- prévoir une série de tubes stériles à raison de deux tubes par dilutions, et répartir aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double.
- porter les tubes au bain marie à 80°C pendant 10 min, puis les refroidir immédiatement sous l'eau de robinet (choc thermique), afin d'éliminer toute forme végétative et ne laisser que les forme sporulées.
- ajouter environ 15 ml de gélose VF prête à l'emploi dans chaque tube.
- homogénéiser soigneusement.
- laisser les tubes solidifier sur paillasse environ 30 min et les incuber après à 37°C pendant 24 à 48H avec une première lecture à 16 H.

➤ Lecture :

Les tubes considérés positifs sont ceux qui contiennent des colonies noires de spores d'anaérobies sulfito-réducteurs.

Les résultats seront exprimés en nombre de spore par ml ou g de produit analysé.

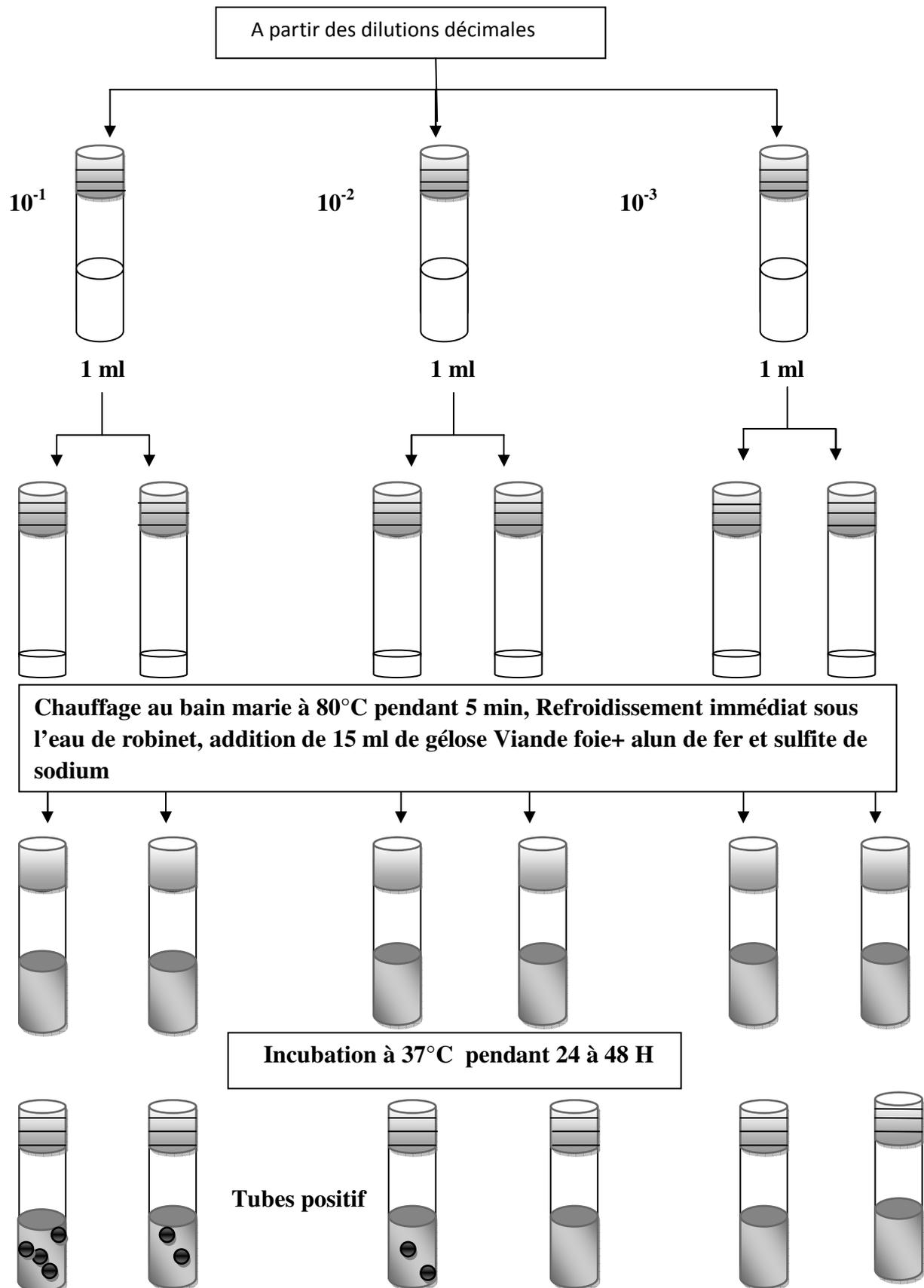


Figure N°24 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito- réducteur.

2.1.2.8. Recherche et dénombrement de Salmonelles :**(ISO 6579)****➤ But :**

La recherche des Salmonelles s'effectue dans le but de montrer si le produit est dangereux à consommer ou non, car les Salmonelles sont des bactéries pathogènes provoquant des gastroentérites.

➤ Principe :

La recherche des Salmonelles nécessite une prise d'essai à part. Comme le nombre des Salmonelles est en générale faible dans le produit à analyser, il est nécessaire qu'un protocole à un pré- enrichissement, ensuite à un enrichissement sur SFB.

En fin, on réalise leur isolement sur un milieu sélectif : gélose Hektoen.

➤ Mode opératoire :**❖ Préenrichissement :**

- On introduit aseptiquement 25g ou 25 ml de l'échantillon à analyser dans 225 ml de TSE constituant ainsi la dilution 10^{-1} ou 1/10 (permet aux bactéries de récupérer leurs potentialités).
- On incube à 37°C pendant 18 à 24H.

❖ Enrichissement primaire :

- Ce test consiste à porter 1 ml du milieu de préenrichissement sur bouillon SFB(S/C) reparti à raison de 9 ml par tube + additif sélénite acide de sodium. On les incube à 37°C pendant 24H.
- Les résultats positifs se traduisent par un virage de la couleur du milieu du jaune au rouge brique.

❖ Enrichissement secondaire et isolement :

Le bouillon SFB positif fera l'objet :

- D'un enrichissement secondaire sur bouillon SFB en tube à raison de 0.1 ml par tube
- D'un isolement sur gélose Hektoen (H₁) préalablement coulé en boîtes.

On incube à 37°C pendant 24H.

➤ **Lecture et identification :**

- D'une part le bouillon SFB fera l'objet d'un isolement sur gélose bilié lactosé au vert brillant et au rouge de phénol puis incubation à 37°C pendant 24H.
- D'autre part, la boîte de gélose Hektoen(H₁) subira une lecture.

Les colonies de salmonelle apparaissent en gris bleu ou vert bleu avec ou sans centre noir sur milieu Hektoen.

Colonies roses entourées d'une zone rouge sur gélose BLVBRP.

➤ **Identification morphologique et biochimique :**

Cinq colonies caractéristiques et distinctes feront l'objet d'une identification morphologique et biochimique et se déroule comme suite :

- Ensemencement d'un tube de Kligler (TSI) qui sera incubé à 37°C pendant 24H (lactose, saccharose, glucose, gaz et H₂S)
- Test urée et indole.

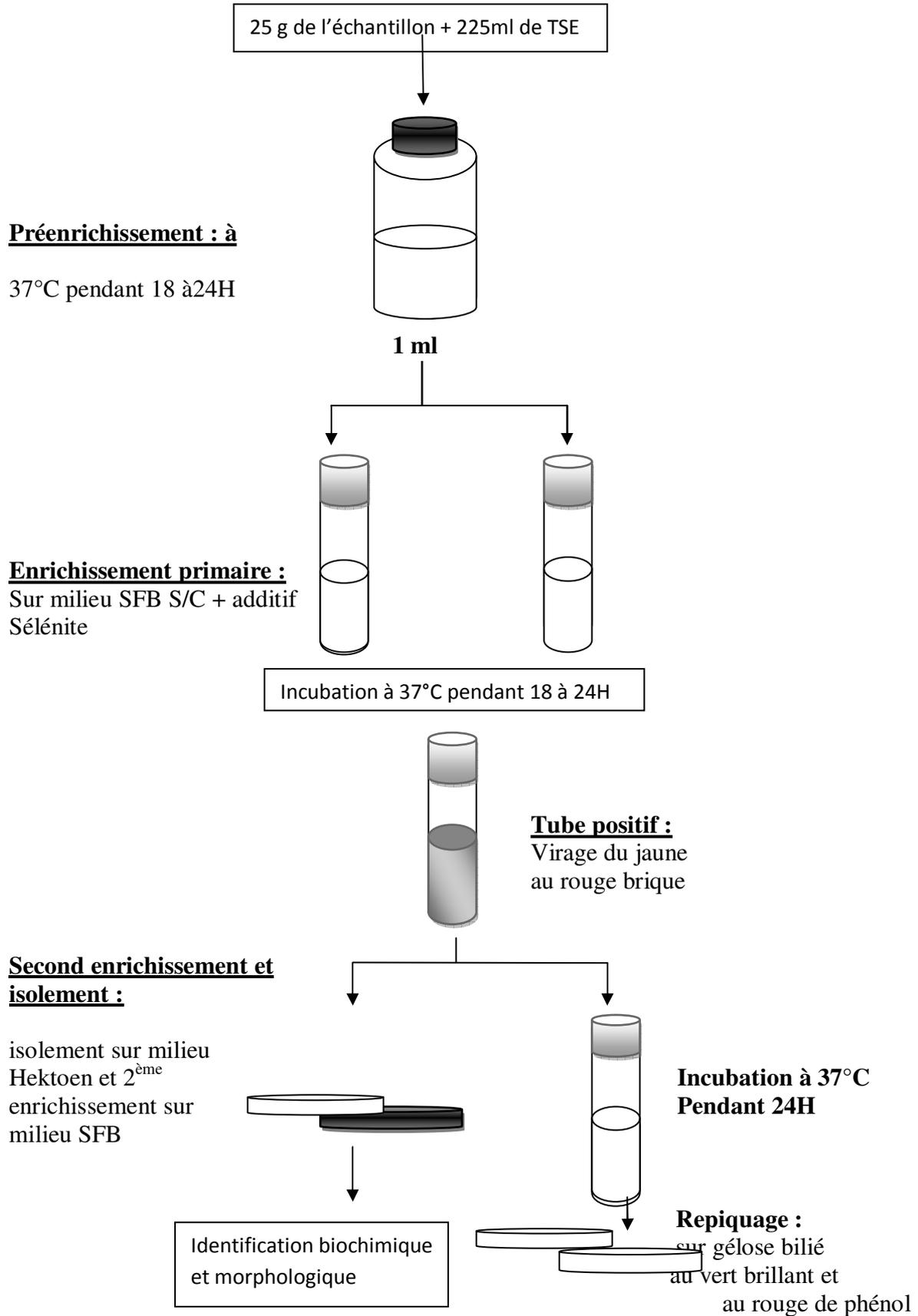


Figure N°25 : Recherche et dénombrement des salmonelles.

➤ **2.1.2.9- Recherche et dénombrement des levures et moisissures :**

(NF V 08-059 /ISO 6611)

➤ **But :**

La recherche et le dénombrement des levures et moisissures sont réalisés en raison des modifications qu'elles apportent et qui sont :

altération d'ordre organoleptique, nutritionnelle et même esthétique et l'aptitude de moisissure à provoquer des allergies ou des intoxications dues à l'ingestion des mycotoxines notamment les aflatoxines pouvant nuire la santé du consommateur.

➤ **Principe :**

Le dénombrement est effectué en milieu sélectif doté de propriétés antibactériennes ; les milieux utilisés sont :

-OGA : additionnée d'ATB : oxytétracycline à raison de 0.1 mg/ml.

-Sabauraud+ATB : chloramphénicol (ATB thermorésistant) à raison de 0.5mg/ml

➤ **Mode opératoire :**

- ensemercer 0.1 ml de l'échantillon ou de la suspension mère dans une boîte pétrie contenant le milieu OGA.
- Etaler cette suspension à l'aide d'un râteau stérile.
- Compléter de la même manière pour les dilutions décimales suivantes.
- Incuber ces boîtes à 25°C pendant 3 à 5 jours avec des lectures intermédiaires les 3^{ème} et 4^{ème} jours si nécessaire.

➤ **Lecture et dénombrement :**

Lors de la lecture, il faut tenir en compte du facteur de dilution, en multipliant le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante.

Le dénombrement se fait par distinction entre les levures et les moisissures d'après leurs aspects macroscopiques :

- Les moisissures : pigmentées sous forme filamenteuse plus au moins grand à aspect velouté.
- Les levures : arrondies, brillantes, plates ou convexes à contours réguliers, elles sont pigmentées en jaune, en orange ou en blanc.

Les résultats sont exprimés en UFC/ml ou UFC/g de produit à analyser.

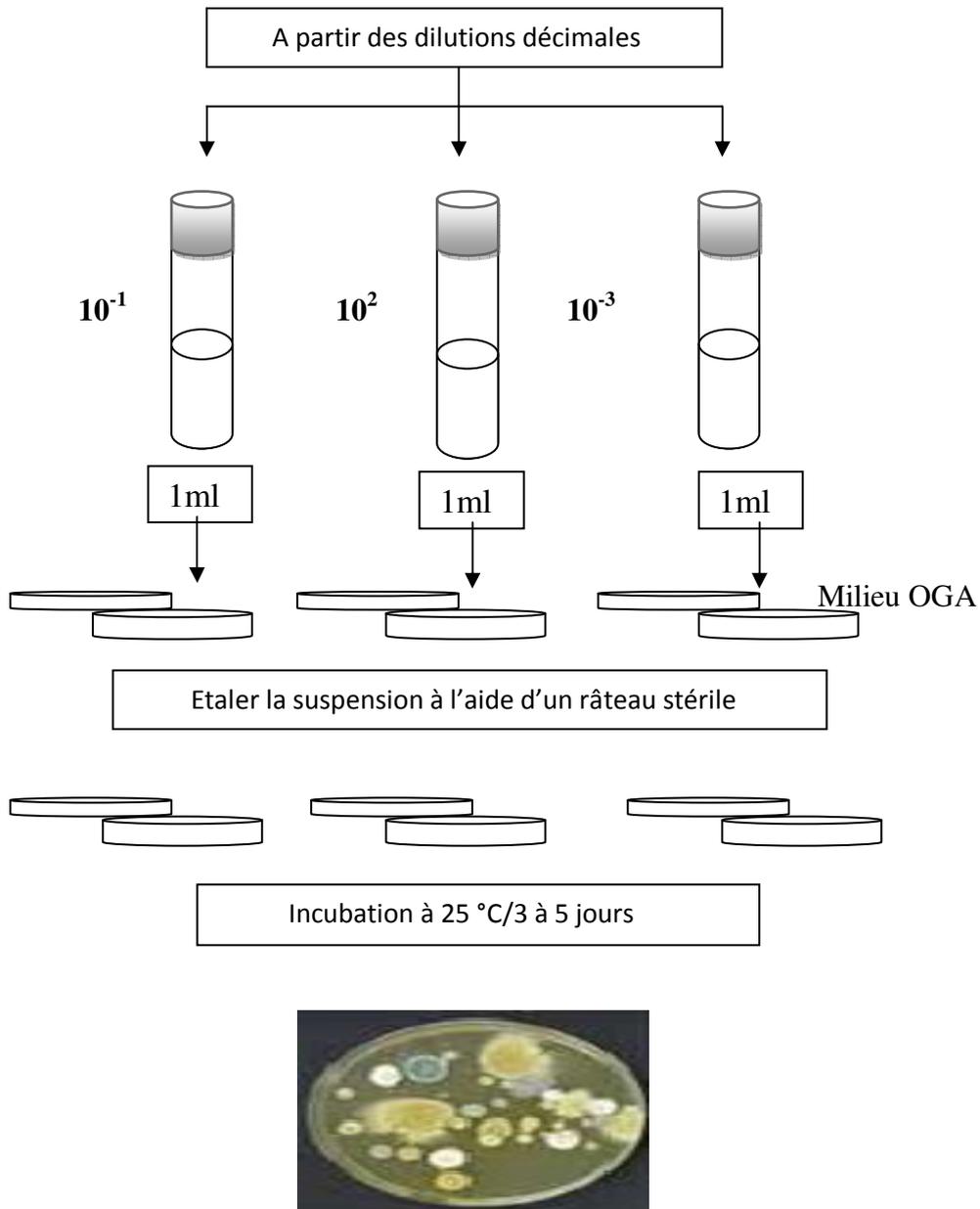


Figure N°26 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures.

2.1.2.10. Recherche et dénombrement de listeria monocytogène :

(ISO 11290 -1)

Jour 1 : Prénrichissement.

Introduire aseptiquement 25 gr de produit à analyser dans 225 ml de bouillon Fraser ½ additionné de supplément comme l'indique.

Bien mélanger milieu et inoculum, puis incuber à 30°C pendant 24 h.

Jour 2 : Enrichissement et isolement.

A partir du bouillon Fraser ½ :

- Prendre aseptiquement 0,1 ml du bouillon Fraser dans un tube contenant 10ml de bouillon Fraser additionné lui aussi de son supplément. Bien mélanger milieu et inoculum, puis incuber à 37°C, 24 h.
- Procéder à un isolement sur gélose Palcam (P1), puis incuber à 37°C, 24 à 48h.

Jour 3 : Isolement sur P2.

Procéder à un isolement sur gélose Palcam (P2) à partir du bouillon Fraser, puis incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

Jour 4 : Lecture des isollements et Identification biochimique.

Observer les colonies noires caractéristiques ayant poussé sur gélose Palcam, puis effectuer les tests suivants :

- Catalase,
- Coloration de Gram (petits BGP),
- Mobilité (en Etat Frais ou mieux en gélose mobilité à 22°C),
- Camp-test voir annexe 2ou gélose au sang,
- API – Listeria.

Sur le plan biochimique, *Listeria monocytogenes* est :

- Aéro-anaérobie facultatif,
- Catalase +

- Oxydase –
- Nitrate réductase –
- Glucose +, H₂S –, Gaz –
- Esculine +
- Indole –, Urée –, TDA–
- VP + et RM +
- Hémolyse de type β.

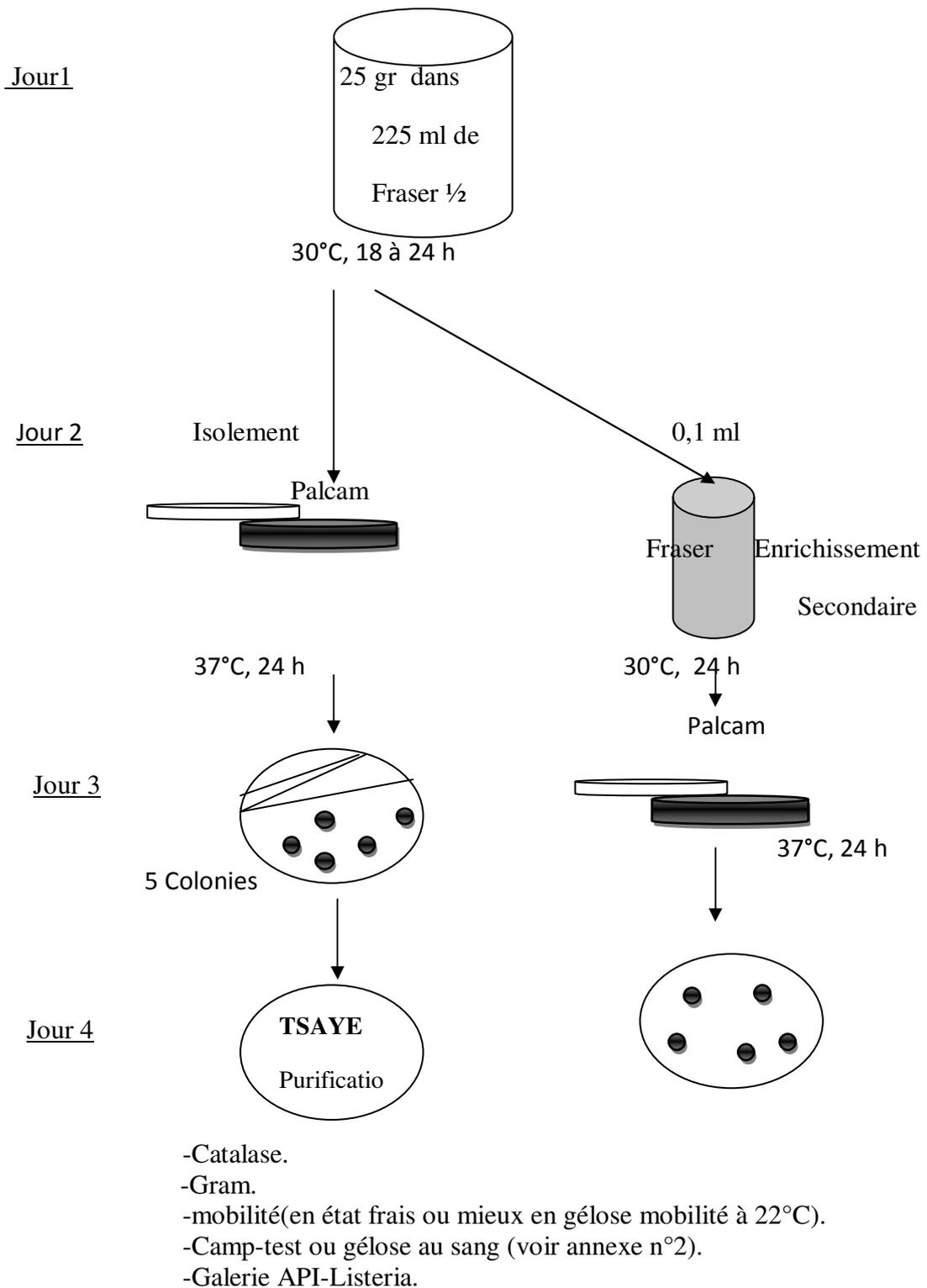


Figure N°27 : Recherche et dénombrement de *Listeria monocytogenes*.

2.1.3. Analyses microbiologiques de l'environnement :

2.1.3.1. Analyses microbiologiques de l'ambiance :

♦ **Objectif :**

Estimer la charge microbienne de l'air, c'est-à-dire une estimation à la fois quantitative et qualitative, à un temps donné et dans différents lieux stratégiques du local.

♦ **Principe :**

S'effectue selon une méthode statique : la sédimentation qui est une technique très simple et très souvent utilisée. Les **pnc** (Particules donnant Naissance à des Colonies) correspondant aux particules ayant sédimentées pendant l'exposition des boîtes sont dénombrées et les colonies peuvent éventuellement être identifiées.

Cette méthode ne permet pas d'étudier précisément la contamination de l'air. Une proportion intime des biocontaminations aéroportées se dépose à la surface du milieu de culture, car seules les particules les plus grosses sédimentent. (**Dellaras, 2000**).

♦ **Mode opératoire :**

✓ Exposition dans la salle à des endroits différents boîtes de pétri couvercle ouvert et contenant chacune un milieu gélosé bien spécifique (gélose Sabouraud ou OGA additionnée préalablement de leurs antibiotiques spécifiques).

- La durée de l'exposition varie de 10 mn à 4 h selon la charge microbienne environnante.

- Incubation des boîtes de pétri dans leurs températures adéquates (25 °c pour OGA).

✓ **Lecture et interprétation des résultats :**

- Les résultats obtenus sont non quantitatifs puisque la méthode ne permet de mesurer un quelconque volume d'air, et aléatoire puisqu'ils dépendent aux turbulences d'air dans la zone examinée.

- Dénombrer les différentes colonies apparues et réaliser par la suite une étude macroscopique et une identification microbienne des différentes colonies.

Le dénombrement se fait par distinction entre les levures et les moisissures d'après leurs aspects macroscopiques :

- Les moisissures : pigmentées sous forme filamenteuse plus au moins grand à aspect velouté.
- Les levures : arrondies, brillantes, plates ou convexes à contours réguliers, elles sont pigmentées en jaune, en orange ou en blanc.

NB : Avec un appareil biocolécteur, l'air d'un local est considéré comme très propre à moins de 5 pnc/m³, et propre à moins de 100 pnc/m³. Au-dessus de 1000 pnc/m³, l'air est fortement souillé.

2.1.3.2. Analyse microbiologique des frottis :

➤ Objectif :

Les analyses des frottis réalisés ont pour but de déterminer s'il y a une contamination dans le matériel utilisé ou bien le personnel égalisateur est contaminé.

➤ Principe :

- A l'aide des lingettes stériles réaliser des prélèvements sur le matériel utilisé (répartiteur, moules....).
- Remettre chaque lingette utilisée dans son sac stérile, et additionner 50 ml de K₂HPO₄.
- Mettre les sacs dans l'appareil d'agitation automatique (Stomacher).
- Prendre 1 ml de chaque sac et ensemer une boîte du milieu VRBL (recherche de coliformes fécaux) et une boîte d'OGA pour les levures et moisissures.
- Incuber les boîtes à :
 - 37°C pendant 24-48H pour les coliformes totaux.
 - 44°C pendant 24 à 48H pour les coliformes fécaux.
 - 25°C pendant 5 j pour les levures/moisissures.

➤ Lecture : pour les coliformes

- Les coliformes fécaux apparaissent sous forme de petites colonies fluorescentes de couleur violacée et parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile, d'un diamètre de 0.5 cm pour les coliformes et 1 ml pour E. Coli, dont le nombre est compris entre 15 et 300. la lecture doit se faire dans une chambre noire et sous une lampe à UV.
- multiplier le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Le résultat est exprimé en UFC/ml.

➤ **Pour les levures /moisissure**

Lors de la lecture, il faut tenir en compte du facteur de dilution, en multipliant le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante.

Le dénombrement se fait par distinction entre les levures et les moisissures d'après leurs aspects macroscopiques :

- Les moisissures : pigmentées sous forme filamenteuse plus au moins grand à aspect velouté.
- Les levures : arrondies, brillantes, plates ou convexes à contours réguliers, elles sont pigmentées en jaune, en orange ou en blanc.

Les résultats sont exprimés en UFC/ml.

3. Technique d'analyses physicochimique :

Le contrôle physicochimique a pour but d'analyser les matières premières, les produits au cours de fabrication et les produits finis.

Le choix des paramètres d'analyses des produits dépend de l'influence de ceux-ci sur la qualité hygiénique et organoleptique ils sont indiqués dans le tableau VIII et IX

Les tableaux ci-après représentent les analyses physico-chimiques effectuées sur les différents échantillons prélevés :

Tableau IX : Représentation des analyses physicochimiques de la matière première.

	Acidité	pH	densité	MG	EST	H%	TA, TAC, TH, Cl _t et Cl _l
Eau de procès	-	+	-	-	-	-	+
Lait cru	+	+	+	+	-	-	-
Poudre de lait	+	-	-	+	-	+	-

Tableau X : Représentation des analyses physicochimiques des produits au cours de fabrication et du produit fini :

	Acidité	pH	Densité	MG	EST	HFD	G/S	Taux de sel
Lait reconstitué après pasteurisation	+	+	+	+	-	-	-	-
Lait de la maturation 1 ^{ère}	+	+	+	+	-	-	-	-
Lait de la maturation 2 ^{ème}	+	+	-	-	-	-	-	-
Lait emprésuré	+	+	-	-	-	-	-	-
Caillé de moulage	+	+	-	-	-	-	-	-
Egouttage	-	+	-	-	+	-	-	-
Démoulage	-	+	-	+	+	+	+	-
Entrée cave	-	+	-	-	+	-	-	+
Produit fini	-	+	-	+	+	+	+	+

3.1- Méthodes d'analyses

3.1.1- Détermination de pH (d'après le fascicule de documentation AFNOR F DV04-035 de juillet 2009)

a-principe :

Le pH est déterminé directement à l'aide d'un pH mètre muni de deux électrodes qu'on plonge dans l'échantillon, l'une donne la valeur de pH, l'autre mesure la température de cet échantillon.

b-Mode opératoire :

Dans le cas de produit liquide :

*Etalonner d'abord le pH mètre à la température de mesure par utilisation de deux solutions tamponnes (pH=4) et (pH=7).

*Introduire la même électrode dans la solution à contrôler.

*Laisser la valeur indiquée se stabilise.

*Faire la lecture de pH directement sur l'écran.

Dans le cas de produit solide :

*Mettre le produit dans un Stomacher et mixer le pendant 2 minute.

*A l'aide d'une spatule étaler le produit dans une boîte pétrie, on évite les trous puis mesurer le pH à l'aide d'un pH mètre.

*Lire directement la valeur sur le pH mètre.

Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en unité de pH, à la température de 20C° sous la forme :

$$\text{pH à } 20\text{C}^\circ = x, xx$$

3.1.2- Détermination de l'alcalinité de l'eau (TA, TAC) (AFNOR, 1986)

L'alcalinité de l'eau correspond à la présence de bicarbonates (HCO_3^-) et d'hydroxyde (OH^-)

➤ Principe :

L'évaluation de L'alcalinité de l'eau se fait par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré, le virage a lieu quant l'excès d'acide agit sur le bicarbonates pour donner l'acide carbonique.

-(TA) : Titre alcalimétrique (AFNOR, 1986)

a-Objectif :

La mesure de Titre alcalimétrique permet de connaître la teneur d'eau à analysée en hydroxyde et en bicarbonate, il est exprimé par la formule suivante :

$$\text{TA} = \text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-}$$

b-Mode opératoire :

- Prélever 100ml d'eau à analysée et mettre dans un bécher.
- Ajouter 2 gouttes de phénol- phtaléine, une coloration rose se développée si la réaction est positive.
- Verser doucement l'acide sulfurique (0.02N), à l'aide d'une burette.
On agit jusqu'à la décoloration complète de la solution.
- Dans le cas contraire où la solution est incolore c'est-à-dire le TA est nul et le pH inférieur à 8 donc l'eau est dépourvu du carbonate.
- Expression des résultats :

$$\text{TA} = V$$

TA : Titre alcalimétrique (°F).

V : volume d'acide sulfurique versé en ml.

Avec : 1°F correspond à 10 mg de carbonate de calcium.

- Titre alcalimétrique complet de l'eau (TAC) (AFNOR, 1986)

a-Objectif :

La mesure de TAC permet de connaître la teneur totale en hydroxyde, carbonate, hydrogénocarbonate.

*La formule de **TAC** :

$$\text{TAC} = \text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$$

b-Mode opératoire :

-Mettre dans un bécher 100ml d'eau à analysée.

-Ajouté 2 gouttes de méthyle orangé et on titre à nouveau avec la même solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) jusqu'au le virage du jaune au jaune orangé, $pH= 4.3$.

-Expression des résultats :

Le résultat de titre alcalimétrique complet est donné par la lecture directe sur burette de volume d'acide sulfurique pour le titrage.

$$TAC=V$$

Avec : **TAC** : titre alcalimétrique complet (°F).

V : volume d'acide sulfurique versé en ml.

3.1.3-détermination de titre hydrométrique de l'eau (TH):(AFNOR, 1986)

a-Objectif :

Le titre hydrométrique indique la teneur totale de l'eau en sel de calcium et magnésium.

Le TH correspond à la somme des concentrations des ions Ca^{2+} et Mg^{2+}

Elle est définie par l'expression suivante :

$$TA= Ca^{2+} +Mg^{2+}$$

b-principe :

Consiste à doser un volume d'eau avec le sel di sodique d'acide d'EDTA, en présence de NET coloré comme indicateur avec une solution tampon ammoniacal à $pH=10$.

Lors de titrage, l'EDTA réagit avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libre en solution puis au point d'équivalence avec les Ca^{2+} et Mg^{2+} combinés. Ce dernier(EDTA) est libéré et provoque un changement de couleur du violet au bleu.

c-mode opératoire :

*mettre 100ml d'eau à analyser dans un bécher.

*ajouter 2ml de solution tampon ammoniacal ($pH=10$).

* ajouter quelque goutte de noir Erichrome.

*si la couleur obtenue est bleu, le TH est nul.

*si la solution obtenue est violette, procéder au titrage par la solution EDTA jusqu'à le virage au bleu.

Expression des résultats :

La dureté hydrométrique totale s'exprime en degré français selon la formule suivante

$$TH=V$$

Avec : **TH** : titre hydrométrique en °F.

V : volume nécessaire de la solution EDTA utilisé pour le titrage en ml.

3.1. 4-Détermination du chlore libre et du chlore total (AFNOR, 1986)

a-Objectif :

La détermination de chlore libre(Cl_2) qui représente l'association de deux molécules de chlore (Cl^{\cdot}) pour donner une substance active de chlore et de chlore total.

b-Principe :

Pour le dosage de chlore libre on utilise un appareil automatique appelé **chlore-mètre**.

c-Mode opératoire :

*Mettre une pastille de DPD dans un tube contenant 10ml d'eau.

*Si l'eau reste incolore, le test est négatif ce qui signifie l'absence de chlore.

* Si l'eau devient rose, le test est positif ce qui signifie la présence de chlore.

- Les résultats obtenus sont exprimés en parties par million (ppm).

3.1.5- Détermination de la densité du lait (d'après la norme NFV04-204 d'août 2004 et NFB35-522 de septembre 2001)

a-Principe :

La densité du lait est le rapport des masses volumique du lait et de l'eau à 20 °C et à la même pression, elle est mesurée par un lactodensimètre renfermant un thermomètre.

b-Mode opératoire :

1- Verser le lait sur la paroi de l'éprouvette tout en évitant la formation de la mousse.

2- Plonger le lactodensimètre verticalement dans l'éprouvette et attendre qu'il se stabilise.

3- Effectuer la lecture tout en vérifiant la température.

c-Expression des résultats:

* Ajouter 0,2 à la valeur lue sur le lactodensimètre pour chaque degré en dessus de 20 °C.

* Soustraire 0,2 à la valeur lue sur le lactodensimètre pour chaque degré en dessous de 20 °C

Exemple: pour une valeur lue sur le lactodensimètre qui est égale à 1030 et une température de 21 °C, la densité est égale à 1030.2.

2.1.6-Détermination de l'acidité Dornic du lait (D'après l'Arrêté du 24 août 1983 (J.O. du 27 octobre 1983 appliqué au lait)

a-Objectif :

L'objectif principal de ce mode opératoire est de recenser les différentes étapes à suivre pour mesurer l'acidité Dornic des produits.

b-Mode opératoire :

- 1- Introduire dans un bécher 10 ml de lait a 20 °C.
- 2- Ajouter 2 a 3 gouttes de phénolphtaléine.
- 3- Ajuster la burette.
- 4-Titrer avec de la soude N/9, puis faire la lecture.

Cas de la poudre du lait (NF T90-006) :

Mode opératoire :

- Dans un bécher, on pèse 2g de la poudre du lait à analyser.
- On ajoute 20 ml d'eau distillé.
- On mélange jusqu'à la dispersion de la prise d'essai et on laisse reposer pendant quelque minutes.
- On additionner 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine.
- On procède au titrage par la solution sodique (NaOH N/9) jusqu'au virage de la couleur au rose pale qui persiste pendant 10 secondes.

-Expression des résultats:

L'Expression des résultats se fait par la lecture directe sur la colonne graduée des nombres de millilitres utilisés, l'acidité est exprimée en degré Dornic.

- pour avoir la correspondance de 0.1ml de (NaOH N/9) en acide lactique par litre, il suffit de multiplier le volume titrant obtenu par 10 :

$$A = V \times 10$$

Dans le cas de la poudre du lait :

$$A = V/2$$

A : résultat (acidité titrable en (°D)).

V : volume de NaOH correspond à 10 (°D). Avec 1(°D) correspond à 0.1g/l d'acide lactique.

2.1.7-Détermination de la matière grasse :

❖ Détermination de la matière grasse de la poudre du lait MÉTHODE ACIDOBUTYROMÉTRIQUE (D'après recueil AFNOR – ITSV 1986) :

a-Principe :

- Dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique.
- Séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre, celle-ci étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso amylique.

b- Mode opératoire :

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre (ne pas mouiller le col du butyromètre avec l'acide).
- Ajouter 8 ml d'eau à l'aide de la pipette en laissant se vider très lentement afin d'éviter un mélange avec l'acide.
- Peser $2,5 \pm 0,005$ g de l'échantillon, sur un petit carré de papier sulfurisé par exemple.
- Introduire quantitativement la prise d'essai dans le butyromètre.
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique à l'aide du mesureur (ne pas mouiller le col du butyromètre).
- Boucher puis secouer d'abord horizontalement le butyromètre maintenu dans une position verticale afin d'éviter une attaque trop brutale du lait par l'acide.
- Retourner ensuite et secouer le butyromètre à plusieurs reprises.
- Lorsque le lait est complètement dissous, maintenir le butyromètre bouchon vers le haut, et attendre que le mélange ait entièrement rempli l'ampoule terminale.
- Procéder à plusieurs retournements successifs, afin de rendre le liquide homogène.
- Placer le butyromètre dans le bain d'eau chaude pendant 5 minutes.
- Centrifuger pendant 5 minutes.

- Retirer le butyromètre de la centrifugeuse. Ajuster le bouchon si nécessaire pour amener la colonne de matière grasse dans la partie graduée.
- Plonger le butyromètre dans le bain d'eau, le bouchon dirigé vers le bas. Le laisser pendant 5 minutes avant d'effectuer la lecture.
- S'assurer qu'il n'a pas été projeté de matière grasse dans l'ampoule terminale au cours des manipulations.
- Maintenir le bouchon de façon à faire coïncider le plan inférieur de la colonne grasse avec une division.
- Déplacer le butyromètre devant l'œil, la colonne grasse demeurant immobile.

V - EXPRESSION DES RESULTATS

La teneur en matière grasse, exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule :

B – A

Où :

A : représente la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse.

B : représente la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse.

❖ Détermination de la matière grasse du lait (D'après recueil AFNOR – ITSV 1986) :

a-Objectif :

Dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique et séparation de la matière grasse après ajout d'alcool iso- amylique.

b-Mode opératoire :

- Homogénéiser l'échantillon et rincer la pipette avec le produit
- Introduire 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre, (veuillez à ne pas mouiller le col du butyromètre).
- Prélever 11 ml de lait, (laisser couler lentement et éviter de mouiller le col du butyromètre).
- Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylique,(veuillez a ne pas mouiller le col et en pas mélanger les liquides).
- Agiter le butyromètre jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de particules blanches puis le retourner six fois.

- Centrifuger immédiatement le butyromètre pendant 5 min et le placer dans le bain Marie pendant 5 min.
- retirer le butyromètre du bain d'eau, ajuster le bouchon et faites la lecture au moins de 10 sec.
- la teneur en matière grasse est exprimée en g/l et obtenue par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Le bouchon est maintenu vers le bas et un ajustement est réalisé devant le repère le plus proche, puis une lecture rapide est faite.

❖ Détermination de la matière grasse du fromage (NF V04-287 février2002)

a-Principe :

Dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique et séparation de la matière grasse après ajout d'alcool iso- amylique.

b-Mode opératoire :

- Dans un godet préalablement taré peser $3 \text{ g} \pm 0,005$ de l'échantillon préparé, et l'introduire dans le butyromètre.
- Ajouter de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau d'acide atteigne les $\frac{2}{3}$ de la chambre du butyromètre et mettre ce dernier dans le bain Marie pendant 5 min.
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et l'agiter énergiquement pendant 10 secs puis le remettre dans le bain Marie, (Répéter l'opération pendant 1h environ puis maintenir le butyromètre 15 min dans le bain d'eau).
- Retirer le butyromètre du bain d'eau, ajouter 1 ml d'alcool iso -amylique puis agiter pendant 3 secondes.
- Ajouter de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau de graduation atteigne 35%, puis agiter énergiquement pendant 10 secs.
- Recommencer six fois les opérations de retournements et agitation.
 - Mettre dans le bain Marie pendant 5 minutes.
- Centrifuger le butyromètre pendant 10 minutes puis le remettre dans le bain d'eau durant 5 min.
- Maintenir le bouchon de façon à faire coïncider le plan inférieur de la colonne grasse avec une division puis faire la lecture, (Il ne doit pas s'écouler plus de 10 sec entre le temps de la sortie du butyromètre du bain Marie et la fin de la lecture).

Les résultats sont obtenus selon la formule suivante :

$$\text{MG \%} = \text{N}_1 - \text{N}_2$$

N1 : la valeur atteinte par le niveau supérieur du butyromètre.

N2 : la valeur atteinte par le niveau inférieur du butyromètre.

MG : la teneur en matière grasse (exprimée en pourcentage).

4.1.8- Détermination de l'extrait sec total (AFNOR 1986) :

a-Principe :

L'extrait sec total de fromage est la matière résiduelle, après évaporation de l'eau qu'il contient dans un dessiccateur à rayonnement infrarouge 17-20 minutes. L'humidité représente le % de la masse d'eau contenant dans le produit.

Prise d'essai :

Le fromage après broyage soigneux d'une masse d'un fromage débarrassé de croûte fleurie. 5g sont prélevés dans une capsule tarée.

b- Mode opératoire :

- répartie sur toute la surface de la capsule l'échantillon prélevé.
- introduire la capsule dans un dessiccateur à rayonnement.
- atteindre jusqu'à la valeur donnée par le dessiccateur soit constante.

- EXPRESSION DES RESULTATS :

La valeur de L'extrait sec total est donnée directement par le dessiccateur, ceci permis de déduire l'humidité et l'extrait sec dégraissé.

* l'humidité est calculée par la formule suivant :

$$\text{H}(\%) = 100 - \text{EST}(\%)$$

* l'extrait sec dégraissé est calculé par la formule suivant :

$$\text{ESD}(\%) = \text{EST} - \text{MG}$$

3.1.9- détermination de la teneur en matière grasse dans la matière sèche (G/S) :

(ISO 5534-1985)

➤ Objectif :

Le but de ce calcul est de vérifier la conformité en matière grasse dans la matière sèche du fromage.

➤ Expression des résultats :

La teneur en matière grasse exprimée en « g » pour 100g de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$G/S \% = (MG \% / MS \%) \cdot 100$$

Le Food ScanTM pour produits laitiers est un instrument rapide, précis et facile d'utilisation qui sert à l'analyse de fromage, de beurre, et de yaourt. Il mesure avec précision tout un éventail de paramètres dont la teneur en matière grasse, les protéines l'eau et le sel. Seule une préparation minimale des échantillons est nécessaire et les résultats sont obtenus en 50 secondes uniquement.

3.1.10- Détermination de taux de sels (NF V04-2010)**a-Calibration :**

- allumer l'appareil, versé 20ml de la solution REP90 22 601 dans un bécher.
- remonter le bécher pour faire tremper les électrodes et ajouter environ 5ml de la solution REP90 20 321.
- appuyer sur un bouton rouge pour conditionner la solution en détruisant les ions libres de chlore qu'elle contient (jusqu'à ce que le chiffre 100 affiché).

b - Mode opératoire :

- peser dans un bécher 25g de produit à 5mg près.
- terminer avec l'eau distillée jusqu'à l'obtention de 100g.
- homogénéiser l'échantillon à l'aide d'un brasseur.
- prélever 1ml de l'échantillon dilué dans un bécher et appuyer sur le bouton START, le chiffre est affiché.

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1-Résultat et interprétations du contrôle microbiologiques :

1.1-Résultats et discussions des matières premières

1.1.1- L'eau de procès :

➤ **Résultats :**

Tableau XI : Résultat des analyses microbiologiques de l'eau de procès:

Les germes recherchés	Les résultats trouvés			La norme LACTALIS
	23/3/2016	24/3/2016	26/3/2016	
Les Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	<10UFC/ml
Les Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	Absence/100 ml
Flore aérobie mésophile totale à 37°C	Absence	Absence	Absence	<20UFC/ml
Flore aérobie mésophile totale à 22°C	Absence	Absence	Absence	<10 ² UFC/ml
<i>Streptocoques fécaux</i>	Absence	Absence	Absence	Absence/20ml
<i>Clostridium sulfitoréducteurs(ASR)</i>	Absence	Absence	Absence	Absence/20ml

➤ **Discussion :**

Les résultats des analyses microbiologiques du tableau XI sont conformes aux normes internes de l'industrie (Lactalis), nous notons une absence totale de germes de contamination fécales (coliformes fécaux, streptocoques fécaux), des germes pathogènes (Clostridium Sulfito-réducteur) et des germes indicateurs de l'hygiène (flore aérobies mésophiles totaux), cette absence due à l'efficacité des traitements appliqués à l'eau de forage au niveau de l'unité.

L'application du contrôle microbiologique est importante car la qualité bactériologique de l'eau de procès n'est pas un paramètre stable, mais au contraire sujet à fluctuation, par pollution accidentelle, nécessitant des contrôles permanents et représentant la cause la plus fréquente de non potabilité de l'eau. Pour cela il convient de vérifier aussi l'efficacité des traitements appliqués à l'eau par la recherche des germes indicateurs de contamination fécale qui permettent d'apprécier, avec sûreté ou précocité, le risque de contamination fécale pouvant véhiculer des germes pathogènes.

D'après ces résultats, on constate que l'eau utilisée au niveau de la laiterie de Beni Tamou présente une bonne qualité sur le plan microbiologique donc c'est une eau potable, car la

potabilité implique la destruction ou l'élimination des organismes qui pourraient infecter le produit fabriqué (Anonyme, 1966).

1.1.2- La poudre de lait :

➤ **Résultats :**

➤ **Tableau XII:** Résultat des analyses microbiologiques de la poudre de lait :

	Numéro de lot 702-427	
Les germes recherchés	Nombre trouvés (ufc/g)	La norme LACTALIS
Les Coliformes totaux	absence	<10
Les coliformes fécaux	absence	Absence
La Flore totale aérobie mésophile	2.10 ⁵	2.10 ⁵ UFC/g
Levures et moisissures	absence	Absence
<i>Streptocoques</i>	absence	Absence
<i>Salmonelles</i>	absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	absence	Absence
Clostridium sulfitoréducteurs(ASR)	absence	Absence

➤ **Discussion :**

D'après les résultats mentionnés dans le tableau XII et réalisé sur 1e lot qui est utilisée pour 3 productions du camembert ; nous observons que l'échantillon examiné répond aux normes internes fixées (normes Lactalis).

Nous remarquons une absence totale des coliformes totaux et des germes indicateurs de contamination fécale, ainsi une absence totale des germes pathogènes.

Pour la flore totale aérobie mésophiles, nous notons une présence avec un taux de 2.10⁵ UFC/g ,mais qui reste conforme en comparant avec les normes, ce qui nous amène à dire que la poudre utilisé par l'unité de BENI TAMOU est de qualité satisfaisante, ceci s'explique par le respect des bonnes pratiques d'hygiène de conditionnement et les bonnes conditions de stockage.

Les poudres de lait utilisées en technologie fromagère doivent présenter une qualité microbiologique conforme à la réglementation et une aptitude fromagère acceptable, ceci peut être obtenue par un entreposage dans les conditions idéales à savoir une humidité qui ne

dépassant pas les 4% et êtres placées à l’abri de la lumière pour éviter la multiplication des germes tels que les levures et les moisissures qui peuvent contaminer les poudres de lait et ainsi déprécier leurs qualité technologique et organoleptiques.

Pratiquement privée d’eau (<4%), elle ne peut plus être le siège de développement microbien (**Tremorlière, 1984**).

1.1.3-Résultats et discussions du contrôle microbiologique :

1.1.3-Le lait après pasteurisation :

➤ **Résultats :**

Tableau XIII: Résultat des analyses microbiologiques de lait après pasteurisation (Sortie-cane).

Etape	Date de fabrication	Les Coliformes totaux	Les Coliformes fécaux	la flore aérobie mésophile totale	Salmonelles	Staphylococcus aureus
Sortie -cane	23/03/2016	<1	<1	Absence	absence	Absence
Sortie -cane	24/03/2016	<1	<1	Absence	absence	Absence
Sortie -cane	26/03/2016	<1	<1	Absence	absence	Absence
Normes Lactalis UFC/ml		<1	<1	Absence	absence	Absence

➤ **Discussion :**

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur 3 prélèvements de lait reconstitués après pasteurisation relèvent une bonne qualité microbiologique avec une conformité aux normes exigées par l’industrie.

Concernant les germes totaux et les germes indicateurs de contamination fécale, dont les valeurs trouvés sont inférieur à 1UFC/ml et qui sont les mêmes valeurs des normes exigés par l’industrie, ce qui indique une conformité à ces normes exigés.

Concernant les germes indicateurs d'hygiène (germes aérobies mésophiles totaux) et les germes pathogènes, les résultats montrent une absence totale de ces derniers ce qui relève une conformité aux normes exigés.

D'après ces résultats on peut noter que l'absence de ces germes dans le lait pasteurisé est attribuée à l'efficacité du traitement thermique réalisé (la pasteurisation), car un traitement thermique bien exécuté détruit tout les coliformes (**Anonyme 11, 1966**).

1.2- Résultats et discussion du produit en phase de Démoulage :

➤ **Résultats :**

Tableau XIV: Résultat des analyses microbiologiques de camembert pendant l'étape Démoulage :

L'étape	Les germes recherchés	23/03/2016	24/03/2016	26/03/2016	La norme LACTALIS (ufc/g)
Démoulage	Les Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	<10
	Les Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	<10

➤ **Discussion:**

D'après les résultats obtenus dans le tableau XIV, nous remarquons une qualité microbiologique satisfaisante du produit moulé, ceci est constaté par l'absence des coliformes totaux et fécaux dont ces résultats sont conformes aux normes internes de l'industrie ce qui est un bon indicateur de la qualité (propreté) des installations (circuits, tanks....).

L'absence de ces germes dans le produit démoulé est attribuée au bon état hygiénique des plateaux du produit démoulé. En revanche la contamination du caillé peut se faire lors des manipulations (**Anonyme 12, 2004**).

1.3-Résultats et discussion du produit finis :

➤ **Résultats :**

Tableau XV: Résultat des analyses microbiologiques de produit fini (Camembert) :

Les germes recherchés	23/03/2016	24/03/2016	26/03/2016	La norme du JORA
Les Coliformes totaux	70	absence	40	10²(ufc/g)
Les Coliformes fécaux	absence	absence	absence	10(ufc/g)
Clostridium sulfitoréducteurs(ASR)	absence	absence	absence	1
<i>Salmonelles</i>	absence	absence	absence	absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	absence	absence	absence	10²
<i>Listeria monocytogenes</i>	absence	absence	absence	absence

➤ **Discussion :**

Les résultats microbiologiques des produits finis des 3 productions qui figurent dans le tableau XV relèvent une absence totale des germes indicateurs de contaminations fécale (coliformes fécaux) ainsi une absence totale des germes pathogènes (Clostridium Sulfito-réducteur, Salmonelle, Staphylocoque et Listeria monocytogène) ; ce qui est expliqué par la bonne conduite de la chaîne de fabrication, le respect des règles d'hygiène (matériels nettoyés et désinfectés...) et aussi le personnel et l'environnement ont influencé positivement sur les résultats .

On observe une présence des coliformes totaux dans la production du 23/03/2016 et la production du 26/03/2016 dont les valeurs sont inférieures à la norme exigé par le JORA, alors nous pouvons dire que le produit fini est de qualité bactériologique satisfaisante.

La présence des coliformes totaux pourrait être due au personnel en contact avec le produit lors de l'emballage, ou bien à l'ambiance des hâloirs, car lors de l'affinage, les fromages peuvent être contaminés par les germes indésirables par l'environnement du local (Anonyme, 2004).

1.4-Résultats et discussions du contrôle microbiologique de l'environnement :

1.4.1-l'ambiance :

➤ **Résultats :**

Tableau XVI : Résultat des analyses microbiologiques de l’ambiance :

Equipement/endroit		Levures	Moisissures					Mucors
			Penicillium	Bleu	Autres	Noires		
SAS	SAS (entrée) pates molles	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
M2	Maturation 2aires	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
G	Salle de Coagulation	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
TE1	Tunnel d'égouttage 1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
TE2	Tunnel d'égouttage 2	abs	Abs	abs	abs	Abs	Abs	
AD	Aire de démoulage	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	abs	
RAH	Ressuage avant hâloirs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
CH	Couloir Hâloirs	abs	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
H1	Hâloir 1	Abs	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
H2	Hâloir 2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
H3	Hâloir 3	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
H4	Hâloir 4	Abs	abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
RE	Ressuage avant emballage	Abs	19	Abs	Abs	Abs	Abs	
LC	Laveuse claies	Abs	2	Abs	Abs	Abs	Abs	

NB : Avec un appareil biocolécteur, l’air d’un local est considéré comme très propre à moins de 5 pnc/m³, et propre à moins de 100 pnc/m³. Au-dessus de 1000 pnc/m³, l’air est fortement souillé.

➤ **Discussion :**

D’après les résultats des analyses microbiologiques de l’ambiance mentionnés dans le tableau XVI, nous observons que tous les endroits analysés sont très propre ou propre, cela est attribué à la bonne pratique d’hygiène et au bon fonctionnement du système de filtration contrôlé automatiquement, pour éviter toute source de contamination.

1.4.2- les frottis :

➤ Résultats :

Tableau XVII : résultat des analyses microbiologiques des frottis :

	23/03/2016				24/03/2016				26/03/2016			
Germe	C.T	C.F	Lev	Moisi	C.T	C.F	Lev	Moisi	C.T	C.F	Lev	moisi
Frottis												
Bassine	<1	abs	<1	<1	abs	abs	abs	Abs	abs	abs	abs	abs
Puiseur	<1	abs			abs	abs			abs	abs	abs	abs
Répartiteur	<1	abs	<1	<1	abs	abs	abs	Abs	abs	abs	abs	abs
Plateau	<1	abs	<1	<1	abs	abs	abs	Abs	abs	abs	abs	abs
Moule	<1	abs	<1	<1	abs	abs			abs	abs	abs	abs
Store	<1	abs	<1	<1	abs	abs	abs	Abs	abs	abs	abs	abs
Clé d'utilisation	<1	abs	<1	<1	abs	abs	abs	Abs	abs	abs	abs	abs
égalisateur	<1	abs			abs	abs			abs	abs	abs	abs
Témoin de milieu de culture	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	Abs	abs	abs	abs	abs
Normes Lactalis UFC/ml	<1	abs	abs	abs	<1	abs	abs	Abs	<1	abs	abs	abs

Lev : levures

Moisi : Moisissures

➤ Discussion :

Les résultats microbiologiques des frottis, qui figurent dans le tableau XVII, relèvent une absence totale des germes indicateurs de contamination fécale (coliformes fécaux), ce qui est expliqué par la bonne pratique d'hygiène dans la chaîne de fabrication.

Concernons les coliformes totaux, les résultats des 3 productions sont conformes aux normes exigées par la laiterie.

Pour les levures et les moisissures les résultats des dates de fabrication du 24/03/2016 et 26/03/2016 montrent une absence totale des levures et moisissures dont la norme exigée est l'absence, mais au contraire pour la date de fabrication du 23/03/2016, nous remarquons que les résultats montrent que la valeur des levures et moisissures dans la bassine, puiseur, répartiteur, plateau, moule et store c'était <1 alors que la norme exigée par la laiterie est

l'absence totale des levures et moisissures ceci est expliqué par le manque d'hygiène dans ce matériel .

2-Résultat et interprétations des analyses physico-chimiques :

2.1. Résultats et discussions des matières premières :

2.1.1-Le lait cru :

➤ Résultats

Tableau XVIII : Résultats des analyses physicochimiques du lait cru entier :

Étape	Recette	Tank	Date préparation	Date fabrication	MG(%)	Densité	pH	Acidité (°D)
LAIT CRU ENTIER	Camembert	B26C	22/03/2016	23/03/2016	3,1	1028	6,69	16,5
LAIT CRU ENTIER	Camembert	B26C	23/03/2016	24/03/2016	3,1	1028	6,69	16,5
LAIT CRU ENTIER	Camembert	B26B	25/03/2016	26/03/2016	3.2	1028,3	6,61	17,5
Les normes Lactalis					2.75-3.2	1028-1029	5.56-6.70	16-18

➤ Discussion :

D'après les résultats rapportés dans le tableau XVIII, on remarque que :

-L'acidité titrable est entre 16.5 et 17.5 elle se trouve dans les normes fixés par **Lactalis**, Ceci indique que le lait n'a pas subi une fermentation lactique.il est donc à l'abri des éventuelles altérations microbiennes qui provoquent une augmentation de son acidité.

-Selon **Mathieu(1998)**, un lait frais est un lait dont le lactose n'a pas été transformé en acide lactique.

-La matière grasse ainsi que la densité sont conformes aux normes interne.

-Une conformité de pH aux normes établis par **Lactalis**.

2.1.2- L'eau de procès :

➤ **Résultats :**

Tableau XIX: Résultat des analyses physico-chimiques de l'eau de procès :

Les paramètres physico-chimiques	Les dates de préparations			La norme LACTALIS
	22/03/2016	23/03/2016	25/03/2016	
TH (°F)	9.2	7.2	8.4	(8-10)F°
TA (°F)	0	0	0	0
TAC (°F)	30	30	20	30
Chlore libre (mg/l)	0.75	0.77	0.81	0.8mg/l
pH	7.73	7.84	7.65	(7-8)

➤ **Discussion :**

D'après les résultats physicochimiques de l'eau de procès, qui ont résumés dans le tableau XIX, on remarque :

-le TA et le TAC sont conformes aux normes établis par Lactalis, ainsi une conformité de TH à la norme interne de l'usine.

-selon **Sablonnaire (2001)**, une eau de dureté moyenne a un degré hydrométrique compris entre 10 à 30, en dessus l'eau est douce, au-delà l'eau est dure, donc l'eau de procès de LBT est une eau douce.

-les valeurs de pH sont conformes aux normes fixées par Lactalis (7-8), aussi une conformité de la teneur de chlore libre aux normes utilisées par Lactalis.

-Ceci est due au fait que la pompe doseuse ((dispositif de chloration)) est soigneusement entretenu et extrêmement précise.

2.1.3-La poudre de lait :

➤ **Résultats**

Tableau XX : Résultat des analyses physico-chimiques de la poudre de lait :

Les paramètres physico-chimiques	La poudre du lait Numéro du lot (702-427)	La Norme LACTALIS
Matière grasse(MG)%	Des traces	Maximum 1.25%
L'acidité (°D)	15.5 (°D)	Maximum 18 (°D)
L'humidité	3,1%	Maximum 4%

➤ **Discussion :**

Les résultats physicochimiques de la poudre du lait sont résumés dans le tableau XX montrent la conformité de cette poudre aux normes établis par Lactalis. En ce qui concerne les paramètres étudiés (l'acidité, MG, l'acidité).cela atteste un bon conditionnement de la poudre.

2.2- Résultats et discussions du produit semi fini:

2.2.1-Lait reconstitué :

Résultats :

Tableau XXI: Résultat des analyses physico-chimiques de lait reconstitué

Etape	Recette	Tank	Date de préparation	Date de fabrication	MG %	Densité	pH	Acidité (°D)
RECONSTITUTION	camembert	B9A	22/03/2016	23/03/2016	4.3	1036,8	6.68	17
RECONSTITUTION	camembert	B9A	23/03/2016	24/03/2016	4.3	1039	6.55	20
RECONSTITUTION	camembert	B9A	25/03/2016	26/03/2016	4.25	1035,6	6.68	17
Les normes Lactalis					4-4.5	1034-1039	6.6-6.72	16-20

➤ **Discussion :**

D’après les résultats obtenus, on remarque :

-une conformité de l’acidité titrable à la norme interne de l’usine (16-20), et on observe que la densité et la matière grasse sont conformes aux normes établis par **Lactalis**.

-Selon **Ramet (1985)**, l’ajustement de la matière grasse se fait en réglant la matière grasse du lait avant coagulation soit par ajout de la matière grasse du lait soit par retrait de la matière grasse.

-le pH est conforme aux normes utilisées et fixées par **Lactalis** (6.6-6.72).

2.2.2 : L’étape de maturation 1^{ère} :

➤ **Résultats :**

Tableau XXII: Résultat des analyses physico-chimiques de l’étape de Maturation 1^{ère}

Tank	23/03/2016				24/03/2016				26/03/2016			
	Densité	pH	Acidité (°D)	MG (%)	Densité	pH	Acidité (°D)	MG (%)	Densité	pH	Acidité (°D)	MG (%)
TF 701 (J-1)	1037,2	6,68	17	4.15	1037,8	6,63	17	4.3	1037,8	6,66	17	4.20
TF 702 (J-1)	1037,4	6,67	17	4.25	1037,9	6,65	17	4	1037,6	6,65	17	4.25
TF 701 (J)	1037,8	6,62	17.5	4.05	1037,5	6,58	20	3.85	1038	6,63	17	4
TF 702 (J)	1037,6	6,66	17	4.20	1037,7	6,62	17,5	4.25	1037,6	6,64	17	4.2
Normes Lactalis	1035-1038,8	6.58-6.68	16.5-20	3.85-4.35	1035-1038,8	6.58-6.68	16.5-20	3.85-4.35	1035-1038,8	6.58-6.68	16.5-20	3.85-4.35

➤ **Discussion :**

Les analyses physicochimiques du lait de maturation première montrent une conformité des paramètres analysés (MG, densité, pH, l’acidité) aux normes **Lactalis**.

-il est indispensable, pour obtenir un produit de caractère constant de maîtriser le développement des bactéries lactiques et d'assurer une acidification régulière (Eck et Gillis, 1997), c'est le cas de l'acidité du lait de maturation de LBT d'environ 20°C.

2.2.3- L'étape de Maturation 2^{ème}

➤ **Résultats :**

Tableau XXIII: Résultat des analyses physico-chimiques de l'étape de Maturation 2^{ème}

Les doses	Les dates de fabrication					
	23/03/2016		24/03/2016		26/03/2016	
	pH	L'acidité (°D)	pH	L'acidité (°D)	pH	L'acidité (°D)
Dose 1 : A1	6,28	23,5	6,27	23,5	6,27	23,5
Dose 2 : A2	6,27	23,5	6,28	23,5	6,28	23,5
Dose 3 : B1	6,28	23,5	6,28	23,5	6,28	23,5
Dose 4 : B2	6,28	23,5	6,28	23,5	6,28	23,5
Dose 5 : C1	6,28	23,5	6,28	23,5	6,29	23,5
Dose 6 : C2	6,28	23,5	6,27	23,5	6,28	23,5
Dose 7 : D1	6,28	23,5	6,27	23,5	6,28	23,5
Dose 8 :D2	6,27	23,5	6,27	23,5	6,28	23,5
Dose 9 :E1	6,27	23,5	6,28	23,5	6,28	23,5
Normes Lactalis	6.25-6.5	22.5-25	6.25-6.5	22.5-25	6.25-6.5	22.5-25

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus, on remarque :

-Un abaissement de pH et une augmentation de l'acidité avec une conformité aux normes établis par l'unité.

-Selon **Gaucheron (2004)**, le lait est ensemencé par les ferments lactiques qui à la température optimale vont transformer une part du lait en acide lactique provoquant ainsi une diminution de pH. Aussi l'addition de chlorure de calcium au lait induit une diminution de pH.

2.2.4- L'étape d'emprésurage

➤ **Résultats :**

Tableau XXIV: Résultat des analyses physico-chimiques de l'étape d'Emprésurage

	23/03/2016		24/03/2016		26/03/2016	
Les doses	pH	L'acidité (°D)	pH	L'acidité (°D)	pH	L'acidité (°D)
Dose 1 : A1	6,26	24	6,25	24	6,25	24
Dose 2 : A2	6,25	24,5	6,26	24	6,26	24
Dose 3 : B1	6,26	24	6,26	24	6,26	24
Dose 4 : B2	6,26	24	6,26	24	6,28	24
Dose 5 : C1	6,26	24	6,26	24	6,26	24
Dose 6 : C2	6,26	24	6,25	24,5	6,28	24
Dose 7 : D1	6,26	24	6,25	24	6,26	24
Dose 8 : D2	6,25	24,5	6,25	24	6,26	24
Dose 9 : E1	6,26	24	6,26	24	6,26	24
Normes Lactalis	6.12-6.30	16-25.5	6.12-6.30	16-25.5	6.12-6.30	16-25.5

➤ **Discussion :**

D'après les résultats physicochimiques du lait d'emprésurage, on remarque :

- que les valeurs de l'acidité et de pH sont conformes aux normes exigées par Lactalis.

-l'addition des levains après le traitement thermique en maturation secondaire à pour rôle d'acidifier le milieu dont on remarque une diminution du pH (Mahaut *et al*, 2000).

-selon (Eck et Gillis, 1997), l'ajustement du pH d'emprésurage peut se faire en réalisant une acidification endogène de l'acide gluconique.

2.2.5-L'étape de moulage :

➤ Résultats :

Tableau XXV: Résultat des analyses physico-chimiques de l'étape du Moulage

Les doses	23/03/2016		24/03/2016		26/03/2016	
	pH	L'acidité (°D)	pH	L'acidité (°D)	pH	L'acidité (°D)
Dose 1 : A1	6,19	15	6,17	15,5	6,17	15,5
Dose 2 : A2	6,17	15,5	6,15	16,5	6,16	15,5
Dose 3 : B1	6,2	15	6,19	15	6,2	17
Dose 4 : B2	6,19	15	6,17	15,5	6,21	17
Dose 5 : C1	6,2	15	6,19	15	6,19	16
Dose 6 : C2	6,19	15	6,2	15	6,15	15,5
Dose 7 : D1	6,16	16	6,15	16,5	6,16	15,5
Dose 8 : D2	6,2	15	6,16	16	6,15	15
Dose 9 :E1	6,19	15	6,19	15	6,13	15
Norme Lactalis	5.15-6.28	13-24	5.15-6.28	13-24	5.15-6.28	13-24

➤ Discussion :

On remarque une conformité du pH du caillé selon les normes de l'unité, aussi les valeurs de l'acidité sont conformes aux normes internes.

L'acidification se développe pendant la fabrication fromagère et permet la libération du sérum (Neyers, 1996).

2.2.6-l'étape d'Egouttage :

➤ **Résultats :**

Tableau XXVI : Résultat des analyses physico-chimiques de l'étape d'Egouttage

	23/03/2016		24/03/2016		26/03/2016	
Les sous lot	EST(%)	pH	EST(%)	pH	EST(%)	pH
Dose 1 : A1	42,27	5,27	37,41	5,31	37,12	5,3
Dose 3 : B1	41,87	5,29	35,34	5,25	37,95	5,41
Dose 5 : C1	40,76	5,25	36,19	5,21	37,21	5,37
Norme Lactalis	34.3-63.38	5.07-5.47	34.3-63.38	5.07-5.47	34.3-63.38	5.07-5.47

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus, on constate que les paramètres analysés sont conformes aux normes établis par Lactalis.

l'acidification du caillé est continue dans cette étape, ceci est due à une forte activité des bactéries lactiques mésophiles, qui dégradent le lactose en acide lactique, car selon **Eck et Gillis (1997)**, pendant l'égouttage en moules, les température sont plus basses para port à celles utilisées pour la coagulation (20-27)(C°) pour être plus favorables à l'acidification par les bactéries lactiques mésophiles.

2.2.7-L'étape de Démoulage :

➤ **Résultats :**

Tableau XXVII: Résultat des analyses physico-chimiques de l'étape de Démoulage

les fabrications effectuées	Paramètres analysés	Les sous lots				Normes Lactalis
		1	2	3	4	
1	pH	5,03	5	4.98	5.02	4.90-5.03
	MG%	21.98	21.01	21.76	22.5	17.28-22.96
	EST%	45.56	44.24	45.26	45.47	37.82-47.63
	G/S	48.24	47.49	48.08	49.48	43.82-50.93
	HFD	69.78	70.59	69.96	70.36	52.37-75.17
2	pH	5	4.98	4.94	4.98	4.90-5.03
	MG%	18.86	19.05	19.07	19.91	17.28-22.96
	EST%	40.75	41.05	41.76	42.63	37.82-47.63
	G/S	46.28	46.41	45.67	46.70	43.82-50.93
	HFD	69.78	70.59	69.96	70.36	52.37-75.17
3	pH	4.96	4.9	4.91	4.9	4.90-5.03
	MG%	21.22	19.67	19.59	20.4	17.28-22.96
	EST%	44.19	41.97	42.31	42.96	37.82-47.63
	G/S	48.02	46.87	46.30	47.49	43.82-50.93
	HFD	70.84	72.24	71.74	71.66	52.37-75.17

➤ **Discussion :**

Les résultats physicochimiques du caillé de démoulage indiquent une conformité dans les sous lots (1, 2, 3,4) de chaque fabrication avec les normes internes.

En fin d'égouttage le caillé est toujours acide car il est le siège d'une fermentation lactique qui permet l'évacuation du sérum (**Veisseyre, 1975**). Ce qui explique la baisse de notre pH

L'augmentation de l'EST para port à celui en cours d'égouttage est due à la continuité de la sortie de lactosérum, selon (Neyers, 1996) plus le fromage exsude de sérum plus il s'assèche.

2.2.8- L'étape de Salage :

➤ **Résultats :**

Tableau XXVIII: Résultats des analyses physicochimiques de l'étape : Salage (Entrée cave)

	Les dates de fabrication								
	23/03/2016			24/03/2016			26/03/2016		
Paramètres étudiés	pH	EST (%)	Tx de sel (%)	pH	EST (%)	Tx de sel (%)	pH	EST (%)	Tx de sel (%)
Les sous lot									
Lot1 :A1	4.9	46.7	1.39	4.95	44.8	1.43	4.88	45.08	1.12
Lot2: B1	4.91	44.33	1.41	4.96	45.08	1.25	4.85	44.1	1.19
Lot3 :C1	4.95	45.09	1.27	4.97	44.89	1.55	4.86	45.23	1.32
Lot4 :D1	4.89	45.52	1.33	4.94	44.89	1.59	4.84	44.48	1.31
Normes Lactalis	4.29-5.06	41.92-48.31	0.63-2.54	4.29-5.06	41.92-48.31	0.63-2.54	4.29-5.06	41.92-48.31	0.63-2.54

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus, on constate que les paramètres analysés (pH, EST, taux de sel) sont conformes aux établis par Lactalis. Et cela est attribué au bon déroulement du procès de fabrication.

2.2.9-Résultats du produit fini :

➤ **Résultats :**

Tableau XXIX: Résultats des analyses physicochimiques du produit fini (camembert) :

Les dates de fabrication	Paramètres analysés	Les sous lot				Normes Lactalis
		A1	B1	C1	D1	
23/03/2016	EST(%)	47.44	48.97	50.57	49.67	41.37-54.95(%)
	MG(%)	21.35	22.67	23.46	23.16	18.74-26.05(%)
	G/S(%)	45.00	46.29	46.39	46.63	42.54-51.25(%)
	pH	5.34	5.27	5.25	5.22	5.02-5.61
	Tx de sel(%)	1.46	1.28	1.19	1.23	0.86-3.5(%)
	HFD(%)	66.83	65.99	64.58	65.50	60.63-73.04(%)
24/03/2016	EST(%)	47.65	48.51	47.09	47.05	41.37-54.95(%)
	MG(%)	22.04	22.23	21.72	21.62	18.74-26.05(%)
	G/S(%)	46.25	45.83	46.12	45.95	42.54-51.25(%)
	pH	5.31	5.27	5.31	5.15	5.02-5.61
	Tx de sel(%)	1.31	1.24	1.46	1.31	0.86-3.5(%)
	HFD(%)	67.15	66.21	67.59	67.56	60.63-73.04(%)
26/03/2016	EST(%)	50.15	45.85	48.55	46.61	41.37-54.95(%)
	MG(%)	22.68	20.35	22.42	21	18.74-26.05(%)
	G/S(%)	45.22	44.39	46.18	45.06	42.54-51.25(%)
	pH	5.21	5.08	5.20	5.14	5.02-5.61
	Tx de sel(%)	1.35	1.65	1.20	1.44	0.86-3.5(%)
	HFD(%)	64.47	67.98	66.32	67.58	60.63-73.04(%)

➤ **Discussion :**

Les résultats physicochimiques de produit fini (Camembert) montrent que les paramètres analysés sont conformes aux normes internes.

Lors de l’affinage de Camembert, la formation d’ammoniac comme produit azoté final due à la dégradation des protéines sous l’action de désaminases du *Penicillium camembertii* provoque une remontée de pH (Ribadeau, 1984).

L’augmentation de l’EST après 9 jours d’affinage due à la perte d’eau, car on assiste toujours pendant l’affinage à une évaporation de l’eau contenue dans le fromage vers l’atmosphère (Eck et Gillis, 1997).

D'après (**Botton, 1990**), rapportent que les ferments fongiques ont un rôle primordial dans la lipolyse de la matière grasse qui fournit des acides gras libres, composés importants du goût et précurseurs de différents produits aromatiques.

Le taux de sel est un taux équilibré et bien maîtrisé vue la technique de salage à sec, le sel est incorporer antiagglomérant qui est très efficace dans la diminution de risque de contamination par les germes halophiles qui se multiplient dans la saumure.

On remarquant que les valeurs de G/S sont conformes aux normes établis par Lactalis.

Conclusion

Conclusion :

Notre travail porte sur l'étude de différents paramètres qui conditionnent la qualité physicochimique et microbiologique du camembert « président », fabriqué au sein de la laiterie de BENI TAMOU.

Dans un premier temps, on a pu accomplir l'idée que nous avons préalablement reçus sur les différents étapes de transformation du lait en camembert dès la réception jusqu'au conditionnement du produit et s'acclimater avec le déroulement du procès dans un atelier des pâtes molles sophistiqué répondant aux exigences d'hygiènes du système HACCP.

Les résultats ont montré la présence d'une bonne qualité physicochimique et microbiologique du lait cru destiner à la fabrication du camembert, ainsi qu'une bonne qualité physicochimique et microbiologique des autres matières premières à savoir : poudre de lait, eau de procès, lait, ainsi que pour les produits au cours de fabrication.

A la fin de notre étude, nous avons pu évaluer la qualité microbiologique et physicochimique d'un fromage à pâte molle type camembert. Cependant, le camembert constitue un milieu complexe qui mérite des études élargies visant :

- Une étude de l'influence de la variation de la composition du lait cru sur son aptitude fromagère.
- Etude des interactions entre les différentes souches de ferments lactiques et d'affinage.
- Influence de température de stockage sur la qualité de produit fini.
- Effet du conditionnement sur la qualité organoleptique du camembert.

***Références bibliographiques :**

- **Ait ourdja Y, Chami A. (2007).** Impact de la modification des paramètres technologiques sur la fabrication du fromage à pâte molle et à croûte fleurie. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie, université des sciences de la technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B).Dunod, Paris.
- **ALP FORUM n°77. (2009).** Critères microbiologiques de la fabrication du fromage Station de recherche Agroscope Liebefeld-Poisieux ALP.
- **AFNOR. (1986).** Fromages et fromages fondus – Détermination de la teneur totale en matière sèche (Méthode de références).
- **AFNOR – ITSV. (1986).** Détermination de la matière grasse du lait.
- **AF NOR. (1986).** Détermination du chlore libre et du chlore total.
- **AFNOR. (1986).** Détermination de titre hydrométrique de l'eau (TH).
- **AFNOR. (1986).** Titre alcalimétrique complet de l'eau (TAC).
- **AFNOR. (1986).** Titre alcalimétrique (TA).
- **AFNOR F DV04-035 de juillet. (2009).** Détermination de pH (d'après le fascicule de documentation).
- **Anonyme 1. (2010).** Codex alimentaires. FAO/OMS.
- **Anonyme 2. (2007).** wikipédia.com.
- **Anonyme 3. (2001).** www.produits laitiers.com.
- **Anonyme 4. (2007).** FAO/ OMS, lait et produits laitiers, codex alimentarius, Lavoisier, Rome.
- **Anonyme 5. (1998).** Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire .n ° 35 du Mercredi 27mai 1998 ,37^{ème} année.
- **Anonyme 6. (1995).** Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine FAO, Rome.
- **Anonyme 7. (2001).** Codex alimentaire (lait et produits laitiers): Volume 12 FAO, Rome.
- **Anonyme 8. (1999).** Journal officiel de la république Algérienne Démocratique et Populaire ° du 27 octobre 1999.
- **Anonyme 9. (2009).** [Http://www.abrenet.com/voirref.php? Idn=2018](http://www.abrenet.com/voirref.php?Idn=2018) : Lang=Fr : ligne reconstitution de lait avec triblinder, cuve de mélange1500L.Homogeniser, cuve de maturation, Z.A 25620 MAMIROLLE France.

- **Anonyme 10. (2008).** <http://www.reseau.fr>
- **Anonyme 11. (1966).**Hygiène du lait, mesures à prendre aux stades de la production, du traitement et de la distribution. OMS, Genève.
- **Anonyme 12. (2004).**Guide de bonne pratique d'hygiène pour fabrication de produits laitiers et fromages fermiers. Les éditions des journaux officiels, Paris.
- **l'Arrêté du 24 août 1983 (J.O. du 27 octobre 1983 appliqué au lait) :** Détermination de l'acidité Dornic du lait.
- **Baroiller C, Schmidt JL, Lapadu H (1990).** Contribution à l'étude de l'origine des levures du fromage de camembert. Lait, p 77.
- **Ben Ali. (2008).** Suivi et contrôle de la qualité du camembert *Le Figuier* au niveau de la laiterie fromagerie « Pâturages d'Algérie » mémoire d'Ingénieur d'état en biologie, option Contrôle de Qualité et Analyses .Université Saad Dahleb Blida.
- **Berrahmoune F. (2012).** Modélisation de la croissance des microorganismes filamenteux. Application à la maîtrise de l'affinage du camembert. mémoire de doctorat. Université U.S.T.H.B.
- **Bergère J, 1983 et Lenoir. (1997).** Les accidents de fromagerie inventaire de la flore bactérienne.
- **Bertrant. (1988).** Le fromage grand œuvre de microbes, revue générale du froid, p 2-8.
- **Benhedane N. (2011).** Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérienne mémoire de magistère en science Alimentaires Université mentouri– Constantine – Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires.
- **Botton B. (1990).** Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle 2^{ème} édition, maison- Paris.
- **Bourgeois CM, Larpant J P. (1989).** Microbiologie alimentaire : Aliments fermentés et fermentation alimentaire, 2^{ème} édition, Paris, p 523.
- **Bourgeois CM, Larpant J P. (1996).** Microbiologie alimentaire tome2, technique et documentation Lavoisier-Paris, pp (4, 16, 21,55-57, 321-324,346).
- **Carole L, Vignola. (2002).** Science et technologie du lait, chapitre 6, Québec-canada, pp (350-354).

- **Chemache L. (2011).** Qualité de deux spécialités fromagères fabriquées et commercialisées en Algérie. Mémoire du Magister en Sciences Alimentaires, option de Technologies Alimentaires. (UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE).
- **Chimeneau. (1999).** Les produits industriels laitiers.
- **Corrieu G, Luquet F M. (2008).** Bactéries lactiques : de la génétique aux ferments, technique et documentation.
- **Dellaras C. (2000).** Microbiologie de l'environnement avec législation : travaux pratiques commentés. Gaëtan Morin éditeur, Paris, p 231.
- **Deroissard, Luquet. (1994).** Les bactéries lactiques, édition lorica, volume I.
- **Devoyod J. (1988).** Microbiologie alimentaire, NUT.
- **Dulor. (2002).** La France aux 400: fromages. Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier.
- **Dridier DJ, Prévost H. (2009).** Bactéries lactiques, chapitre v, Economica- Paris.
- **Eck A. (1984).** Le fromage, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Eck A. (1987).** Le fromage, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Eck A et Gillis J C 1997 :** de la science à l'assurance –qualité ,3^{ème} édition, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Eckhof-storn N. (1976).** Les fromages, Oyez, Bruxelles.
- **EPEMDA (Groupe d'étude des marches de restauration collective et de nutrition (GEM RCN) :** Spécification technique n° B3-07-09, 30 juillet 2009.
- **Fredot É. (2005).** Connaissance des aliments, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Gaucheron F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, technique et documentation, Lavoisier –Paris.
- **Gérard D. (2001).** Lait, nutrition et santé, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Gobin. (1985).** Évolution technologique des pâtes molles revue des ENII.
- **Gueguen M. (1988).** Microbiologie alimentaire, NUT.
- **Guiraud JP. (2012).** Microbiologie alimentaire, Dunod, Paris.
- **Halit S. (1998).** Contribution à l'étude expérimentale de la contamination des fromages à pâte molle par les Mucorales Mucor et Rhizopus .mémoire d'ingénieur en contrôle de qualité et analyse, université de Tizi-Ouzou.

- **ISO 5534. (1985).** Détermination de la teneur en matière grasse dans la matière sèche (G/S).
- **ISO 6461-1. (1986).** Qualité de l'eau -- Recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (clostridia) -- Partie 1: Méthode par enrichissement dans un milieu liquide.
- **ISO 6579 :** Microbiologie des aliments : Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella* sp.
- **ISO 6888-2 :** Microbiologie des aliments : Méthode de routine pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies à 37°C – Technique avec confirmation des colonies.
- **ISO 7402 :** Microbiologie des aliments -- Méthodes horizontales pour la recherche et le dénombrement des Enterobacteriaceae -- Partie 1: Recherche et dénombrement à l'aide de la technique NPP avec préenrichissement.
- **Jeantet R. (2007).** Science des aliments, volume 2, technique et documentation, Lavoisier, Paris, p (40-41).
- **Larpant J P. (1991).** Les ferments microbiens dans les industries agro-alimentaire, produits laitiers et carnés, CDIUPA, n° 46, p(196).
- **Larpant J-P. (1997).** Microbiologie alimentaire, technique et documentation, Lavoisier- Paris, p (14, 15,18).
- **Lenoir J, Brulé G. (1997).** Le fromage, 3ème édition, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Leveau. (1993).** Microbiologie industrielle : les micro-organismes d'intérêt industriel, Lavoisier, condé sur noireau.
- **Luquet FM. (1986).** Le lait et les produits laitiers édition, technique et documentation, Lavoisier, p (111).
- **Mahaut F M. (1990).** Thèse de docteur ingénieur en science agronomiques ENSAR, rennes 35.
- **Mahaut M, Brulé G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère, technique et documentation, , Lavoisier, Paris.
- **Mahaut M, Jeantet R, Brulé G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Mahaut M, Brulé G. (2003).** Les produits industriels laitiers, technique et documentation, Lavoisier, Paris.

- **Martin G. (1996).** L'homme et des aliments : initiation à la connaissance des aliments. Les presses de l'université Laval, Québec, Canada.
- **Mathieu J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait, technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Molimard, spinnler. (1996).** Compounds involved in the flovore of surface Mold ripened cheeses: origine and propriété.
- **Moussa S, Foura H. (2015).** Suivi de la qualité du camembert *président*, mémoire de technicien supérieur en contrôle de qualité, Institut National Spécialisé dans la Formation professionnelle en Agro-alimentaire Abou Baker Belkayed de Blida.
- **Multan. (2002).** Additifs et auxiliaires technologiques dans les industries agro alimentaires, Lavoisier, Paris.
- **Neyers F. (1996).** L'égouttage des fromages. partie 1. INRA.
- **NF EN ISO 6222, juillet 1999 :** Qualité de l'eau-Dénombrement des micro-organismes revivifiables-Comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture nutritif gélosé.
- **NF EN ISO 9308-1, septembre 2000 :** Qualité de l'eau-Recherche et dénombrement des Escherichia Coli et des bactéries coliformes-Partie 1 : méthode par filtration sur membrane.
- **NF V04-287 février 2002 :** Détermination de la matière grasse du fromage.
- **NFV04-204 d'août 2004 et NFB35-522 de septembre 2001 :** Détermination de la densité du lait.
- **NF V08-061 :** Microbiologie des aliment-Dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfite- réducteur-Méthode par comptage colonies obtenues en anaérobiose à 37 degrés Celsius.
- **NF T90-006 :** Lait sec – Détermination de l'acidité titrable (Méthode de référence).
- **NF 08-16 1991/ISO 4832 :** Microbiologie des aliments : Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement des coliformes – Techniques du nombre le plus probable)
- **NF EN (ISO 4833) :** Microbiologie des aliments -- Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles - Technique par comptage des colonies à 30 degrés C.

- **NF V 08-059 /ISO 6611:** Milk and milk products -- Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds -- Colony-count technique at 25 degrees C.
- **NF V04-2010 :** Fromages et fromages fondus – Détermination de la teneur en chlorures – Méthode par titrage potentiométrique de référence.
- **Rabahi A, Morsi A. (2011).** Évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique et sensorielle d'un fromage à pâte molle type « camembert » et étude de l'évolution des flores durant l'affinage, mémoire d'ingénieur en biologie, université de Blida.
- **Ramet. (1985).** La fromagerie, les variétés de fromages du bassin méditerranéen, édition, FAO, Roma, Italie.
- **Rezoug M. (2009).** Étude et suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du camembert « président », mémoire d'ingénieur d'état en biologie.
- **Riahi. (2006).** Modélisation de phénomène biochimique et physico-chimique internement l'or de l'affinage d'un fromage de type pate molle croute lavée, Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- **Ribadeau B. (1984).** Maitrise de l'affinage des fromages de type camembert.
- **Roositita, Fleet. (1996).** the occurrence and growth of yeast in camembert and blue vemed cheeses, lait, p (179).
- **Sablonnière B. (2001).** Technologie alimentaire. Ellipses, Paris, p 77.
- **Tremorliere E T. (1984).** Manuel d'alimentation humaine, Tome 2.9^{ème} édition technique et documentation, Lavoisier, paris.
- **Veisseyre R. (1975).** Technologie du lait, la maison rustique, paris, p (508).
- **Veisseyre R. (1979).** Technologie de lait. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait, 3ème édition, la maison rustique, paris.
- **Weber F. (1987).** L'égouttage du coagulum* le fromage*technique et documentation, Lavoisier, Paris.

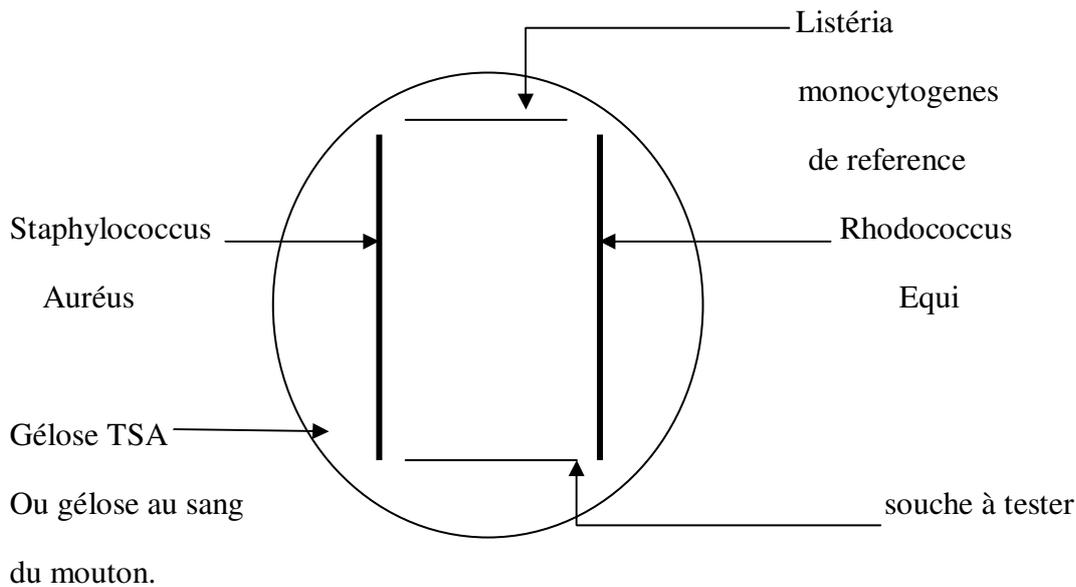
Annexes

Annexe n°1

Tableau IV : Composition de la poudre de lait écrémé de qualité supérieure (Anonyme 2, 2007).

Sucres (%)	
Lactose	49.5 à 52.0 %
Protéines	34.0 à 37.0%
Humidité	3.0 à 4.0%
Matière grasse	0.6 à 1.25%
Minéraux (mg/100g)	
Calcium	1248
Sodium	494
Potassium	1674
Phosphore	993
Fer	0.4
Magnésium	110
Zinc	4.08
Acides aminés essentiels (g/ 100g de protéines)	
Isoleucine	2.19
Leucine	3.54
Lysine	2.87
Méthionine	0.91
Phénylalanine	1.75
Indice de protéines lactosériques(IPL)	
Haute température, stabilité thermique, (HTST) = pas plus de 1.5 mg/g	
Moyenne température(MT) = Entre 4.00 et 5.99 mg/g	
Basse température (BT) = pas plus de 6.0 mg/g	

Annexe n°2 : Camp-test



Annexe n°3 : Les indicateurs colorés et les additifs et les suppléments :

- ❖ Phénol phtaléine
- ❖ Méthyle d'orange
- ❖ Noir Erichrome
- ❖ EDTA
- ❖ Alun de fer : permet la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfites réduits par les Clostridium, la dose est de 1 ml par flacon de 250ml.
- ❖ Sulfite de sodium : additionné à la gélose VF pour rendre le milieu sélectif aux Clostridium qui réduisant les sulfites en sulfures, une dose de 5 ml par flacon de 250ml de gélose utilisée.

Le supplément du milieu Fraser est constitué de :

- Acriflavine 28,1 mg
- Acide nalidixique 22,5 mg
- Citrate de fer ammoniacal11,25 mg

Le supplément du milieu Palcam est constitué de :

- Sulfate de Polymyxine B 50 000 UI
- Cefotaxime 10 mg
- Acriflavine 2,5 mg

Annexe n°4 : Verrerie physicochimique et microbiologique :

- ❖ Flacons sec et stériles
- ❖ Butyromètres GERBER

- ❖ Pipettes stériles graduées 1 ml
- ❖ Boîtes de pétrie stériles
- ❖ Bêchers de 200ml
- ❖ Erlenmeyer
- ❖ Tubes à essai stériles
- ❖ Portoir de tube à essai
- ❖ Spatule métallique
- ❖ Bec benzène

Annexe n°5 : composition des Milieux de culture utilisés :

❖ **Bouillon sélénite –cystéines (SFB) :**

Peptone.....	8g
Lactose.....	8g
Phosphate di sodique.....	20g
Salinité acide de sodium.....	10g
Cystéine.....	200mg
Eau distillé.....	1000ml
pH=7	

❖ **Bouillon Roth (S/C)**

Peptone.....	20g
Glucose.....	5g
Chlorure de sodium.....	5g
Phosphate di potassique.....	2.7g
Acide de sodium.....	2.7g
pH=7	

❖ **Bouillon lactose billé au vert brillant (VRBL) :**

Bille de bœuf déshydraté.....	20g
Lactose.....	10g
Peptone de viande.....	10g
Vert brillant.....	2ml
L'eau distillé.....	100ml

Dissoudre 40g du milieu VRBL dans un litre d'eau distillé autoclave
15min/121°C.

❖ **Gélose PCA :**

Peptone.....5g
Extrait de levure.....2.5g
Glucose.....1g
Gélose.....15g
pH=7

❖ **Tryptone, sels, eau distillé(TSE) :**

Tryptone.....1g
Chlorure.....8.5g
Eau distillé.....1000ml

On chauffé lentement jusqu'à complète dissolution, une répartition en tube
puis un autoclave à 121°C pendant 20ml.

❖ **Bouillon Fraser :**

Poly peptone.....10g
Extrait de levure.....5g
Extrait de viande.....5g
Exuline.....1g
Citrate de fer III ammoniacal.....3g
Chlorure de lithium.....0.02g
Acide nalidixique.....0.025g
Chlorhydrate d'Acriflavine.....20g
Chlorure de sodium.....9.6g
Hydrogène de potassium.....1.3g

❖ **Gélose Chapman :**

Peptone.....10g
Extrait de viande.....1g

Chlorure de sodium.....	17g
Rouge de phénol.....	25g
Mannitol.....	10g
Gélose.....	15g
pH=7.4	

❖ **Bouillon EVA-LITSKY :**

Peptone.....	20g
Glucose.....	5g
Chlorure de sodium.....	5g
Phosphate bi potassique.....	2.7g
Phosphate mono potassique.....	2.7g
Acide de sodium.....	0.3g
Ethyle violet.....	0.0005g
pH=6.8-7	

❖ **Bouillon Giolitti Contonii :**

Peptone de caséine.....	20g
Extrait de viande.....	5g
Extrait de levure.....	5g
Chlorures de lithium.....	5g
Mannitol.....	20g
Chlorures.....	5g
Glycine.....	12g
Pyruvate de sodium.....	5g
Eau distillé.....	1000ml
pH final : 7.4	

NB : ajouter l'additif téllurite de potassium à 0.025

❖ **Gélose VF (Viande Foie) :**

Extrait viande foie.....	10g
Peptone.....	20g
Extrait de levure.....	10g
Glucose.....	5g
Gélose	15g
pH : 7.6	

❖ **Gélose Hektoen :**

Protéase peptone.....	12g
Extrait de levure.....	3g
Chlorure de sodium.....	5g
Sels biliaires.....	9g
Citrate de fer ammoniacal.....	1.5g
Thiosulfate de sodium.....	5g
Salicine.....	2g
Lactone.....	12g

Annexe n°6: Matériel physicochimique



-Broyeur



Agitateur



-Chlorure – mètre (des fromages)



-pH-mètre (des produits liquide)



-Thermomètre



-Dessiccateur



- Lactodensimètre



- pH mètre (pour les fromages)



-Acidimètre



Alcool et acide sulfurique H₂SO₄



-Centrifugeuse



- Butyromètre



- Bain marie 45°C (pour MG)



-Balance



Bain -Marie 45°C



Chlore-mètre (de l'eau)



Food Scan

Annexe n°7: Matériel microbiologique



Autoclave (T=120°C)



Stomacher



Bain marie 45°C



Balance



Etuve à 37°C (+/-1)



Etuve à 44°C(Memmert)

Annexe N°8 : Technologie de fabrication du camembert

1. présentation de l'entreprise :

Notre étude a été réalisée au niveau de la laiterie de BENI TAMOU qui se situent à Blida, où les analyses physicochimiques, microbiologiques ont été effectuées sur une durée de un mois et demi (mars- avril). A noter que les analyses microbiologiques portant sur les germes pathogènes, ils les réalisent toujours au niveau du laboratoire privé (ANALAB) à Bejaia.

La laiterie de BENI TAMOU est une unité de production et de commercialisation du lait et de ses dérivés ainsi que la production et la commercialisation des fromages.

Nom de l'entreprise	Célia Algérie
Type de l'entreprise	Multinationale
Propriétaires	1. François GILLET (Célia Algérie) 2. Eugène HENNINOT (Lactalis)

2-Technologie de fabrication de Camembert :

Le processus de fabrication de Camembert se déroule sur une durée de 10 à 11 jours, il comprend plusieurs étapes :

2.1. Traitement de l'eau :

Pour la préparation du lait reconstitué, il faut utiliser une eau traitée. Au niveau de la laiterie de BENI TAMOU il y a une petite station d'épuration qui consiste à rendre potable l'eau de forage pour pouvoir l'utiliser par la suite.

2.1.1. Première chloration :

Après pompage de l'eau de forage on a une première injection de chlore ; c'est la chloration qui contribue à une des méthodes que l'on peut utiliser pour désinfecter l'eau afin de tuer tous les microorganismes suspects et qui causent des maladies dangereuses. (LBT, 2016).

2.1.2 -Filtration :

Cette méthode de purification répond aux besoins d'amélioration de la qualité de l'eau tout en offrant la possibilité d'associer son aptitude à porter une amélioration simultanée des qualités physiques, chimiques et bactériologiques (LBT, 2016).

2.1.3 -L'adoucissement :

Pour adoucir l'eau il faut éliminer le calcium et le magnésium contenant dans l'eau, pour cela on utilise des résines échangeuses d'ions capable de retenir le calcaire (se sont des hauts polymères organiques comprend un grand nombre des radicaux ionisants).

Le processus d'adoucissement de l'eau peut se résumer en :

- Une résine cationique chargée en ions sodium(Na) avec du sel.
- Dans l'eau, elle libère les ions sodium et se charge en échangeant en ion calcium.
- L'eau se trouve débarrassé d'une partie de son calcium et magnésium.
- A la fin de l'opération, la résine est pleine de calcium, il faut la nettoyer, c'est donc la régénération ; la résine est traversée par un fort courant d'eau puis une solution de chlorure de sodium (Na Cl).
- Seules les résines cationiques de type sulfurique sont autorisées, les résines anioniques n'on pas l'objet d'agrément officiel (**LBT, 2016**).

2.1.4 Second chloration :

Cette chloration consiste de tuer tous les microorganismes pour rendre l'eau potable et la consommer sans aucun danger de maladies (**LBT, 2016**).

2.2-Préparation du lait :

Cette étape consiste à préparer le lait cru sur le plan physico-chimique et microbiologique pour la transformation fromagère (Camembert).

2.2.1 -La réception du lait :

Le lait de vache est réceptionné au niveau de la laiterie de BENI TAMOU à une température inférieure à 12 (C°), il doit être contrôlé pour s'assurer sa qualité physico-chimique et microbiologique, il est stoker dans des tanks munis d'agitateurs. (**LBT, 2016**).

2.2.2 -La standardisation :

2.2.2.1- La standardisation physique :

Elle consiste à éliminer les impuretés par filtration et centrifugation.

Elle est faite à l'aide des pompes spéciaux de 1 micron diamètre, cette dernière suivie par un traitement thermique (la pasteurisation) à une température de 75 (C°) pendant 30 secondes dont le but est de diminuer la charge microbienne (**Bertrand, 1988**).

2.2.2.2- La standardisation chimique :

En premier lieu la poudre du lait écrémé est versée manuellement dans ((le triblinder)), qui est un dispositif conique utilisé pour mélanger ces matières à l'eau, à une température d'environ 20 à 23(C°).

Après ce repos, le lait reconstitué est mélangé avec le lait cru qui subissent une deuxième pasteurisation à une température de 72(C°) pendant 30 secondes. Qui vise à diminuer la charge microbienne restantes dans le lait cru ou susceptible apportée par la poudre.

A la sortie de pasteurisateur, le lait est mélangé avec L'MGLA à une température de 60 à 65(C°) afin d'optimiser l'homogénéisation instantanée (**LBT, 2016**).

2.2.3- L'homogénéisation :

C'est une action mécanique réalisée dans un homogénéisateur à une température supérieur à 60(C°), cette opération est pour but de réduire la taille des globules gras pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation (**Tremorlière, 1984**).



Figure N°3 : Homogénéisateur (Anonyme 8, 2008)

2.2.4. Dégazage :

Il a Pour but d'éliminer les odeurs indésirables ou le gaz contenu dans le lait cru au l'MGLA tel que le gaz carbonique, l'oxygène, l'azote... etc

Tous ces gaz, en restant, peuvent compromettre la qualité, ainsi, ces gaz provoquent une mousse abondante dans le lait lors de sa transformation, cette opération est effectuée à l'aide d'un dégazeur à une température de 60(C°) à 65(C°) pour permettre l'évaporation de ces gaz (Luquet, 1986).

2.2.5 -La pré maturation (froide) :

Cette étape commence juste après la standardisation du lait, un ajout d'un volume précis d'une solution de chlorure de calcium en vue de corriger la perte en calcium au cours de la pasteurisation et améliorer l'aptitude du lait à la coagulation. Le lait reconstitué est conservé à basse température d'environ 10°C pendant 15 à 20h, dans deux tanks équipés d'agitateurs, cette étape a pour but de fournir un milieu favorable au développement des levains (LBT, 2016).



Figure N° 4: Cuves de maturation (Anonyme 9, 2009)

2.2.6 Traitement thermique :

-La pasteurisation :

Elle est effectuée en circuit fermé et à l'abri de l'air à une température de 72(C°) pendant 10 secondes, cette opération est pour but de détruire la flore pathogène et d'inhiber l'activité des germes thermorésistants et de ne touchant qu' au minimum la structure physique du lait à sa constitution et ces équilibres chimiques à ces éléments biologiques (Tremorliere, 1984).

2.2.7 Ensemencement et maturation :

Cette étape consiste à stocké le lait sorti de pasteurisateur à une température de 37.5(C°) dans des tanks à 4000 litres, où il subie une maturation à basse température, tous les ingrédients nécessaires pour une bonne maturation sont additionnés dès le début du remplissage du tank :

*Le chlorure de calcium.

*La flore fongique sous forme de poudre (*Penicillium camembertii* et *Geotricum candidum*)

*la flore mésophile (leuconostocs et lactocoque) sous forme des granules conservés à -50°C (pour éviter toute détérioration) et la flore thermophile (*Streptococcus thermophilus*).

*Le glucono delta lactone (GDL), qui vise à ajuster le pH du lait avant emprésurage avec une grande précision.

La réaction globale de fermentation lactique du lactose s'écrit :

La maturation d'une pâte molle se fait d'une manière directe grâce à des ouvertures en haut des tanks appelées ((trou d'homme)), elle est réalisée à un pH de 6.1 et une température de 33-36 C° avant l'emprésurage avec 1.5 à 2% de levain.

La maturation a pour but d'améliorer le lait et faire un milieu de culture pour les bactéries lactiques et d'amener le PH optimale d'emprésurage, elle contribue de reconstituer les équilibre physico- chimiques du lait ayant été perturbés au cours des traitements antérieures.

(Bertrand, 1988).

2.3 -Emprésurage et coagulation :

Au niveau de la laiterie de BENI TAMOU, la durée de cette opération est de 50 minutes avec une acidité de 23(D°). Les tanks de maturation secondaires sont liés à des bassines à travers une pompe de projection qui assure le remplissage de ces dernières avec des quantités du lait mûré réglables automatiquement, une quantité de présure fixe est ajoutée, le mélange est assuré par la pression engendrée par la pompe remplisseuse.

La coagulation du lait emprésuré se déroule suivant la règle ci-après :

-Le temps de prise : est le temps écoulé avant l'apparition du premier floccule dans le lait.**-le temps de raffermissement :** est le temps écoulé jusqu'à la coagulation complète du gel (LBT, 2016)

$$\text{Le temps de raffermissement} = \text{le temps prise} \times 5$$

2.3.1- Emprésurage :

C'est une opération est extrêmement importante puisqu'elle détermine la réussite de la fabrication. Après maturation le lait est additionné de 19 à 23ml de présure pour 100 litres du lait. Le caillage est obtenu au bout de 10 à 15 minutes (**Eck, 1987**).

2.3.2 -Coagulation :

La coagulation du lait conduit à la formation d'un gel ; pour la fabrication des fromages à pâte molle. Cette dernière est dite **mixte** puisqu'elle résulte à la fois une acidification (abaissement du pH) par les bactéries lactiques et l'action d'enzyme coagulante tel que la présure ; les deux vois de coagulation aboutissent à la formation d'un coagulum résultant de la déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait (**Ramet, 1985 ; Dulor, 2002**).



Figure N°5 : Coagulation du lait (Anonyme 8,2008)

2.4 Tranchage, découpage en cube, brassage :

2.4.1 Tranchage, découpage :

Après le raffermissement du caillé, le découpage est effectué manuellement avec pression à l'aide d'un ((tranche-caillé)) en acier inoxydable dans les mailles de 20×20mm. Deux types de « tranche-caillé » sont utilisés : le premier à fils verticaux utiliser deux fois et le deuxième à fils horizontaux qui permet d'avoir des grains de caillé sous forme des cubes (**Veisseyre, 1979**).



Figure N°6 : Tranchage et découpage du caillé (Anonyme 9, 2009)

2.4.2 Brassage :

Le brassage est appliqué avec un brassoir manuel à intervalle régulier qui permet de mélanger le contenu de la bassine de haut en bas. Ce dernier consiste à éliminer la couche de la matière grasse qui s'est rassemblée en surface et qui risquerait de gêner par la suite la soudure du caillé, il permet aussi la sortie du lactosérum (Veisseyre, 1979).



Figure N°7 : Brassage du caillé (Anonyme 8, 2008)

2.5- Moulage, égouttage, démoulage :

2.5.1 -Moulage :

Après le brassage, le lactosérum se trouve en surface, puis une grande partie de ce dernier est aspirée par un épaisseur précédent le moulage, les bassines sont soulevées automatiquement et le caillé est déversé dans des plaques multi-moules en plastique placés sur des stores d'égouttage. La répartition du caillé dans les moules se fait manuellement à l'aide d'une raclette. Les moules sont ensuite déplacées vers le tunnel d'égouttage (LBT, 2016).

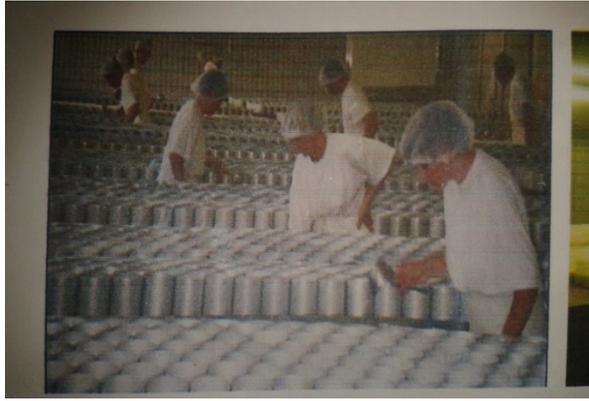


Figure N°8: Le moulage (Anonyme 10, 2008)

2.5.2- Egouttage :

Le caillé est laissé en repos, dans les moules pendant quelques heures, Pour favoriser l'écoulement de sérum qui s'acidifié progressivement lorsque il atteint la moitié de la hauteur de moule, après 6 à 7 H, on effectue le premier retournement pour suivre l'égouttage et aplanir la surface supérieur du caillé, Le lendemain, soit 10 à 15 h plus tard on opère un second retournement (**Mahaut et Brule, 2000**).

Le rôle de cette opération est de favoriser l'exsudation du sérum des deux cotés de la pièce et d'éviter le colmatage des perforations des moules (**Weber, 1987**).



Figure N°9 :l'égouttage (Anonyme8, 2008)

2.5.3 .Démoulage :

Peu de temps après le deuxième retournement on procède au démoulage, il s'agit simplement de retirer les moules; la température de la salle doit être abaissée rapidement, jusqu'à 18 ou 20(C°) (**Carole, 2002**).

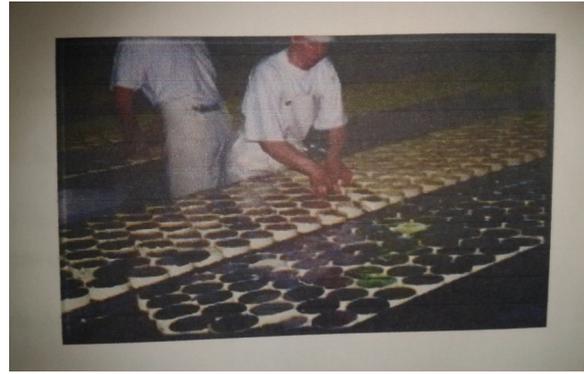


Figure N°10 : Le démoulage (Anonyme 10,2008)

2.6- Le salage :

Le salage à sec est le mode utilisé en fromage à pâte molle, le sel est répandu à la surface du fromage grâce à une machine à salé avec une teneur moyenne en sel (Na Cl 1.7 à 2.5g pour 100g de fromage).

La quantité de sel pénètre dans le fromage dépend de l'humidité superficielle, la granulométrie du sel, la quantité du sel déposé, la structure physique superficielle (**Ramet, 1985**).

Au niveau de la laiterie de BNI TAMOU, ils utilisent le salage mécanique.



Figure N°11: Le salage (Anonyme 8,2008)

. 2.7- Ressuyage :

C'est une étape qui déroule dans un séchoir à une température de 15 à 16°C et 85-88%, d'hygrométrie pendant 24 heures (**Halit, 1998**).

2.8. L'affinage :

Le lendemain, les fromages sont conduites dans les hâloirs où ils séjournent pendant 9 jours à une température de 13 à 15 °C et une hygrométrie voisine de 90%.

Après 5 à 6 jours, les filaments mycéliens de *Penicillium* apparaissent. Il est alors nécessaire d'effectuer un retournement.

Au bout de 8 jours le feutrage forme la couverture blanche caractéristique des fromages à pâtes molles à croûte fleurie (LBT, 2016).



Figure N° 12 : L'affinage (Anonyme 8,2008)



3^{ème} jours d'affinage

6^{ème} jour d'affinage

12^{ème} jour d'affinage

Figure N°13 :L'évolution du camembert durant l'affinage (Anonyme 8,2008)

2.9-Conditionnement :

Les fromages sont emballés automatiquement par une machine spéciale dans du papier cellulosique puis dans des boîtes en carton sur lesquelles sont inscrites la date et l'heure de conditionnement, la date limite d'utilisation optimales et le numéro de lot.

Le processus de fabrication du camembert « président » au niveau de LBT est illustré dans la figure n°15.

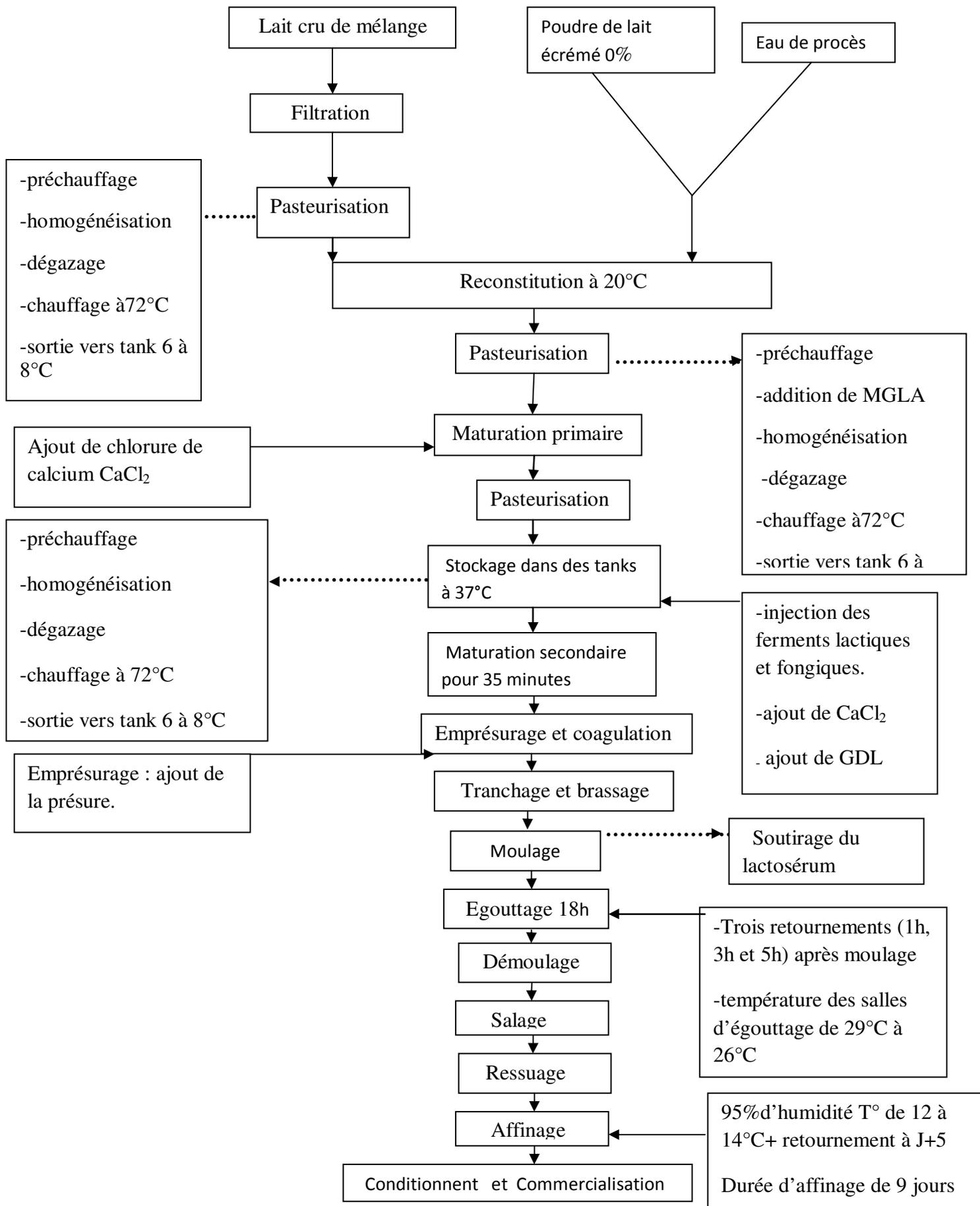


Figure N°14 : Diagramme de la fabrication du camembert au niveau de la laiterie.

3. La valeur nutritionnelle et énergétique du camembert :

Le tableau suivant montre la valeur nutritionnelle du camembert.

Tableau V : la valeur nutritionnelle de 100 g de camembert (**Anonyme2, 2007**).

substances	Valeur nutritionnelle
Matière grasse	46g
protides	22g
lipides	23 à 25g
Cholestérol	70mg
Vitamine A	0.3mg
Vitamine B₂	0.5mg
Sodium	800mg
Calcium	400mg
Phosphore	300mg
Magnésium	20mg
Valeur énergétique	310Kcal

4. Les accidents de fromagerie et les défauts de fromage :

La complexité des technologies laitières et la diversité des fabrications fromagères, connaissent plus que toute autre activité laitière des risques d'accidents qui vont se traduire par des défauts.

Une classification de ces défauts peut reposer sur plusieurs bases : l'étape de la fabrication concernée, l'origine du défaut, ses conséquences sur les caractères du produit, le type de fromage (**Bergère et Lenoir, 1983**).

4.1. Défauts d'aspect et de croûtage :

La présence de certains microorganismes indésirables peut entraîner des défauts de présentation et parfois une altération de la texture et de la croûte, entraînant des modifications des qualités organoleptiques du produit fini.

Plusieurs facteurs sont à l'origine de ses défauts :

- Une contamination massive par le microorganisme indésirable.
- l'activité de l'eau et pH, qui est fonction de salage et de la teneur en eau de la croûte.
- la température et la composition des hâloirs.
- les phénomènes de symbiose et d'antibiose entre la flore normale et indésirable.

(Bergère, 1983 ; Lenoir, 1997).

4.2. Accident « du bleu » :

Caractérisé par l'apparition en surface des taches bleuâtre ou verdâtres provoquées par *Penicillium requeforti*, ces accidents rencontrent surtout chez les fromages à croûte fleurie.

Penicillium camembertii, très acidophile, se développe mal sur les surfaces rendues légèrement alcalines par le sel de fromagerie qui contient 0.3 à 0.6% de bicarbonate de magnésium. *Penicillium requeforti*, très réparti dans la nature et moins sensible à la variation du pH s'implante à la place de *Penicillium camembertii*.

Cet accident peut aussi se produire suite à un défaut d'acidification, On le trouve quelque fois à l'intérieur des pâtes molles au niveau des trous de moulage.

D'autres souches de *penicillium* peuvent être à l'origine des taches verdâtres qui peuvent contaminer le camembert **(Gueguen, 1988).**

4.3. « poil de chat » :

Ce défaut est provoqué par le développement de volumineuses touffes de mucor à spores noires. C'est un accident plus rare que celui du bleu, On l'observe sur les fromages mal égouttés et peu salés, l'invasion massive à lieu surtout aux périodes humides (automne, l'hiver) et s'implante préférentiellement sur les pâtes humides, et qui présente un caractère moins acide.

Il existe une corrélation positive entre la fréquence de l'accident et le pH au démoulage (si le pH est supérieure à 4.8) et l'hygrométrie des salles de ressuage (>85%) et des hâloirs (>91%).

Si les mucors sont considérés comme faisant partie de la flore fongique normale de certains fromages, ils déprécient en revanche les fromages à pâtes pressés et surtout les pâtes molles à crouvés fleurie (**Devoyod, 1988**).

4.4. Graisse ou peau de crapaud :

Geotrichum candidum fait partit de la flore normale de nombreux fromages (pâte molle, pâte pressée). Son développement peu devenir trop important lorsque la température d'égouttage est trop élevée et le salage est insuffisant : la surface des fromages devient glaireuse et jaunâtre avec une forte protéolyse, Le maintient au froid pendant 24 h à 4°C des caillés atteints peu remédié à ce défaut (**Gueguen, 1988**).

4.5-Autre défauts d'origine fongique :

4.5.1- Des taches brunâtres :

Peuvent se développer sur le camembert dû à la présence de *penicillium Bruno violaceum*.

L'acide pubérulique incolore produit par ce *penicillium* devient brun pourpre en présence de sel de fer (lait en contact avec des métaux ferreux), ou lorsque la surface des fromages se trouve en contact avec du fer rouillé ou simplement non étamé (moules ou plaques en mauvais état, agrafes des boites...) (**Mahaut et Brule, 2003**).

4.5.2-Croute cartonneuse :

Le défaut apparait lorsque la migration du calcium et de phosphate du centre vers la surface : du fromage est trop importante sous l'effet de pH : il ya précipitation de phosphate très calcique sous la couche de *penicillium* avec libération d'eau qui rend la croûte cartonneuse et détachable.

Alors les accidents et les défauts des fromages seront tributaires :

-de l'histoire du lait à la production.

-de la matière dont sont conduites les phases de coagulation.

-du salage .

-de l'affinage.

-le choix des microorganismes qui interviennent dans l'affinage du fromage.

L'obtention d'un camembert présentant des qualités organoleptique excellentes dépendu du choix judicieux des facteurs évoqués ci-dessus (**Mahaut et Brule, 2003**).