

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de physiologies cellulaires

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

**Impact de la pasteurisation sur le mixe de yaourt et  
approches pour la prolongation du temps de  
stockage**

**Présenté par :**

SLAMANI Iméne

ABDOUNE Meriem

**Devant le jury :**

Mme OUARAB.S	Maître de conférences A	UB <sub>1</sub>	Présidente
Mme KANANE.A	Maître Assistante B	UB <sub>1</sub>	Examinatrice
Mme HEZIL.N	Maître Assistante B	UB <sub>1</sub>	Promotrice

**Année Universitaire 2013-2014**

# *Remerciements*

Qu'il nous soit permis de remercier ci profondément tout d'abord :

❖ **Dieu** tout puissant pour nous avoir permis d'arriver à ce stade.

Et ensuite, Tous ceux qui de près ou de loin, se sont intéressés à ce modeste travail et nous 'ont aidé à sa réalisation et en particulier :

Notre promotrice, **Mme HEZIL N**, qui a bien voulu suivre et diriger ce travail, ses conseils précieux, ses justes critiques ont été pour nous un encouragement permanent.

**Mr.SIDI MOUSSA Ismail, Mr.OUKIL Ibrahim & Mme. BOUREKAA Karima** et toute l'équipe de recherche de SPA tréfle, de nous avoir accueilli au sein de leur laboratoire.

Mesdames les jurys **OUARAB.S & KANANE.A**, nous exprimons notre profonde reconnaissance d'avoir accepté de présider cette soutenance.

A tous nos amis qui m'ont aidé à réaliser ce projet sans citer les noms pour ne pas faire des jaloux.

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- A la joie de ma vie "mes parents" qui ont toujours sacrifiés pour ma réussite. Qui m'ont enveloppé de leur amour et de leur affection, je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le faible témoignage de leurs efforts et sacrifices.

- A mes sœurs Mounira & Samira

Et leurs maris : Djamel & Firas...

-A mes frères Mounir, Samir & Mohammed

Et leurs femmes bien sûr : Nabila, Amina & meriem...

-au prunelle de mes yeux : Chahrazed

-A mes meilleurs amis : Meriem et Assia ...

-A mes proches: Ismail.S & Karima qui m'ont soutenu durant mon stage pratique et je prie le dieu qu'il les béni ...

- Mes chères collègues de MTA : Soumia, Naima, Hadjer , Sihem, Amine, Redhwen, Khaled..

-A toute ma famille..

Je tiens à remercier tous mes amis qui sont nombreux...

Iméne

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très cher parents qui était la pour moi, et m'encourager dans le  
meilleure et le pire.

A mon frère Abdellah

A ma grand-mère et ma tante Nacera

A mes cousines : Khadidja, Naziha, Hania, Razika....

A mon binome et ma soeur : Imène

A Ismail & Karima qui m'ont aidé...

Mes amis de MTA : Assia, Soumia , Hadjer, Sihem.....

-A toute ma famille..

Je tiens à remercier tous mes amis qui sont nombreux...

Meriem

# Résumé

Le stockage des mélanges laitiers avant conditionnement est un problème majeur pour l'industrie laitière notamment durant la période estivale dans les pays méditerranéens surtout lors des arrêts accidentels des conditionneuses dont la réparation peut durer quelques heures et plus...

L'objectif de ce travail est l'évaluation des traitements thermiques et leur impact sur les germes indésirables afin d'augmenter la durée de stockage de ces produits semis finis dans les tanks de préparation, les analyses microbiologiques et physico-chimiques réalisées dans les laboratoires trèfle ont été utilisées pour mettre en valeur le traitement thermique.

Notre travail consiste à analyser 30 échantillons du mixe du yaourt avant et après pasteurisation. Sur le plan bactériologique, nous constatons la présence d'une flore microbienne globale abondante dans le mixe non pasteurisé. Cette flore est en évolution durant l'entreposage à  $T = 9^{\circ}\text{C}$ . Nous avons trouvés un taux de  $8.63 \cdot 10^3$  UFC/ml de germes aérobies mésophiles au bout de J+3 après conservation à  $9^{\circ}\text{C}$ , et  $6.27 \cdot 10^2$  UFC/ml de coliformes totaux au bout de 4 jours après conservation à  $9^{\circ}\text{C}$ , et pour les levures et moisissures nous avons trouvés  $5.18 \cdot 10^2$  UFC/ml après 4 jours de conservation à  $9^{\circ}\text{C}$ .

Pour le mixe pasteurisé, nous avons trouvé une absence totale des germes (forme végétative) dans 93% des échantillons, et une apparition de quelques colonies dans les 7% d'échantillon restés.

L'analyse physicochimique réalisée dans ce travail est la mesure de pH. Les résultats obtenu pour ce dernier ont montrés une importante diminution du pH dans le mixe non pasteurisé. La valeur moyenne du pH atteint 6.80 à J0 de conservation à  $9^{\circ}\text{C}$  et qui atteint 6.65 après 4 jours de conservation à  $9^{\circ}\text{C}$ . Alors qu'il ya une légère diminution du pH pour le mixe pasteurisé à savoir 6,8.

Mots clés : mixe du yaourt, pasteurisation, stockage, analyse microbiologique, physicochimique, BPF, germe

# Summary

Dairy blends storage before packing is a major problem in summer periods in Mediterranean countries, especially during machines breakdowns those reparation can take hours.

The aim of our work is to evaluate the effects of heat treatments on unwanted bacteria, and then the storage duration on semi-finished product storage in preparation tanks. Microbiologic and physicochemical analyses were used in this aim.

30 samples were analysed during our job. We've noted the presence of abundant overall microbial flora in unpasteurized mix. This flora grows during storage at 9° temperature.

We found a rate of  $8.63 \cdot 10^3$  UFC/ml of aerobes mesophylls flora three days after preservation at 9°C,  $6.27 \cdot 10^2$  UFC/ml of total coliforms and  $5.18 \cdot 10^2$  UFC/ml of yeast after four days in the same conditions.

For the pasteurised mixture, we observed a total absence of bacteria (vegetative form) in 93% of samples. We observed some colonies appearance in only 7% of samples.

The physicochemical analysis was the pH measurement. The obtained results show an important decrease of pH in the non-pasteurised mixture. The average value of measured pH was 6.80 the first day, and 6.65 three days after at 9°C storage. While we observed a slight decrease in pasteurized mix pH values (pH= 6,8).

Key words: Yoghurt mixture, pasteurisation, storage, analysis microbiologic, physico-chemical, good practise fabrication, germ.

## ملخص

تخزين الألبان يمزج قبل التعبئة والتغليف هو مشكلة رئيسية لصناعة الألبان وخاصة خلال فصل الاصطياف في بلدان البحر الأبيض المتوسط وخاصة خلال إغلاق عرضي أجهزة التكييف التقيد تستغرق الإصلاحات بضع ساعات أكثر...

والهدف من هذا العمل هو تقييم المعالجة الحرارية وتأثيرها على الجراثيم غير المرغوب فيها لزيادة العمر الافتراضي لهذه المنتجات نصف المصنعة في خزانات إعداد والميكروبيولوجية والفيزيائية والكيميائية تحليل في المختبرات وقد استخدمنا لبرسيم لتعزيز المعالجة الحرارية.

مهمتنا هي تحليل 30 عينة من مزيج اللبن قبل وبعد البسترة. جرثوميا، نلاحظ وجود ميكروبات وفيرة في المزيج الغير مبستر. يتغير أثناء التخزين في 9 درجة مئوية.

لقد وجدنا نسبة  $8.63 * 10^3$  خلية / مل من البكتيريا الهوائية متوسطة الحرارة بعد 3 أيام من التخزين في  $9^{\circ}C$ ، و  $6.27 * 10^2$  وتم / مل من مجموع القولونيات تبعد 4 أيام بعد التخزين في  $9^{\circ}C$ ، و الخميرة والعفن وجدنا  $5.18 * 10^2$  UFC / مل بعد 4 أيام من التخزين في 9 درجة مئوية.

في المزيج المبستر وجدنا الغياب التام للجراثيم (شكلا لخضري) في 93% من العينات، و ظهور عدد قليل من المستعمرات في 7% المتبقية من العينة.

تحليل الفيزيائية في هذا العمل هو قياس درجة الحموضة. النتائج التي تم الحصول عليها لهذا الأخير أظهرت لنا انخفاض كبير في درجة الحموضة في مزيج غير المبستر. بلغ متوسط قيمة الرقم الهيدروجيني 6.80 في اليوم 0 من التخزين في  $9^{\circ}C$  وبلغت 6.65 بعد أربعة أيام من التخزين في 9 درجة مئوية. في حين أن هناك انخفاض طفيف في درجة الحموضة المزيج المبستر.

كلمات البحث: مزيج اللبن، البسترة، التخزين، تحليل ميكروبيولوجي، فيزيوكيميائي، ميكروبات، تطبيق جيد للإنتاج.

# Sommaire

Liste de figures.

Liste des tableaux.

Abréviation.

INTRODUCTION .....1

PREMIERE PARTIE: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE YAOURT

I-Définition.....	3
II. Composition et valeur nutritionnel .....	3
1.Protéines.....	3
2.Lipides.....	3
3.Glucides .....	3
4. Minéraux.....	4
5.Vitamines .....	4
6. Les gaz .....	4
7.Les enzymes.....	4
III. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt.....	5
IV. Diagramme de fabrication .....	5
A. LE MIXE DU YAOURT.....	5
A.I. Définition.....	5
A.II. Matières premières.....	6
A.II.1. Poudre de lait.....	6
A.II.2. Sucre.....	6
A.II.3. Eau de reconstitution .....	6
A.III. Atelier de reconstitution .....	7
A.III.1. Traitement de l'eau.....	7
A.III.2. Température de reconstitution .....	9
A.III.3. Agitation et recyclage.....	9
B. Fermentation .....	11
C. Conditionnement .....	11
D. Conservation .....	11
V. Les bactéries caractéristiques du yaourt.....	11
V.1. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt.....	12
V.1.1. Streptococcus thermophilus .....	12



V.1.2. Lactobacillus bulgaricus .....	12
V.2. Comportement associatif des deux souches.....	13
VI. Les différents types du yaourt.....	14
VII. La qualité du yaourt .....	14
VII.1. Définition .....	14
VII.2. Qualité physico-chimique.....	14
VII.3. Qualité microbiologique.....	15
VII.3.1. Définition.....	15
VII.3.2. Critère microbiologique.....	15
VII.3.3.Flore de contamination.....	15
VII.3.4.Intérêt de la recherche des micro-organismes.....	16
VII.3.4.1. Intérêt hygiénique.....	16
VII.3.4.2. Intérêt nutritionnel.....	16
VII.3.4.3. Intérêt technologique.....	16

## CHAPITRE II : LA Pasteurisation

1. Définition .....	17
2. Equipement.....	18
3. Etapes.....	19
a- Thermisation et Dégazage.....	20
b- Homogénéisation.....	20
c- Pasteurisation .....	20

## CHAPITRE III : STOCKAGE

1. Définition .....	21
2. Equipement.....	21
3. Choix de l'équipement.....	23
4. Condition .....	23
5. Durée de stockage du lait pasteurisé.....	24

## DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODE

I. Matériels.....	25
II. Méthodes .....	25
II.1. Echantillonnage.....	25
II.2. Méthodes d'analyses microbiologiques.....	28
II.3. Analyse physico-chimique.....	33

## TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. RESULTATS.....	34
III.1.1. Résultats des analyses avant pasteurisation.....	34
III.1.1.a. Résultats des analyses microbiologiques.....	34
III.1.1.b. Résultats du pH du produit.....	36
III.1.2. Résultats des analyses après pasteurisation.....	36
III.1.2.a. Résultats des analyses microbiologiques.....	36
III.1.2.b. Résultats du pH du produit.....	37
III.2. DISCUSSIONS.....	38
Conclusion.....	41
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des figures

Ordre	Titre de figure	page
1	Cuve de mélange à conduits de refroidissement et de chauffage soudés	10
2	Agitateur	10
3	Interactions métaboliques de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait	13
4	Système de chauffage dans un échangeur à plaque	18
5	Traitement du lait comprenant une unité de microfiltration	18
6	principe de fonctionnement du dégazeur	19
7	Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur	20
8.1	Niche d'une cuve de stockage avec trou d'homme et moteur d'agitateur à hélice.	21
8.2	Disposition des cuves de stockage à l'extérieur, avec leurs trous d'homme ménagés dans les niches des murs d'une salle de contrôle	21
9	Une cuve d'entreposage caractéristique est habituellement dotée d'une capacité de 1 000 à 50 000 litres environ	22
10	Diagramme des points des prélèvements et de contrôle	27
11	Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	29
12	Recherche et dénombrement des coliformes totaux	30
13	Recherche et dénombrement des levures et moisissures	32
14	Evolution de la charge microbienne au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation	35
15	Résultats pH avant pasteurisation	36
16	Evolution du pH au cours du temps de mixe de yaourt après pasteurisation	37

## Liste des tableaux

ordre	Titre de tableau	page
I	Composition des laits en poudre (% m/m)	6
II	Les caractéristiques requises de l'eau	8
III	Evolution de la charge des germes totaux au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation	34
IV	Evolution de la charge des coliformes totaux au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation	34
V	Evolution de la charge des levures et des moisissures au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation	35
VI	Evolution du pH au cours du temps de mixe de yaourt avant pasteurisation	36
VII	Evolution de la charge microbienne au cours du temps d'un mixe du yaourt après pasteurisation.	36
VII	Résultats des deux échantillons contaminés après pasteurisation.	37
IX	Evolution du pH au cours du temps de mixe de yaourt après pasteurisation	37

## Liste des Abréviations

- **BL** : Bactérie lactique
- **FAO** : Food and Agriculture Organization
- **FMAT** : Flore Mésophile Aérobie Totale
- **ISO** : Organisation Internationale de Standardisation
- **Lb** : *Lactobacillus bulgaricus*
- **MG** : Matière grasse
- **MF** : Microfiltration
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **PCA** : Plate Count Agar
- **PH** : potentiel d'Hydrogène
- **SM** : Solution mère
- **St** : *Streptococcus thermophilus*
- **TM** : Tank de maturation
- **TPL** : Tank de préparation laitière
- **TSE** : Tryptone Sel Eau
- **UFC** : Unité formant colonie
- **VRBL** : Violet, Red, Bil agar
- **%** : Pourcentage
- **H2O2** : Peroxyde d'hydrogène

# *Introduction*

## Introduction

---

Le développement du secteur agricole et agroalimentaire constitue un enjeu majeur pour l'Algérie sur le plan économique, politique et social. Le chiffre d'affaires réalisé par l'industrie agroalimentaire représente 40% du total du chiffre d'affaires des industries. **(Kaci et sassi, 2007)**

Le lait, produit biologique d'origine animale, constitue une denrée de base dans l'alimentation humaine, possédant à la fois une grande valeur nutritionnelle et un caractère très périssable. Sa transformation, à l'origine accidentelle, permet à l'homme de prolonger sa conservation. **(Singh, 2004)**

Il représente un excellent milieu de culture pour plusieurs microorganismes avec pour résultante l'altération du produit ou les infections/intoxications chez les consommateurs. **(FAO, 2008)**

La transformation laitière, qu'elle porte sur du lait naturel ou sur de la poudre de lait importée en ajoutant différent ingrédient (mixe du yaourt), requiert donc le respect d'une hygiène stricte tout au long de la chaîne de transformation des produits laitiers, jusqu'au distributeur et au consommateur. Le stockage des mélanges laitiers avant conditionnement est un problème majeur pour l'industrie laitière notamment durant la période estivale dans les pays méditerranéens surtout lors des arrêts accidentels des conditionneuses dont leur réparation peut durer quelques heures et plus. Le mixe du yaourt (lait reconstitué) peut être contaminé par différents germes soit au moment de leur fabrication, ou bien à partir de la matière première avec laquelle on le fabrique (poudre de lait contaminée ou l'eau), comme elle peut provenir d'un manque d'hygiène. **(BONFOH B et al, 2004)**

Afin d'obtenir un produit sain et salubre et dépourvu de micro-organismes, on met le produit (lait reconstitué ou mixe) sous l'effet de la pasteurisation qui est une technique qui consiste à le faire chauffer à une température suffisante pendant un temps suffisant pour détruire les micro-organismes qu'il contient. Ce procédé à double objectif permet d'obtenir un lait sain et de prolonger sa conservation. **(CAROL, 2002)**

Pour **BRULE (2004)**, le lait fermenté le plus consommé dans les pays occidentaux est le yaourt. La dénomination "yaourt" ou "yoghourt" est strictement réservée aux laits dont la fermentation est obtenue par des bactéries lactiques *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Ces bactéries doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme et ceci jusqu'à la date limite de consommation. **(GERVOSON, 2007)**

## Introduction

---

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale.

De ce fait, nous sommes proposés de réaliser la présente étude qui s'articule autour de deux volets complémentaires :

1. Evaluation de l'impact de la pasteurisation ; par des analyses bactériologiques et physicochimiques sur 30 échantillons du mixe de yaourt avant et après traitements thermique

2. Proposer des approches afin d'allonger la durée de stockage du mixe de yaourt dans les tanks de préparation aussi bien avant qu'après pasteurisation surtout lors de problèmes avant et au cours du process



# *Partie bibliographique*

## Partie bibliographique

---

### CHAPITRE I: LE YAOURT

#### I- Définition :

Le yaourt est un lait fermenté contenant des ferments lactiques vivants, c'est un aliment ancestral, dont les vertus sur la santé sont aujourd'hui bien étudiées. C'est un aliment simple et sain à consommer quotidiennement (Liegeois, 2010)

Selon la définition de 1977 établie par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide due à deux ferments spécifiques : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont contenus naturellement dans le lait, à l'exclusion de toute autre bactérie. (Fredot, 2005)

Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de  $10^7$  /g de produit. Elles sont thermophiles et dégradent le lactose en acide lactique à partir de 45°C dont la teneur doit être au moins 0,7% lors de sa vente (Fredot, 2005)

Le mot yoghourt proviendrait de la langue Bulgare, « yog » qui voulait dire « épais » et « urt » qui signifiait « lait » (Luquet et Corrieu., 2005)

#### II- Composition et valeur nutritionnelle :

Un pot de yaourt a la même valeur nutritionnelle qu'un verre de lait. (Luquet, 1986)

##### 1- Protéines :

Elles sont en quantités supérieures à celle du lait grâce à l'adjonction de poudre de lait sec et de protéines de lait.

Elles ont aussi une excellente valeur biologique. En effet, l'acidification du lait entraîne une précipitation de la caséine (coagulation) et les bactéries libèrent alors des enzymes qui l'hydrolysent. Ceci augmente donc la digestibilité du yaourt. (Fredot, 2005)

Lorsque les caséines sont coagulées, les autres protéines restent en solutions en même temps que le lactose et les sels minéraux, constituant le lactosérum. (Koceir, 2010)

##### 2- Lipides :

La valeur énergétique des lipides du yaourt est variable en fonction du type de lait utilisé : entier, demi écrémé, écrémé. (Fredot, 2005)

Les lipides sont constitués principalement de triglycérides 97 à 99% des lipides totaux, le reste consiste surtout phospholipides et stérols, cholestérol notamment. (Cheftel, 1977)

##### 3- Glucides :

Les glucides sont représentés essentiellement par le lactose, ou galactose 1-4 glucose. C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée, peu soluble, qui possède un groupement réducteur. Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolyse en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactiques. Toutefois, sa présence pose des problèmes, soit du point de vue nutritionnel (intolérance au lactose), soit du point de vue technologique (hygroscopicité des laits en poudres). (Koceir, 2010)

## Partie bibliographique

---

### ❖ La teneur en glucides :

- Équivalente à celle du lait de départ quand du lait en poudre a été ajouté 3%.
- Inférieur à celle du lait de départ s'il n'y a pas addition du lait en poudre.
- Supérieur si les yaourts sont sucrés ou aromatisés. (**Fredot, 2005**)

### 4- Minéraux :

Bien que mineure dans la composition des laits et ses dérivés, la fraction minérale est très importante tant d'un point de vue structural que nutritionnel et technologique. (**Jeantet et al. 2007**)

La quantité de calcium est plus importante dans le yaourt par rapport au lait grâce à l'augmentation de l'extrait sec. Ainsi, on passe de 120 mg/100 ml dans le lait à 170 mg/100 g en moyenne dans le yaourt. L'acidification du yaourt provoque une solubilisation du calcium qui sera alors mieux assimilé. La teneur en phosphore varie entre 100 et 115mg /100g. Le rapport calcium/phosphore est de 1,5 ce qui est excellent. (**Fredot, 2005**)

Le yaourt renferme également de nombreux oligo-éléments : sélénium, fer. (**Jeantet et al. 2007**)

### 5- Vitamines :

Le yaourt contient des vitamines du groupe B en faible quantité et il est dépourvu de vitamine C. Cependant, les bactéries lactiques produisent certaines vitamines du groupe B ce qui augmente légèrement cet apport de 10 à 15%.

Les vitamines liposolubles sont apportées en petite quantité sauf dans les yaourts fabriqués avec du lait écrémé où il n'y en a aucune. (**Fredot, 2005**)

### 6- Les gaz :

Au moment de la traite, le lait contient des composés volatils odeur forte provenant de l'alimentation ; ces composés seront éliminés par entraînement à la vapeur ou par traitement sous vide dès le début des opérations en laiterie.

Le dioxyde de carbone représente au moment de la traite 60% des gaz du lait ; il est peu à peu remplacé en partie par l'air, vecteur d'oxygène donc oxydant potentiel des lipides et de certaines vitamines. Au cours du chauffage du lait se forme, à partir protéines solubles, des composés sulfurés donnant le goût du cuit. (**Corthier, 2011**)

### 7- Les enzymes :

Leur nombre est important plus de 60% ; leur grande activité est responsable d'importante modification du lait. Elles ont pour origine l'excrétion et la sécrétion par le tissu mammaire ou la sécrétion par les micro-organismes.

Elles sont détruites en générale à 70°C, la destruction par la chaleur en fonction du temps est un reflet de l'efficacité de chauffage peu poussé, à température du temps variables comme c'est le cas des pasteurisations, la disparition de la phosphate alcaline qui a une résistance légèrement supérieure à celle des micro-organismes pathogène permet de mettre en évidence, sans recherche bactériologique longue, leur destruction dans le lait pasteurisé.

(**Anonyme ,2006**)

## Partie bibliographique

---

### III-Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt :

Traditionnellement, et plus particulièrement depuis les travaux de Metchnikoff sur le yaourt au début de ce siècle, les produits laitiers fermentés jouissent d'une image positive quant à leurs relations avec la santé. (FAO, 1995)

- Amélioration de l'absorption du lactose : la présence des BL dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase. (Mahaut *et al.*, 2000)
- Amélioration de la digestibilité des protéines : la fermentation est une prédigestion due aux activités protéolytiques des ferments du yaourt. (Debry, 2001)
- Amélioration de la digestibilité de la matière grasse : bien que l'activité lipolytique des BL soit peu élevée, il a une augmentation significative de la teneur en acides gras libres dans le yaourt. De plus l'homogénéisation améliore la digestibilité.(Mahaut *et al.*, 2000)
- Activité antimicrobienne : le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreux auteurs (Mahaut *et al.*, 2000)
- Stimulation du système immunitaire : des effets immunorégulateurs bénéfiques des BL ont été rapportés lors des pathologies suivantes : diarrhées virales, allergies alimentaires se manifestant par de l'eczéma atopique, maladies inflammatoires chroniques intestinales et certaines formes de cancers.(Luquet et Corrieu., 2005)
- Action hypocholestérolémiante : La consommation du yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait pour maintenir une cholestérolémie basse. (Mahaut *et al.*, 2000)

### IV-Diagramme de fabrication :

Il ya d'abord la préparation du mixe du yaourt qui représente la base de diverses sortes de yaourt.

#### A- Le mixe de yaourt :

##### A-I-Définition :

Le mixe du yaourt est fait à base de Le lait reconstitué (poudre de lait écrémé ou partiellement écrémé ; additionné à de l'eau); un produit dont la teneur en matière sèche est voisine de celle du lait liquide initial (ou conforme à un rapport eau/matière sèche donnée). La reconstitution peut aussi être la dilution d'une poudre de lait grasse dans de l'eau ; à ce lait reconstitué sont également ajoutée : sucre ; amidon ; protéines ; divers additifs....)(FAO, 1995)

## Partie bibliographique

### A-II-Matières premières :

#### A-II-1-Poudre de lait :

Ce sont surtout des poudres de lait (écrémé de préférence) dont le degré de dénaturation dépend de la sévérité des traitements, séchage principalement. (**Lorient et Cayot., 2001**)

**PFIFFNER (2009)** évoque que la production de lait condensé avait débuté dans les années 1860, celle de lait en poudre commença plus tardivement (Industrie laitière).

Les essais de dessiccation de lait entier, demi-écrémé ou écrémé entrepris dans la seconde moitié du XIXe s. avaient donné des produits insatisfaisants à la réhydratation. C'est au début du XXe s. que l'on mit au point des procédés aptes à un usage industriel, dont les plus importants restent aujourd'hui encore l'atomisation et le séchage sur cylindres chauffants, qui réduisent la teneur en eau du lait de 88% à 2-4%. La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé. (**CLAUDE MICHEL et al. 2002**)

Composants		Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse laitière	minimum	26	>1.5	-
	maximum	<40	<26	-
Eau maximum		5	5	5

**Tableau I: Composition des laits en poudre (% m/m) (FAO, 2010)**

#### A-II-2-Sucre :

Les sucres conférant une saveur spécifique peuvent être ajoutés au yaourt dans la limite de 30% en poids du produit fini. Le ou les sucres ajoutés sont l'hydrate de carbone autorisé par la réglementation en vigueur. (**Ministère du commerce, 1998**)

Il est préférable d'ajouter le sucre avant la pasteurisation du lait, car le traitement thermique du lait sucré détruit les levures et les moisissures osmophiles présentes dans le sucre : par ailleurs la consistance du yaourt s'en trouve améliorée. (**Lamontagne, 2002**)

#### A-II-3-Eau de reconstitution :

Dans le yaourt, on parle de l'eau de reconstitution ; la reconstitution est un mélange d'eau et de lait en poudre en vue de rétablir: un rapport eau/matière sèche de produit initial. (**Ministère du commerce, 2005**)

## Partie bibliographique

---

L'eau représente la majeure partie du lait 85 à 88 % elle supporte en solution ou en suspension tous les autres éléments à savoir les glucides, les matières grasses, les matières azotées, les matières minérales et salines, les vitamines, les enzymes et les gaz. (**Amiot et al, 2002**)

Selon **BYLUND (1995)**, l'eau est l'une des matières premières de tous les types de produits laitiers reconstitués et recombinaison. Elle doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de micro-organismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable  $\text{CaCO}_3 < 100$  mg/l.

Une teneur excessive en matière inorganique menace l'équilibre des sels du produit reconstitué ou recombinaison qui, à son tour, pose des problèmes au niveau de la pasteurisation, sans parler de la stérilisation ou du traitement UHT. Trop de cuivre ou de fer dans l'eau peut introduire des goûts atypiques à cause de l'oxydation de la matière grasse.

Les niveaux maximaux recommandés sont par conséquent :

- Cu (cuivre) 0,05 mg/l
- Fe (fer) 0,1 mg/l.

### **A-III-Atelier de reconstitution :**

#### **A-III-1-Traitement de l'eau:**

L'eau a beaucoup d'application dans une laiterie, et les exigences de qualité varient en fonction de l'application. Avec les techniques modernes de filtration, d'adoucissement, d'échange d'ions, de stérilisation, de dessalement et d'osmose inverse, il est possible d'obtenir de l'eau de très haute qualité. Mais le coût est également très élevé. Il est par conséquent important de définir avec soin les exigences de qualité pour les différentes applications de manière à traiter l'eau en conséquence. (**Anonyme 2006**)

## Partie bibliographique

---

**Tableau II : Les caractéristiques requises de l'eau (Anonyme, 2006)**

	<b>Eau potable</b>	<b>Eau pour produits laitiers</b>
Bactéries coliformes (UFC*/100 ml)	<1	0
Bactéries gélatines/ml	<100	0
Sédiment mg/l	Aucun	aucun
Turbidité	Aucune	Aucune
Odeur	Aucune	Aucune
Gout	Aucun	Aucun
Pouvoir colorant	<20	<10
Matières sèches (mg/l)	<500	<500
Titre de manganimétrie (mg/l)	<20	<10
Ammonium (mg/l)	<0.5	-
Calcium+magnésium (mg/l)	<100	<100
Dureté totale en équivalents de CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	-	<100
Fer (mg/l)	<0.2	<0.1
Manganèse (mg/l)	-	<0.05
Cuivre (mg/l)	0	0
Aluminium (mg/l)	<0.1	<0.1
Zinc (mg/l)	0	0
Bicarbonate (mg/l)	-	<80
Chlorure (mg/l)	<100	-
Nitrate (mg/l)	<30	-
Nitrite (mg/l)	<0.02	-
Fluorure (mg/l)	1	1
Excès de chlore (mg/l)	-	0
Algues, protozoaire.. etc.	Aucun	Aucun
Matière toxique	Aucune	Aucune
pH	7_8.5	7_8.5

## Partie bibliographique

---

L'eau utilisée dans la fabrication des produits laitiers doit être de première qualité et dépasser le niveau de qualité acceptable de l'eau potable. En conséquence, elle devrait être parfaitement claire, inodore, incolore, insipide, douce et pratiquement stérile.

L'adoucissement, c'est-à-dire la réduction de la teneur en calcium et magnésium, et le déchloration (élimination du désinfectant au chlore par filtre au charbon actif), sont par conséquent nécessaires. Le tableau présente les caractéristiques requises de l'eau potable et de l'eau utilisée dans la laiterie. (Anonyme, 2006)

### **A-III-2-Température de reconstitution :**

Selon **AVEZARD et LABELLE (1990)**, la potabilité bactériologique de l'eau est fondamentale pour les besoins de nettoyage en place. Elle est également souhaitable pour la recombinaison, même si le traitement thermique du lait est prévu en aval.

La température recommandée est de 35/45°C à cette température la poudre a :

- ✓ La meilleure mouillabilité,
- ✓ La meilleure dis-solvabilité

### **A-III-3-Agitation et recyclage :**

Le recyclage couplé avec l'agitation dans les tanks a pour but :

- D'augmenter la dispersibilité,
- De favoriser l'hydratation des composants colloïdaux,
- D'éviter la formation d'agglomérat (dus surtout à la présence de fines).

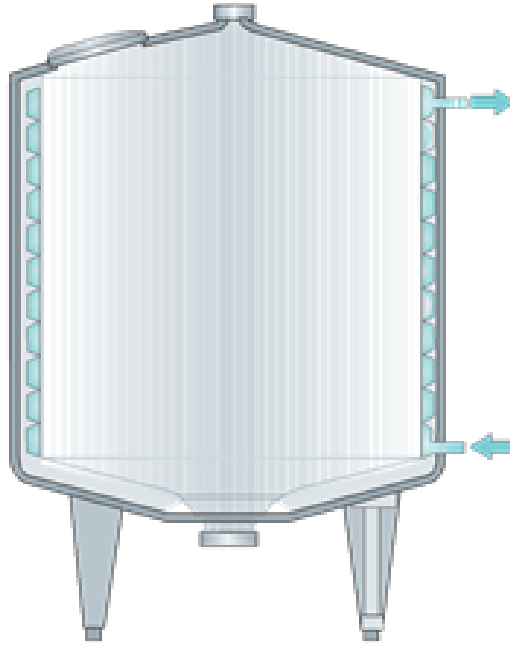
#### **• Cuves de mélange :**

Comme leur nom l'indique, ces cuves, illustrées sur la figure 1, sont utilisées pour mélanger différents produits et pour l'adjonction d'ingrédients au produit. Ces cuves peuvent être isolées ou ne comporter qu'une seule enveloppe en acier inoxydable. Elles peuvent également être équipées de systèmes de régulation de température. Sur les cuves isolées (par de la laine minérale, entre les enveloppes intérieure et extérieure), l'enveloppe intérieure est doublée extérieurement par une jaquette, dans laquelle est pompé un fluide de refroidissement ou de chauffage. Cette jaquette est constituée de conduits soudés. Les agitateurs des cuves de mélange sont conçus en fonction de l'application spécifique (Anonyme, 2006)



## Partie bibliographique

---



**Fig.1** : Cuve de mélange à conduits de refroidissement et de chauffage soudés.(Anonyme 2006)



**Fig.2** agitateur

## Partie bibliographique

---

### **B-Fermentation :**

#### ➤ **Ferments :**

À l'issue du traitement thermique, le lait est refroidi à une température comprise entre 40 et 45°C etensemencé en ferments lactiques réalisant l'acidification en cuve ou en pots.(**Jeantet et al., 2007**)

#### ➤ **Incubation :**

Pour les yaourts fermes, le mélange /ferments est soutiré et l'acidification se fait en pots. Pour les yaourts brassés le lait est acidifié en cuve. Dans les deux cas, l'incubation réalisée à des températures entre 42 et 45°C dure entre 2h30 et 3h30. L'objectif de cette phase est d'atteindre une acidité de 70 à 80 °D dans les cas des yaourts étuvés et de 100 à 120°D dans le cas des yaourts brassés. (**Mahaut et al., 2000**)

#### ➤ **L'arrêt de la fermentation :**

Lorsque l'acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation. Dans les cas des yaourts brassés, un brassage est réalisé au préalable permettant d'améliorer l'onctuosité du produit et de réduire la synérèse. Le refroidissement à 2-5°C est réalisé.(**Mahaut et al., 2000**)

### **C-Conditionnement :**

L'emballage et le conditionnement sont les dernières opérations de la fabrication des produits alimentaires ; ils sont indissociables du produit, et doivent contribuer à préserver les qualités hygiéniques, sensorielles et nutritionnelles de l'aliment et satisfaire les attentions des consommateurs en matière d'usage.(**Jeantet et al., 2007**)

C'est la phase ultime de la fabrication. Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types d'emballages : les pots en verre et les pots en plastique (en polypropylène ou en polystyrène).(Luquet, 1986)

### **D-Conservation :**

Elle se fait au réfrigérateur, à une température d'environ 4°C; le maximum de conservation est de 24 jours après la fabrication, si la chaîne du froid est scrupuleusement respectée.

Au cours de la conservation il ya augmentation de l'acidité et développement possible de moisissures.(**Roudant et Lefrancq, 2005**)

### **V-Les bactéries caractéristiques du yaourt :**

Depuis plus de 4 000 ans, les bactéries lactiques sont utilisées pour fabriquer bon nombre de produits fermentés.(**Luquet et corrieu., 2005**)

On appelle bactéries lactiques des bactéries Gram+, coques « Streptocoque » ou bacilles « Lactobacille » qui produisent de l'acide lactique par voie fermentaire. Beaucoup se rencontrent dans les produits laitiers.

## Partie bibliographique

---

*Streptococcus*: Il s'agit de coques Gram+, asporulés, immobiles, aérobies facultatifs, généralement groupés en paires et surtout en chaînes de longueur variable.

Ils sont catalase négative, se développent à 37°C. Leur fermentation est homolactique et donne de l'acide lactique surtout dextrogyre.

*Lactobacillus*: il s'agit de bacilles souvent allongés, Gram+, asporulés, parfois groupés en paires ou en chaînes, généralement immobiles. Ils sont catalase négative, anaérobies facultatives, se développe à 45°C. Leur fermentation est homolactique donnant de l'acide lactique. (Guiraud et Rosec., 2004)

### V-1- Caractéristiques générales des bactéries du yaourt :

#### V.1.1- *Streptococcus thermophilus* :

*St. thermophilus* est un cocci Gram positif, anaérobie facultative, non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et les fromages. (ROUSSEL et al, 1994)

C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes. (ROUSSEL et al, 1994)

Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C. Son métabolisme est du type homo-fermentaire. (LAMOUREUX, 2000)

Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose)

**BERGAMAIER (2002)** Les *Streptococcus salivarius subsphthermophilus* sont des Streptocoques homofermentaires, appartenant à la famille des Streptococcaceae, se développent bien à des températures de 37 à 40°C, mais croissent encore à 50°C. Ils sont thermorésistants (survient au chauffage à 65°C pendant 30 minutes, ou même à 74°C pendant 15 secondes), ils sont nettement moins acidifiants que les lactobacilles (produisent généralement de 0,5 à 0,6% d'acide lactique) et certaines souches sont capables de tolérer un pH de 4,3 à 3,8. (Ongol et al, 2007)

#### V.1.2- *Lactobacillus bulgaricus* :

*Lb. Bulgaricus* est un bacille Gram positif, immobile, asporulé, microaérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chaînettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucres par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenter les pentoses. (MARTY-TEYSSET et al, 2000)

## Partie bibliographique

*Lb. bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42 °C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt. (MARTY-TEYSSET *et al*, 2000)

-Ces deux bactéries lactiques tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le système le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase, dont les bactéries lactiques sont déficientes.

Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites micro-aérophiles. (DOLEYRES, 2003)

### V-2- Comportement associatif des deux souches:

*St.thermophilus* et *Lb.Bulgaricus* se développent en association (appelée proto-coopération) dans des cultures mixtes ayant un intérêt à la fois d'ordre technologique et nutritionnel.

Ces bactéries, par leur activité acidifiante, ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique du produit. En parallèle, elles engendrent des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptiques du yaourt. D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ces espèces lactiques favorise une solubilisation des différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité. (COURTIN *et al*, 2002 ; NGOUNOU *et al*, 2003)

Les bactéries lactiques (BL) du yaourt vivent en symbiose (figure 9) : *Lactobacillus bulgaricus* libère des acides aminés à partir de la caséine qui sera alors utilisés par *Streptococcus thermophilus* qui libèrera à son tour des acides aminés nécessaires à la croissance des *Lactobacillus bulgaricus*. (Fredot, 2005)

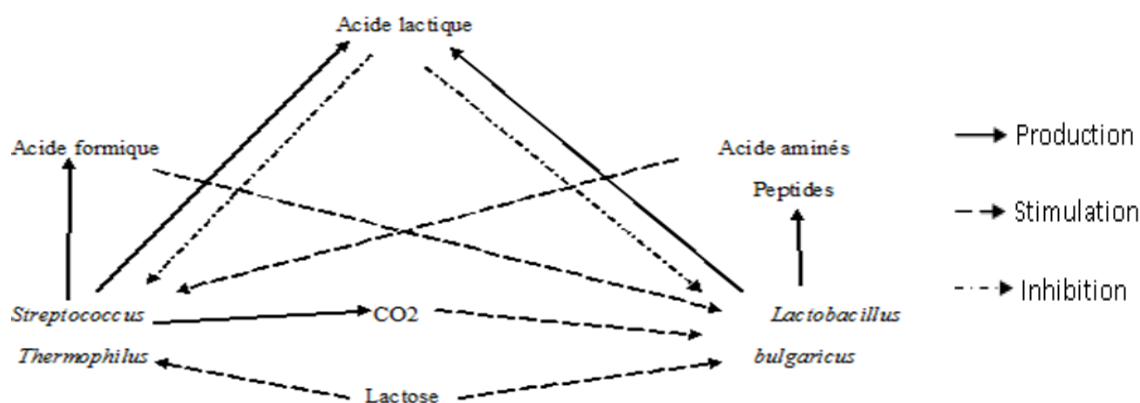


Fig.3. Interactions métaboliques de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut *et al.*, 2000)

## Partie bibliographique

---

### VI -Les différents types de yaourt :

Il existe en fait plusieurs types de classification :

#### ➤ Selon leur texture:

- Les yaourts "fermes": la fermentation a lieu directement en pots ; ce sont généralement des yaourts nature ou aromatisés.
- Les yaourts "brassés": la fermentation a lieu en cuve avant brassage ; ce sont des yaourts veloutés nature ou aux fruits. (**Jeantet et al., 2007**)
- Les yaourts "à boire": qui après avoir été brassés sont battus dans des cuves avant d'être conditionnés. (**Fredot, 2005**)

#### ➤ Selon la teneur en matières grasses :

- Les yaourts maigres: à partir du lait totalement écrémé (0% de matière grasse).
- Les yaourts partiellement écrémés: à partir du lait partiellement écrémé (1% minimum de matières grasses)
- Les yaourts gras: à partir du lait entier (3,5 % de matières grasses).(**Luquet, 1986**)

#### ➤ Selon leur goût:

- Les yaourts nature: ils ne subissent aucune addition.
- Les yaourts sucrés: ils sont additionnés de sucre.
- Les yaourts "aux fruits", "au miel", "à la confiture»: ils subissent une addition inférieure à 30% de ces différents produits.
- Les yaourts "aromatisés»: ils contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse. (**Ministère du commerce, 1998**)

### VII- La qualité du yaourt:

#### VII-1-Définition:

La qualité d'un produit alimentaire c'est à dire de tout aliment (ou boisson) destiné à l'homme, est l'aptitude à satisfaire ses besoins. (**Vierling, 2008**)

La qualité des yaourts dépend du lait utilisé, des souches bactériennes, de la teneur en MG. (**Roudant et Lefrancq, 2005**)

#### VII-2-Qualité physico-chimique:

Les Yaourts doivent répondre aux caractéristiques suivantes:

- goût franc et parfum caractéristique;
- texture homogène;
- couleur franche et uniforme ;
- Ferme pour les yaourts étuvés ;
- bien homogène pour les yaourts brassés.

## Partie bibliographique

---

### VII-3- Qualité microbiologique:

#### VII-3.1. Définition:

La qualité est définie comme étant l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire les exigences. La qualité microbiologique est en lien direct avec l'innocuité du lait. (ISO9000/2005)

#### VII-3.2. Critères microbiologiques:

Le nombre et le type de microorganismes présents dans le lait peuvent être utilisés pour juger ou décider de la qualité et de la sécurité microbiologique.

La sécurité est déterminée par la présence ou l'absence de microorganismes pathogènes ou leurs toxines, le nombre de pathogènes, et les mesures envisagées de maîtrise ou de destruction de ces agents. (Lavoisier, 1991)

Selon le **Codex Alimentarius**, un critère microbiologique applicable à un aliment détermine l'acceptabilité d'un produit ou d'un lot de produits compte tenu de l'absence, de la présence ou du nombre de microorganismes et/ou la qualité de leurs toxines/métabolites par unité de masse, de volume ou de superficie, ou par lot.

- **Critère qualitatif:** présence ou absence (plan à 2 classes)
  - Absence : qualité satisfaisante
  - Présence : qualité non satisfaisante
- **Critère quantitatif:** c'est-à-dire " m " comme critère microbiologique fixé avec une valeur seuil d'acceptabilité (plan à 3classes)
  - Résultats inférieurs ou égaux à 10 m en milieu liquide et 3 m en milieu solide : produit satisfaisant.
  - Résultats compris entre 10 m et 30 m en milieu liquide ou 3 m et 10 m en milieu solide : produit acceptable.
  - Résultats supérieurs à 10 m en milieu solide ou à 30 m en milieu liquide : produit non satisfaisant. (Lavoisier, 1991)

#### VII-3.3- Flore de contamination:

La recherche des micro-organismes dans tous les produits destinés à l'homme est obligatoire, car certains d'entre eux pourraient être à l'origine de maladies infectieuses microbiennes, de toxi-infection alimentaire collective, d'altération de certains produits. L'objectif de la recherche des principales bactéries, et éventuellement des champignons dans les aliments, les eaux est de protéger le consommateur ou l'utilisateur de toute contamination qui pourrait nuire à la santé. (Delarras, 2014)

##### a) Les bactéries:

Un grand nombre d'espèces bactériennes a été répertorié dans le lait. Ces bactéries peuvent être divisées en deux groupes : les bactéries lactiques pour les yaourts et les bactéries de contamination. Les bactéries lactiques, ce sont les bactéries qui transforment les sucres en donnant une proportion élevée d'acide lactique et qui ne sont que faiblement protéolytiques. Dans ce groupe figurent *Streptococcus thermophilus* qui provoque une acidification modérée de 0,5 à 1% et *Lactobacillus delbruecki bulgaricus* responsable d'une acidification moins rapide mais plus intense supérieure à 1%. (JOSEPH-PIERRE, 2003)

## Partie bibliographique

---

### **-Les bactéries non lactiques de contamination:**

Ces bactéries ont deux grands effets indésirables qui sont l'altération du produit et l'effet pathogène pour le consommateur. La flore d'altération, essentiellement mésophile est constituée par les coliformes et la flore aérobie mésophile totale qui dégradent les produits laitiers en altérant le goût, l'odeur, l'aspect, en somme la qualité marchande du produit. (ABDUSSALAM, 1991)

### **b) La flore fongique:**

Considérées dans certains cas comme flore technologique, les levures sont aussi la principale cause d'altération des produits laitiers frais (yaourts, laits fermentés...), dans lesquels le pH bas constitue un environnement sélectif pour leur croissance. Le métabolisme des levures dans les produits laitiers frais (utilisation du lactose résiduel et du galactose relargué par les Streptocoques et/ou les *lactobacilles thermophiles*) conduit à la formation de gaz et de composés aromatiques générant des défauts de gout (alcools, aldéhydes, esters...). (Zagorec et Christieans, 2013)

### **VII-3.4. Intérêt de la recherche des micro-organismes :**

#### **VII-3.4.1. Intérêt hygiénique :**

Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène. Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables.

#### **VII-3.4.2. Intérêt nutritionnel:**

Le lait et les produits laitiers contaminés par des germes protéolytiques ou lipolytiques perdent de leur valeur nutritionnelle. En effet, cette contamination entraîne la dénaturation des protéines, des matières minérales ainsi que des vitamines. Cette perte de la valeur nutritionnelle s'accompagne d'une détérioration des qualités organoleptiques. D'où encore une fois de plus, l'importance de porter une attention toute particulière aux mesures permettant d'éviter l'introduction et la multiplication de ces germes synonymes d'une altération de la denrée. (YILDIZ F, 2010; Mahaut et al, 2000)

#### **VII-3.4.3. Intérêt technologique:**

L'aptitude d'un lait à la transformation ou à la conservation est conditionnée par sa qualité microbiologique. (DIENG, 2001)

## Partie bibliographique

---

### CHAPITRE II : LA PASTEURISATION:

#### 1-Définition:

Comme le refroidissement, la pasteurisation est une des opérations les plus importantes du traitement du lait. Si elles sont effectuées correctement, ces opérations prolongeront la durée de conservation du lait.

La température et le temps de pasteurisation sont des facteurs très importants que l'on devra choisir avec précision, en fonction de la qualité du lait, de la durée de conservation requise etc.

La température de pasteurisation du lait pasteurisé HTST homogénéisé de qualité courante est habituellement de 72 à 75°C pendant 15 à 20secondes.

Le procédé de pasteurisation peut varier d'un pays à l'autre, en fonction de la législation nationale. Tous les pays exigent du traitement thermique qu'il garantisse la destruction des micro-organismes indésirables et de toutes les bactéries pathogènes, sans endommager le produit. (**Anonyme, 2006**)

En modifiant les caractéristiques physico-chimiques des protéines, le traitement thermique du lait (autour de 90°C pendant 10min) a un rôle déterminant sur les propriétés rhéologiques des gels lactiques. En outre, le traitement thermique crée un milieu favorable au développement des BL en détruisant les microorganismes indésirables et compétiteurs potentiels des BL et en participant à la production d'acide formique. (**JEANTET et al. 2007**)

Trois types de pasteurisation sont pratiqués en fonction des couples temps/température:

- pasteurisation basse (15-30 min/60-65°C),
- pasteurisation rapide à haute température (HTST) (15-40 sec/70-75°C)
- pasteurisation haute (1-5min/85-95°C). (**LARPENT, 1997 ; JEANTET et al, 2006**)

Contrairement à la stérilisation qui se fait à une température de 100 °C et qui a pour but de détruire tous les microorganismes pouvant se développer dans le produit, la pasteurisation se fait à une température inférieure à 100 °C et ne vise à détruire que les bactéries pathogènes présentes sous forme végétative. (**CAROLE, 2002**)



## Partie bibliographique

### 2-équipement:

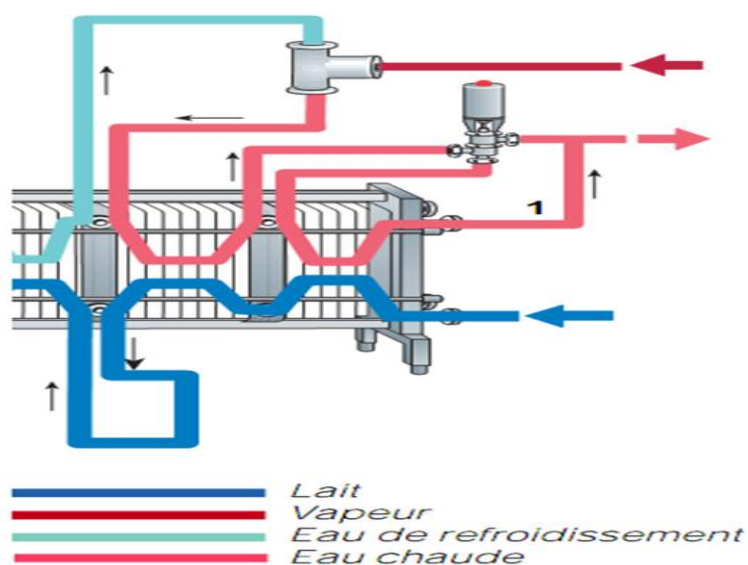


Fig 4. Système de chauffage dans un échangeur à plaque (Anonyme, 2006)

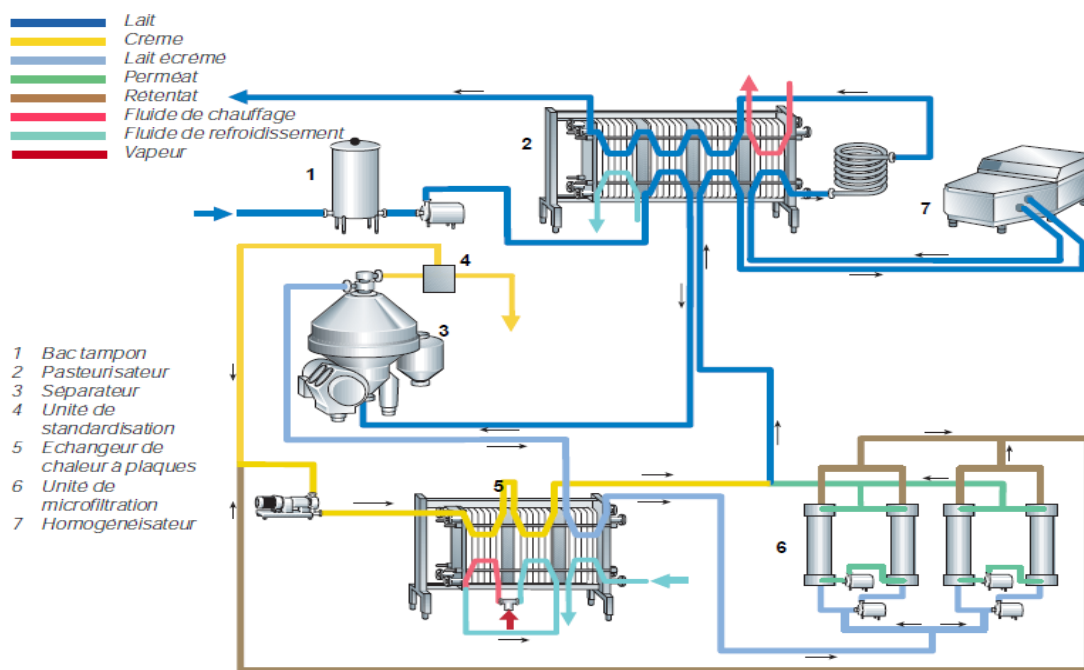


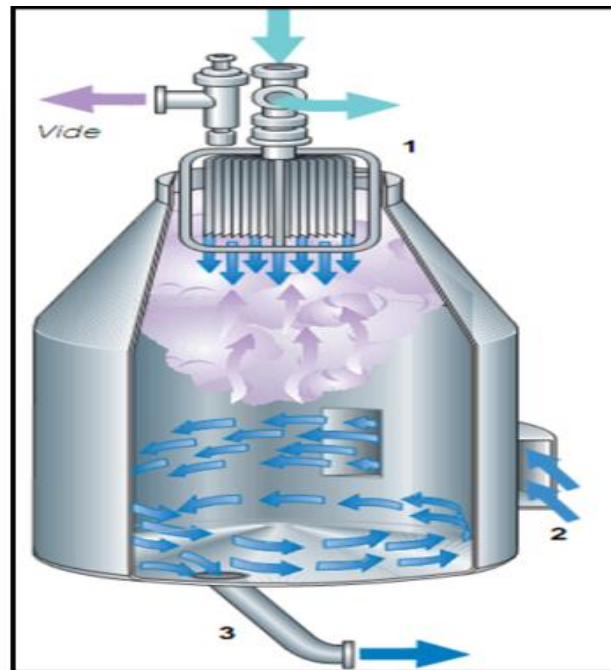
Fig.5: Traitement du lait comprenant une unité de microfiltration (MF).

## Partie bibliographique

### 3-Etapes:

#### a) Thermisation et Dégazage :

Le lait préchauffé à 70 °C est introduit tangentiellement dans la cuve sous vide. Les gaz véhiculés à la vapeur montent vers le haut de la chambre et sont aspirés par la pompe sous vide, le dégazage a pour but d'éliminer les gaz contenus dans le lait, tel que le gaz carbonique, oxygène, azote,.....etc. Tous ces gaz, en restant peuvent compromettre la qualité du lait. L'oxydation de la matière grasse par l'oxygène provoque des saveurs indésirables, ainsi qu'ils provoquent une mousse abondante dans le lait lors de sa transformation (voir figure6). (Luquet, 1990)



**Figure 6: principe de fonctionnement du dégaiseur**

1. Condenseur incorporé 2. Entrée du lait 3. Sortie du lait dégausé

(Anonyme ,2006)

## Partie bibliographique

---

### b) Homogénéisation :

L'homogénéisation vise, avant tout, à réduire la taille des globules gras, elle est indispensable pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation. Pour des raisons hygiéniques, elle est généralement réalisée avant le traitement thermique. (Luquet et Corrieu, 2005)

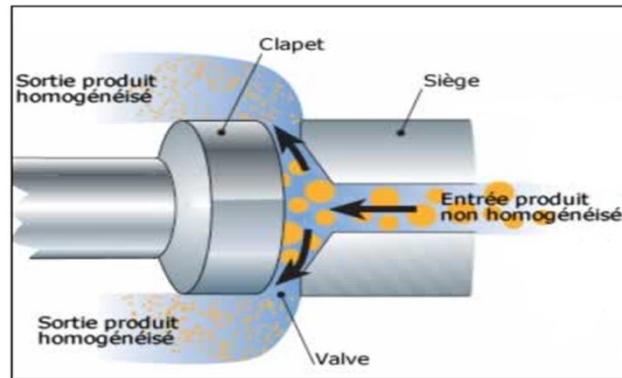


Fig.7 : Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur (Anonyme ,2006)

### c) Pasteurisation :

La préparation du lait terminée, celui-ci est soumis alors à un traitement thermique de pasteurisation (94 à 96°C pendant 3 à 5 minutes). Ce traitement a pour but de :

- Détruire les micro-organismes pathogènes pouvant être présents et la plus grande partie de la flore banale. Il permet aussi la suppression éventuelle d'inhibiteurs naturels et la stimulation des bactéries par l'apparition de facteurs de croissance ;
- Provoquer une dénaturation partielle des protéines solubles et leur fixation sur les caséines. Cet effet a pour conséquence d'augmenter les capacités de rétention d'eau du yaourt entraînant la modification des propriétés rhéologiques du coagulum acidifié. Le caillé devient plus ferme et la tendance à l'expulsion de sérum au cours du stockage est réduite.

Avec ce traitement, le yaourt brassé présente une structure plus homogène et visqueuse. Immédiatement après le traitement thermique, le lait reconstitué est refroidi à une température de 6°C puis stocké dans des tanks pour être, par la suite ensemencé. (ANONYME, 1995)

## Partie bibliographique

### CHAPITRE III : LE STOCKAGE

#### 1-Définition :

Selon **Larousse 2014** le mot stockage se définit comme suite :

- Action de stocker, de conserver un produit en attente, en vrac ou en charge unitaire ; fait d'être stocké.
- Réservoir ou ensemble de réservoirs pour liquides ou gaz.

#### 2- Equipement :

Dans une laiterie, les cuves sont utilisées à des fins très diverses. Leur taille va de 15 000 litres pour les cuves de stockage du service de réception à 100 litres environ pour les plus petites.

Les cuves peuvent être, en général, divisées en deux catégories principales, suivant leur fonction :

- Cuves d'entreposage
- Cuves de traitement

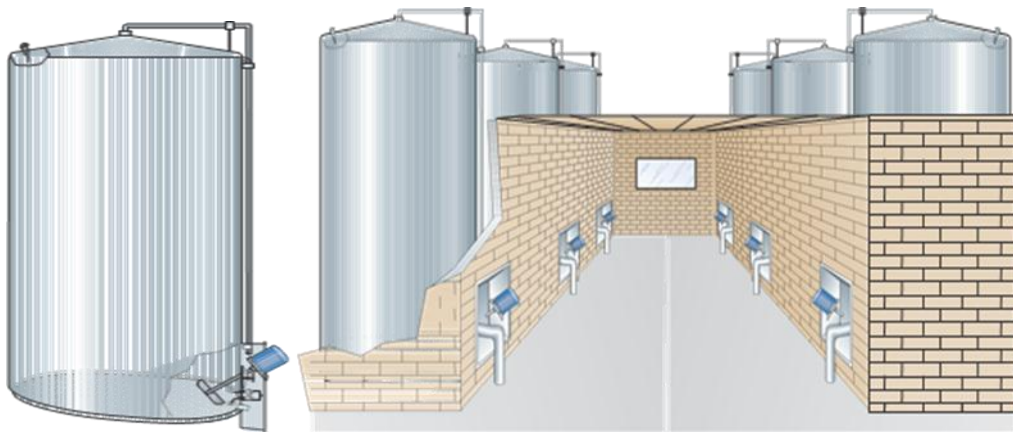
#### ➤ Cuves d'entreposage :

##### a) Cuves de stockage :

Les cuves de stockage de réception du lait appartiennent à la catégorie des cuves d'entreposage. Leur taille va de 25 000 à 150 000 litres environ et les surfaces en contact avec le fluide sont en acier inoxydable. Elles sont souvent placées à l'extérieur, pour réduire le coût en bâtiments.

Les cuves sont alors isolées. Elles comportent une double enveloppe, séparée.

(Anonyme, 2006)



**Fig 8.1 : Niche d'une cuve de stockage avec trou d'homme et moteur d'agitateur à hélice.**

**Fig8.2 : Disposition des cuves de stockage à l'extérieur, avec leurs trous d'homme ménagés dans les niches des murs d'une salle de contrôle**

## Partie bibliographique

---

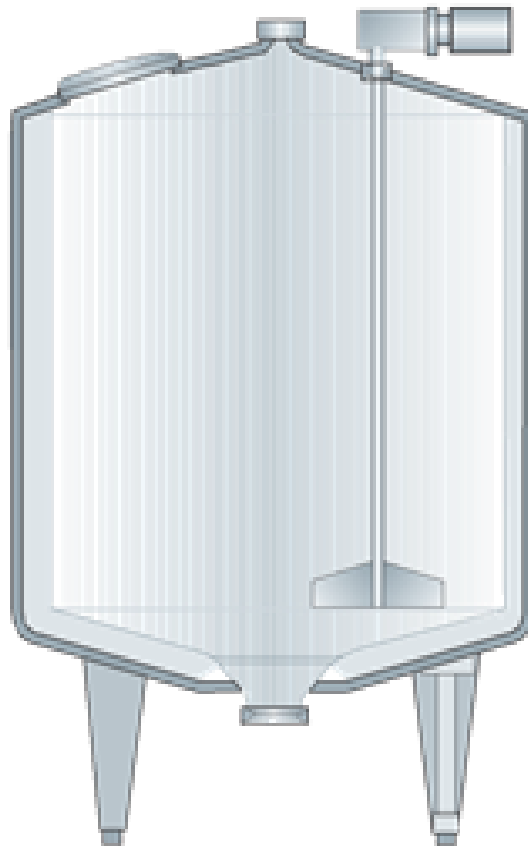
### b) Cuves de stockage intermédiaire :

Ces cuves sont utilisées pour entreposer un produit pendant un court laps de temps, avant qu'il ne poursuive sa route sur la chaîne. On les utilise pour les stocks tampons, afin de compenser les variations du débit. Après traitement thermique et refroidissement, le lait est pompé dans un bac tampon, puis de là jusqu'au remplissage. Si le remplissage est interrompu, le lait traité est stocké dans le bac jusqu'à ce que l'opération puisse reprendre. De même, le lait provenant de ce bac peut être utilisé pendant une interruption momentanée du traitement.

L'enveloppe intérieure des cuves d'entreposage de 1 000 à 50 000 litres de capacité est en acier inoxydable (voir figures 8). La cuve est isolée pour garder constante la température du produit. Dans ce cas, l'enveloppe extérieure est également en acier inoxydable, avec une couche de laine minérale entre les deux enveloppes.

La cuve d'entreposage comporte un agitateur et peut être équipée de différents éléments et systèmes de nettoyage et de régulation du niveau et de la température. Ces équipements sont essentiellement identiques à ceux décrits plus haut pour les cuves de stockage.

Selon une estimation générale satisfaisante, le procédé exige une capacité- tampon correspondant à un maximum de 1,5 heure de fonctionnement normal, soit  $1,5 \times 20\,000 = 30\,000$  litres, pour une capacité normale de 20 000 l/h. (Anonyme, 2006)



**Fig8. Une cuve d'entreposage caractéristique est habituellement dotée d'une capacité de 1 000 à 50 000 litres environ.**

## Partie bibliographique

---

### 3- Choix de l'équipement :

Le nombre et la taille des cuves de stockage dépendent des programmes de livraison du lait cru et du volume des différentes livraisons. Pour assurer une exploitation continue de l'unité, sans interruptions dues à une pénurie de matière première, on devra disposer de 7 heures d'alimentation en lait cru.

Ce lait devra avoir été stocké, **de préférence**, pendant au moins 1 à 2 heures avant d'être traité, le dégazage naturel du lait s'effectuant dans ce laps de temps. De courtes périodes d'agitation sont admissibles, mais l'agitation n'est pas vraiment nécessaire, sauf 5 à 10 minutes environ avant le début du soutirage, pour uniformiser la qualité générale. Ceci évite de perturber le processus de dégazage naturel. (**Anonyme, 2006**)

### 4- Conditions :

Selon **Journal officiel de l'Union européenne 2005 :**

#### 1- Respecter les bonnes pratiques d'hygiène :

- Prévenir les contaminations par le nettoyage et la désinfection des locaux, des méthodes de travail adéquates.
- Eviter les multiplications microbiennes par la maîtrise de la chaîne du froid :
  - Maîtriser les températures (définies réglementairement)
  - Enregistrer et contrôler les températures de l'air dans les entrepôts d'aliments
- Hygiène et formation adaptée des opérateurs

#### 2- Garantir la traçabilité :

⇒ Autocontrôles et vérifications par le responsable de la mise en œuvre de mesures de maîtrise appropriées.

Et selon **Ministère de l'agriculture et de la pêche 20 juillet 1998 :**

- Les personnes amenées à manipuler les aliments sont tenues à la plus grande propreté corporelle et vestimentaire, et, le cas échéant, elles portent des vêtements adaptés. Toute personne malade ou porteuse de germes transmissibles est écartée de la manipulation des aliments lorsqu'il existe un risque de contamination directe ou indirecte.
- Le responsable du transport s'assure que, dans le cadre de son activité et de la responsabilité qui s'y attache, les personnes qui manipulent ou manutentionnent les aliments au cours du transport et, le cas échéant, au cours des opérations de chargement et de déchargement, suivent des instructions précises leur permettant d'appliquer les dispositions du présent arrêté et disposent d'une formation en matière d'hygiène des aliments renouvelée et adaptée à leur activité professionnelle.

## Partie bibliographique

---

### 5- Durée de stockage du lait pasteurisé :

La durée de conservation du lait pasteurisé dépend toujours essentiellement de la qualité du lait cru. L'optimisation technique et hygiénique des conditions de fabrication et une bonne gestion de l'unité est, bien sûr, également très importantes.

S'il est fabriqué à partir de lait cru de qualité suffisamment élevée et dans de bonnes conditions techniques et hygiéniques, le lait pasteurisé courant aura une durée de conservation de 8 à 10 jours, à 5 - 7°C, dans un emballage fermé.

La durée de conservation peut être cependant considérablement raccourcie, si le lait cru est contaminé par des micro-organismes, par exemple des variétés de pseudomonas formant des systèmes enzymatiques thermorésistants (lipases et protéases) et/ou des bacilles thermorésistants du type *B. cereus* et *B. subtilis*, qui survivent à la pasteurisation sous forme de spores.

Pour améliorer l'état bactériologique du lait pasteurisé et en préserver ou même en prolonger ainsi la durée de conservation, l'unité de pasteurisation peut être complétée par une unité de bactofugation ou de microfiltration. (Anonyme 2006)

# *Matériels et méthodes*



## Matériels et méthodes

---

L'objectif de notre étude consiste à suivre la qualité microbiologique d'un mixe de yaourt au cours de stockage avant et après pasteurisation ; et essayer d'apporter des approches afin de prolonger le temps de stockage de ce dernier.

### II-1- Matériel :

#### -Cadre de l'étude :

Notre travail expérimental a été réalisé au niveau du laboratoire de bactériologie de la laiterie de Trèfle de Blida, pendant une durée de quatre mois allant du mois Mai au mois d'Aout 2014.

#### -Le matériel utilisé :(Annexe I)

- Verreries et appareillage.
- Milieux de culture.

### II-2-Méthodes :

#### II-2-1.échantillonnage ;

Le mixe du yaourt (poudre de lait écrémé et partiellement écrémé ; l'eau ; sucre ; amidon ; stabilisants) faisant l'objet de notre étude est préparé et homogénéisé au niveau de tank préparation du lait (TPL), et mûri au niveau de tank de maturation (TM) (laiterie trèfle –Blida).

Notre échantillonnage a porté sur 30 prélèvements et a été effectué comme suit :

- ❖ Prélèvement réalisé à partir du tank de préparation (TPL) pour les analyses microbiologiques et physicochimiques du mixe avant pasteurisation.
- ❖ Prélèvement réalisé à partir du tank de maturation (TM) pour les analyses microbiologiques et physicochimiques du mixe après pasteurisation.

Un prélèvement dans des bonnes conditions d'hygiène est essentiel pour la fiabilité des résultats :

- Nettoyer, désinfecter le robinet du tank par l'eau distillée et l'alcool ;
- Créer une zone stérile en allumant le flambeau ;
- Laisser couler quelques millilitre du mixe ;
- Ensuite prélever environ 180ml du mixe dans des flacons stériles ;
- Un deuxième nettoyage du robinet par l'eau distillée ;
- Couvrir les flacons du mixe avec du papier aluminium, et les conservant dans le réfrigérateur T°9°C.

## Matériels et méthodes

---

### ➤ **Produit non pasteurisé (au niveau des TPL) :**

-Le premier prélèvement est réalisé après l'opération de reconstitution et de recombinaison au niveau de tank.

-Après 2 heures d'homogénéisation nous prenons 4 flacons comme échantillon.

-Un flacon subit des analyses microbiologiques et physicochimiques (pH) le jour même(J1).

-Les trois autres flacons sont stockés au niveau de réfrigérateur de 9°C et analysés pendant 3 jours successifs (J2 ; J3 ; J4).

### ➤ **Produit pasteurisé (au niveau des TM) :**

-Le deuxième prélèvement est réalisé juste avant l'opération de maturation (après les opérations de pasteurisation et refroidissement) au niveau du tank de maturation.

-Avant l'ensemencement, nous prenons 4 flacons comme échantillons

Un flacon subit des analyses microbiologiques et physicochimiques (pH) le jour même (J1).

-Les trois autres flacons sont stockés au niveau de réfrigérateur de 9°C et analysés pendant 3 jours successifs (J2 ; J3 ; J4).

## Matériels et méthodes

---

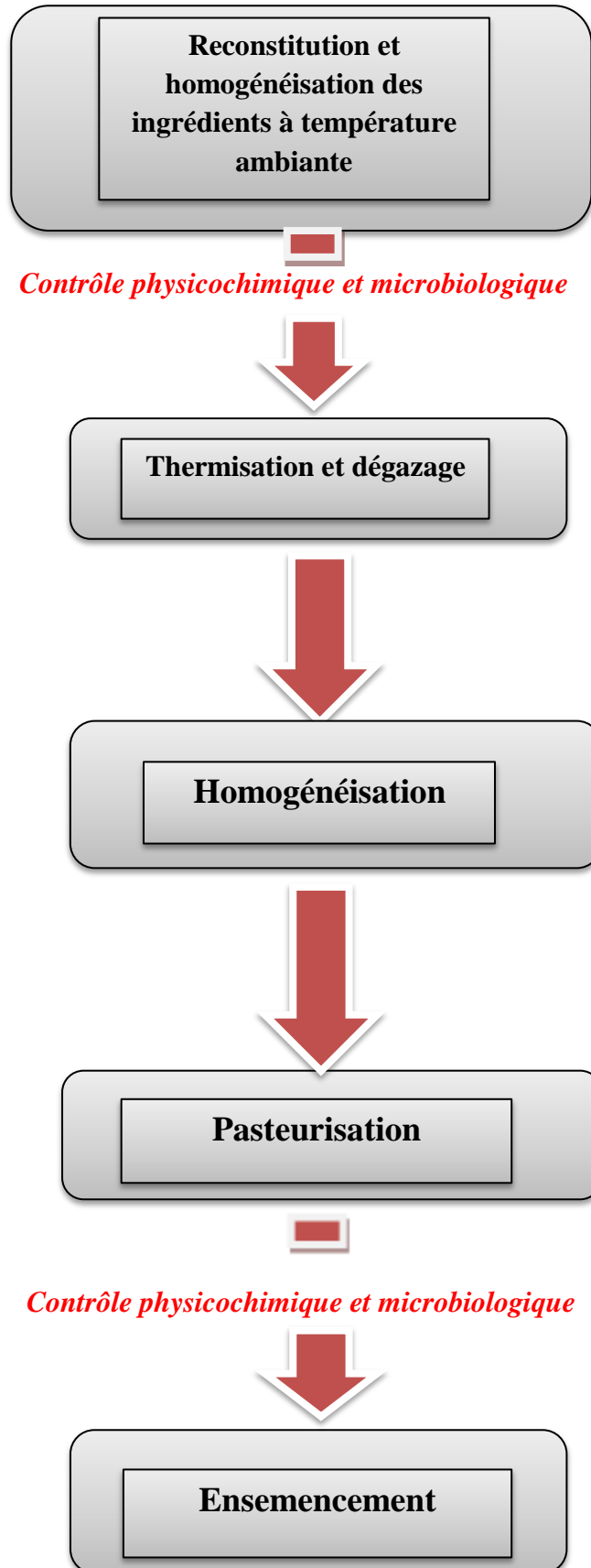


Figure 10 : Diagramme des points des prélèvements et de contrôle

## Matériels et méthodes

---

**Remarque :** Nous avons suivi dans notre travail la réglementation de l'arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifié et complété l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques des denrées alimentaires.

### II-2-2.Méthodes d'analyses microbiologiques :

Nous avons réalisé :

- ✓ Le dénombrement de la flore aérobie mésophiles totale qui est un indice de l'état générale de la qualité du produit.
- ✓ La recherche et le dénombrement des groupes de germes indicateurs de contamination
  - Coliformes totaux.
  - Les levures et les moisissures.

#### ❖ Préparation des dilutions décimales :

**La norme NA 15174 (ISO 6887-4 : 2004) Microbiologie des aliments** –Préparation des échantillons de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique.

-Après homogénéisation de l'échantillon à analyser, introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette pasteur stérile, 1 ml de la suspension mère « SM », dans un tube à stérile contenant au préalable 9ml de diluant « TSE » : cette dilution constitue alors de dilution au 1/10 ou  $10^{-1}$ , homogénéiser soigneusement avec un vortex.

-Introduire en suite aseptiquement à l'aide d'une autre pipette stérile 1ml de la dilution  $10^{-1}$ , dans un tube stérile contenant aussi 9ml du même diluant « TSE » : cette dilution est alors au 1/100 ou  $10^{-2}$ , homogénéiser soigneusement avec un vortex.

-Introduire une troisième fois toujours aseptiquement 1ml de la dilution  $10^{-2}$ , dans un tube stérile contenant également 9 ml du même diluant « TSE » : cette dilution est alors au 1/1000 ou  $10^{-3}$ , homogénéiser soigneusement avec un vortex.

#### ✚ Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :

**La norme NA 1207 (ISO 4833 :2003) : Microbiologie des aliments** –Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes – Technique de comptage des colonies à 30°C.

#### Mode opératoire :

-A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et identifiée.

-Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à  $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

-Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de s'homogénéiser à la gélose utilisée.

-Laisser solidifier sur paillasse.

-Faire une boîte témoin qui contient le milieu PCA.

## Matériels et méthodes

---

### **Incubation :**

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec :  
- première lecture à 24 heures, deuxième lecture à 48 heures, et troisième lecture à 72 heures.

### **Lecture :**

Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives, (Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies).

Calculer le nombre N, de microorganismes dénombrés à 30 °C par ml de produit en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

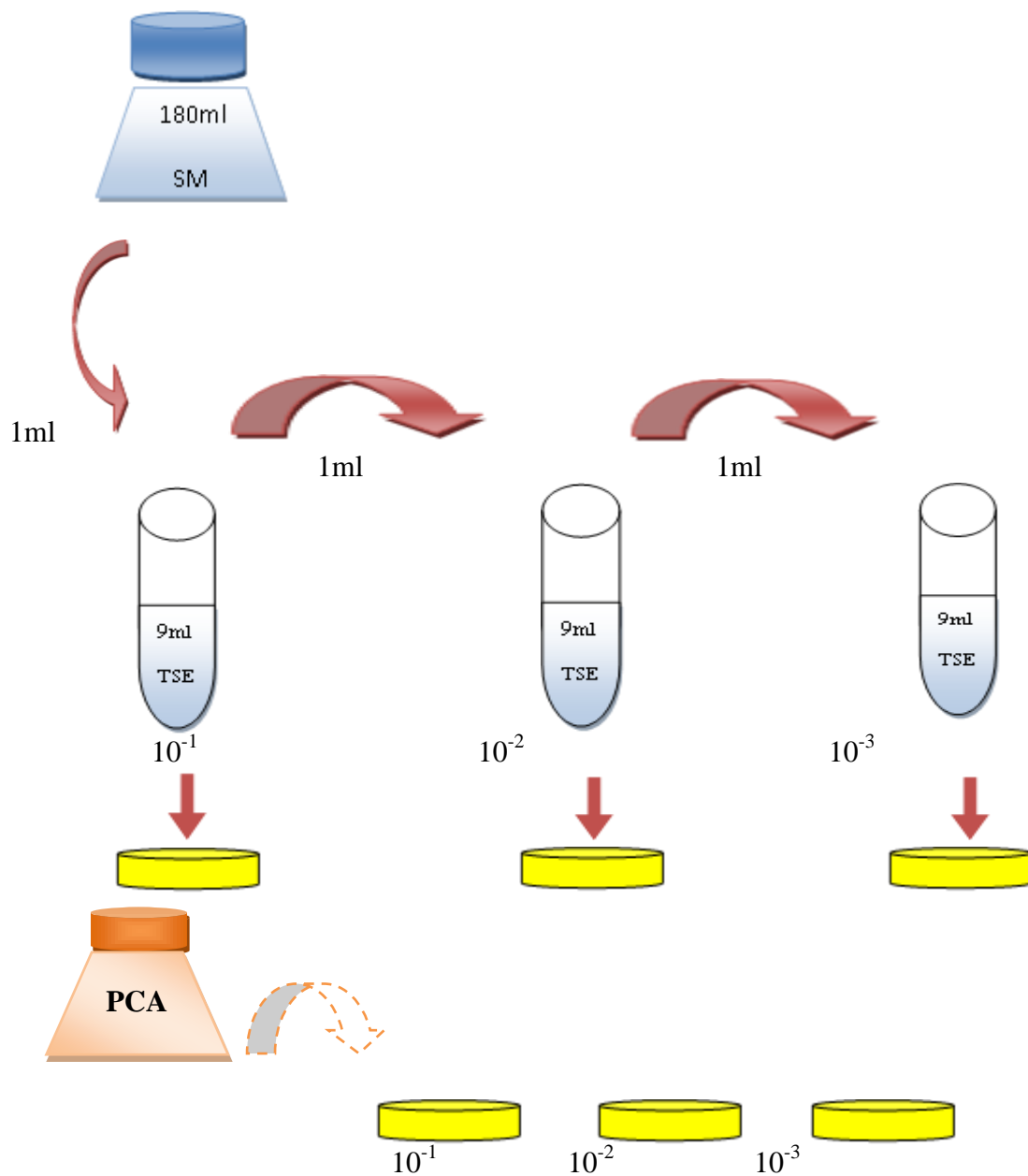
$$N = \Sigma c / 1.1 \times d$$

Où :  $\Sigma c$  : est la somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues.

**D** : est le taux de dilution correspondant à la première dilution prise en compte.

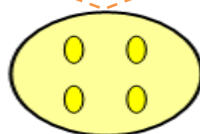
Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs.

## Matériels et méthodes



- Ajouter 1 ml de chaque dilution+ 15 ml de gélose PCA,
- Laisser solidifier sur pailleasse,
- Incuber à 30°C pendant 24H à 72H

Lecture



Dénombrement des colonies lenticulaires en masse

Figure 11: Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.

## Matériels et méthodes

### Recherche et dénombrement des coliformes totaux:

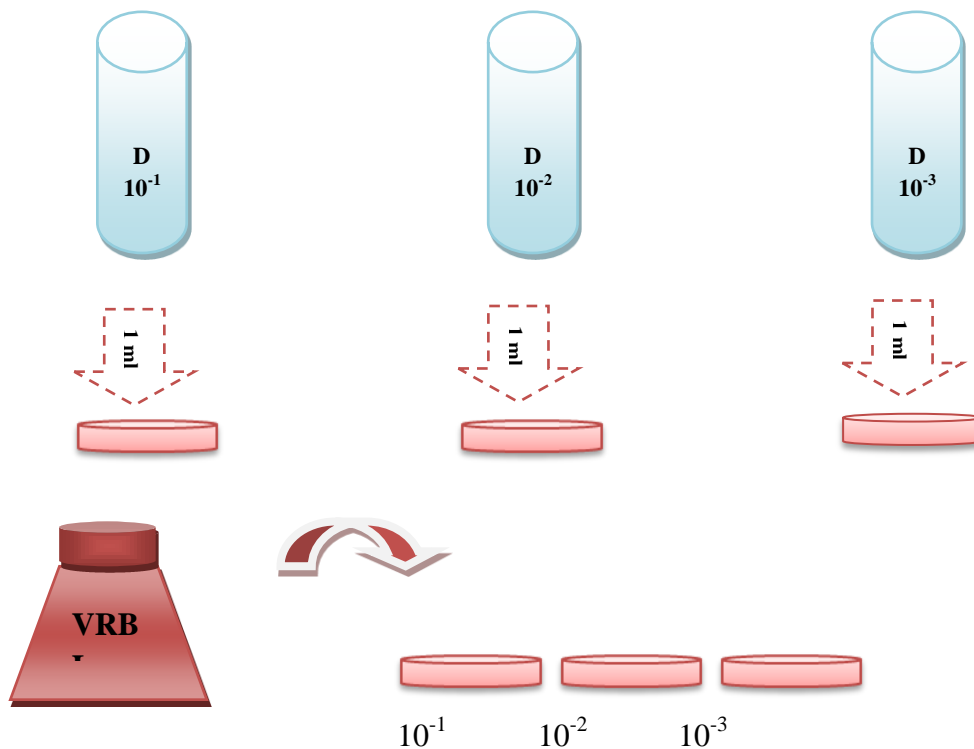
La norme NA 2691 (FIL 73 : 1974 ) Lait et produits laitiers - Dénombrement des bactéries coliformes - Méthode de référence.

#### Mode opératoire:

- A l'aide d'une pipette stérile, nous prélevons 1ml de chaque dilution:  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , mis dans des boîtes de pétri identifiées ;
- Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15ml du VRBL et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier
- incuber les boîtes à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures à 48 heures.

#### Lecture:

Dénombrement des colonies caractéristiques rouges ou violettes ayant poussé en profondeur.



Remarque : nous coulons les boîtes par 2 couches de VRBL

- Ajouter 1 ml de chaque dilution 15 ml de gélose VRBL,
- Laisser solidifier sur pailleasse,
- Incuber à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 24H.

-Dénombrement des colonies caractéristiques rouges ou violettes ayant poussé en profondeur.

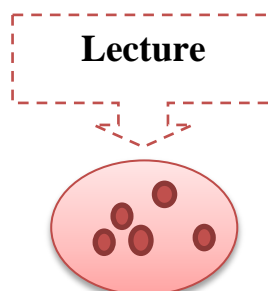


Figure 12: Recherche et dénombrement des coliformes totaux.

## Matériels et méthodes

---

### **Recherche et dénombrement des levures et moisissures :**

La norme **NA 5911 (ISO 6611)** Lait et produit laitiers – Dénombrement des unités formant colonie de Levures et/ ou moisissures –Comptage des colonies à 25°C.

#### **Mode opératoire :**

- A partir des dilutions décimales,  $10^{-2}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Sabouraud au Chloramphénicol.
- Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incubé à 25°C pendant 5 jours.

#### **Remarques importantes :**

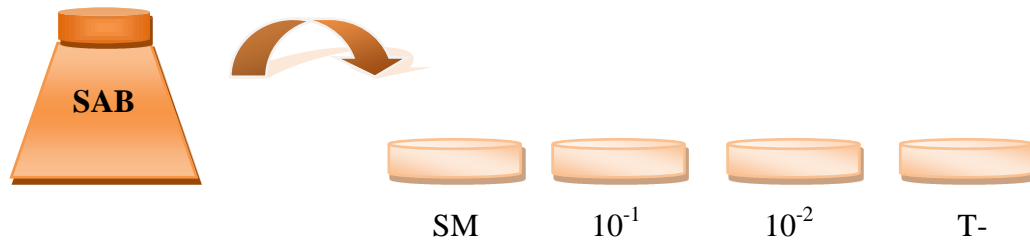
1. Incuber telle quelle, une boîte du milieu utilisé Sabouraud, sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.
2. Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par la boîte témoin milieu, si elle est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.

#### **Lecture:**

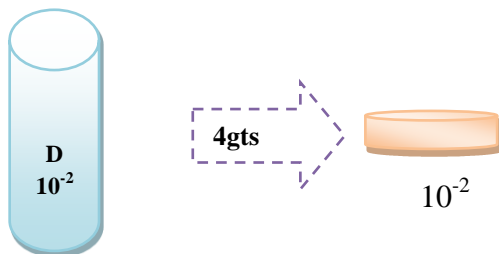
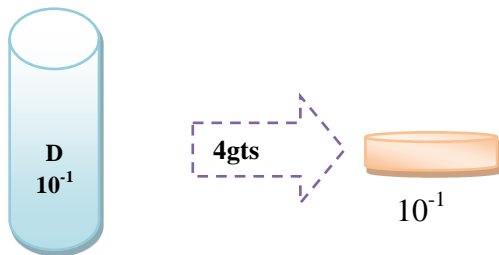
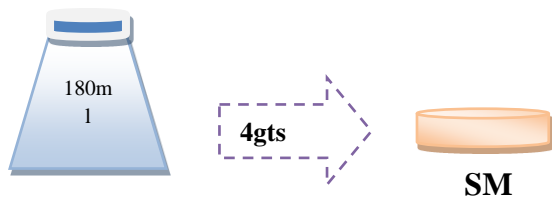
- Etant donné d'une part, qu'on a pris 4 gouttes des dilutions décimales,
- Etant donné d'autre part, qu'on considère que dans 1 ml, il y a 20 gouttes,
- Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.
- Par ailleurs, étant donné qu'on a travaillé avec des dilutions décimales, on doit multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique, puis exprimé le résultat final en ml de notre produit.



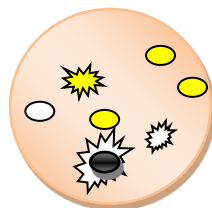
## Matériels et méthodes



- Laisser le milieu solidifier sur la paillasse stérile



- Laisser solidifier sur paillasse,
- Incuber à 25°C pendant 5 jours.



La lecture permet d'apprécier trois types de colonies:

- les levures dont l'aspect rappelle celui des colonies bactériennes. Elles sont rondes à contours réguliers, opaques, plates en surface et lenticulaires en profondeur;
- les moisissures souvent pigmentées, d'aspect velouté, plus ou moins pro-éminents.

Figure 13: Recherche et dénombrement des levures et moisissures

## Matériels et méthodes

---

Calculer le nombre N, de Levures à part et de Moisissures à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \Sigma c / 1.1 \times d$$

Ou :  $\Sigma c$  : est la somme des colonies comptées sur les deux boites retenues.

D : est le taux de dilution correspondant à la première dilution prise

Les chiffres trouvés sont multipliés par 10 pour revenir au ml réglementaire.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs.

### II-3-Analyses physicochimiques :

#### Détermination de potentiel d'hydrogène (PH) :

Le pH est le potentiel chimique des ions H<sup>+</sup> dans une solution .Il est mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

Le pH mètre est équipé d'une sonde de température et une sonde de PH .Cet équipement doit être étalonné chaque matin avant de commencer l'analyse.

#### Principe :

Le principe repose sur la différence de potentiel chimique existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-kcl) plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du PH de celle ci. Selon les lois de NERST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H<sup>+</sup>.

#### Appareillage :

- PH-mètre de paillasse.
- Bécher de 250 ml

#### Produits chimique :

- Solution tampon PH=07 (pour l'étalonnage)
- Solution tampon PH=04 (pour l'étalonnage)
- Solution saturé de kcl/Agcl (pour la conservation de la sonde du PH)

#### Mode opératoires :

- On plonge les deux sondes de température et PH à la fois dans l'échantillon à analyser; on attend jusqu'à la stabilité du PH et on lit la valeur affichée. (Annexe II)

#### Calcul et expression des resultats :

- le PH = valeur affichée sur le PH-mètre

## *Résultats et discussion*

## Résultats et discussion

---

### I- Résultats :

Les résultats sont exprimés sous formes des tableaux comportent les moyennes de tous les échantillons.

#### I-1- Résultats des analyses avant pasteurisation :

##### I-1-a- Résultats des analyses microbiologiques:

Les résultats d'analyses microbiologiques avant pasteurisation sont présents dans les tableaux suivants :

##### ➤ Les germes aérobies mésophiles :

**Tableau III : Evolution de la charge des germes totaux au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation**

Analyses Heurs	Germes aérobies mésophiles
J <sub>0</sub>	2.17*10 <sup>3</sup>
J+1	3.43*10 <sup>3</sup>
J+2	5.91*10 <sup>3</sup>
J+3	8.63*10 <sup>3</sup>

Les résultats sont exprimés en nombre de germes/ml du lait pour la flore d'altération. Sur le plan bactériologique, nous constatons la présence d'une flore microbienne globale abondante, dans notre mixe du yaourt.

Dans les échantillons prélevés du mixe du yaourt **avant pasteurisation**, nous voyons l'ensemble de la charge microbienne est en augmentation avec le temps qui est représentée par une ligne en progression.

✓ L'évolution de la **flore totale mésophile** dans les échantillons du mixe avant pasteurisation a montré une valeur moyenne qui est de :

- 2.17\*10<sup>3</sup> ufc/ml à J<sub>0</sub> d'entreposage à 9°C ;
- 3.43\*10<sup>3</sup> ufc/ml au bout de 24 heure d'entreposage à 9°C ;
- 5.91\*10<sup>3</sup> ufc/ml après 48H d'entreposage à 9°C ;
- 8.63\*10<sup>3</sup> ufc/ml après 72H d'entreposage à 9°C.

## Résultats et discussion

### ➤ Les coliformes totaux :

**Tableau IV: Evolution de la charge des coliformes totaux au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation**

Analyses Heurs	Coliformes totaux
J <sub>0</sub>	1.5*10 <sup>2</sup>
J+1	2.99*10 <sup>2</sup>
J+2	4.30*10 <sup>2</sup>
J+3	6.27*10 <sup>2</sup>

✓ Pour les **coliformes totaux**, eux aussi, leurs valeurs est en augmentation dans le mixe, nous trouvons une valeur moyenne de :

- 1.5\*10<sup>2</sup> ufc/ml à J<sub>0</sub> d'entreposage à 9°C ;
- 2.99\*10<sup>2</sup> ufc/ml au bout de 24H d'entreposage à 9°C ;
- 4.30\*10<sup>2</sup> ufc/ml au bout de 48H ; d'entreposage à 9°C.
- 6.27\*10<sup>2</sup> ufc/ml après 72H d'entreposage à 9°C.

### ➤ Les levures et les moisissures :

**Tableau V: Evolution de la charge des levures et des moisissures au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation**

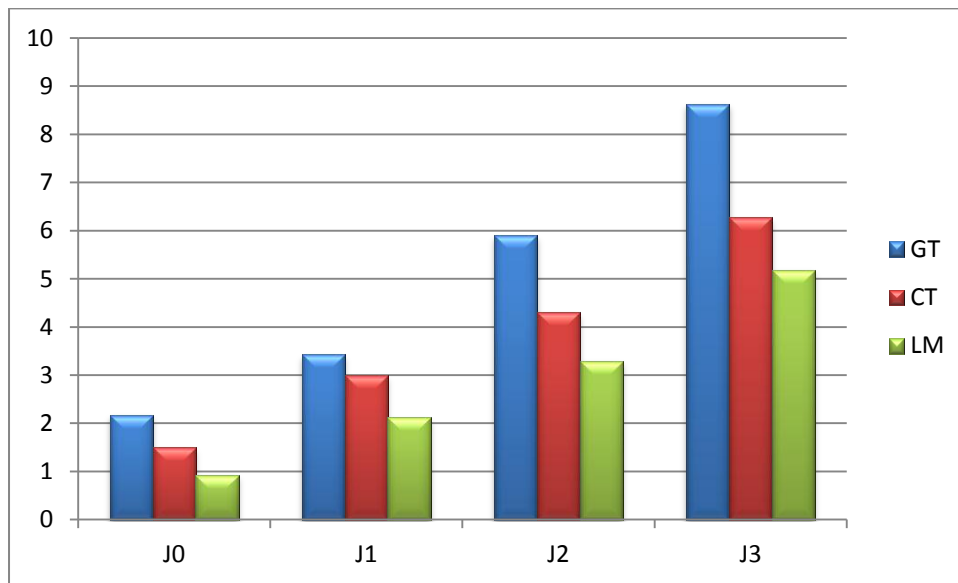
Analyses Heurs	Levures et moisissures
J <sub>0</sub>	0.93*10 <sup>2</sup>
J+1	2.12*10 <sup>2</sup>
J+2	3.3*10 <sup>2</sup>
J+3	5.18*10 <sup>2</sup>

✓ Concernant les **levures** et les **moisissures**, leur moyenne est de :

- 0.93\*10<sup>2</sup> ufc/ml à j<sub>0</sub> d'entreposage à 9°C ;
- 2.12\*10<sup>2</sup> ufc/ml après 24H d'entreposage à 9°C ;
- 3.3\*10<sup>2</sup> ufc/ml au bout de 48H d'entreposage à 9°C ;
- 5.18\*10<sup>2</sup> ufc/c au bout de 72H d'entreposage à 9°C.

❖ On peut exprimer ces résultats sous forme de graphe, le suivant :

## Résultats et discussion



**Figure14 : Evolution de la charge microbienne au cours du temps d'un mixe du yaourt avant pasteurisation.**

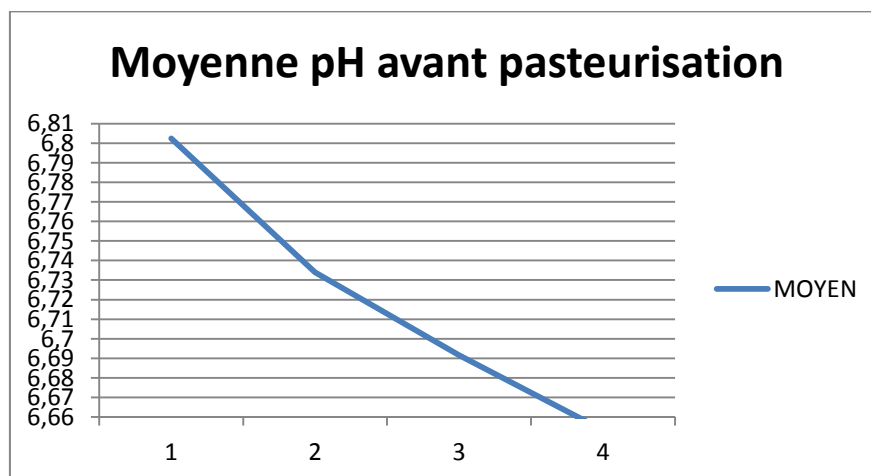
### I-1-b- Résultats de pH du produit non pasteurisé au cours du temps :

Les résultats du pH sont exprimés sous forme de tableau et de graphe suivants :

**Tableau VI : Evolution du pH au cours du temps de mixe de yaourt avant pasteurisation**

heurs	J <sub>0</sub>	J+1	J+2	J+3
Résultats pH	6.80	6.73	6.69	6.65

D'après nos résultats, nous remarquons qu'il y a une diminution dans les valeurs du **pH** en parallèle avec l'augmentation de la charge microbienne dans nos échantillons. Ces résultats nous permet donc de préciser l'intervalle du pH de notre mixe.



**Figure 15 : Résultats pH avant pasteurisation**

## Résultats et discussion

### I-2- Résultats des analyses après pasteurisation :

#### I-2-a- Résultats des analyses microbiologiques :

Les résultats d'analyses microbiologiques après pasteurisation sont présents dans le tableau suivant :

**Tableau VII : Evolution de la charge microbienne au cours du temps d'un mixe du yaourt après pasteurisation.**

Heurs \ Analyses	Germes aérobie mésophiles	Coliformes totaux	Levures & moisissures
24h	Abs	Abs	Abs
48h	Abs	Abs	Abs
72h	Abs	Abs	Abs
96h	Abs	Abs	Abs

Pour les échantillons du **mixe pasteurisé**, Les résultats concernant ce traitement ont semblé effectivement indiquer une amélioration de la qualité globale par l'élimination des bactéries recherchées (absence des germes dans la les échantillons).

- A l'exception des deux échantillons où nous observons l'apparition de quelques micro-organismes :

**Tableau VIII : Résultats des deux échantillons contaminés après pasteurisation.**

	Germes à rechercher	J1	J2	J3	J4
E6	FAM	0.2*10 <sup>2</sup>	0.5*10 <sup>2</sup>	1*10 <sup>2</sup>	2*10 <sup>2</sup>
	CT	1	2	2	3
	LM	2	3	5	10
E7	FAM	2	4	10	20
	CT	ABS	ABS	ABS	ABS
	LM	ABS	ABS	ABS	ABS

- Le reste des résultats sont mentionnés dans l'annexe II.

#### I-2-b-Résultats de pH du produit pasteurisé au cours du temps :

Les résultats du pH sont exprimés sous forme de tableau et de graph suivants :

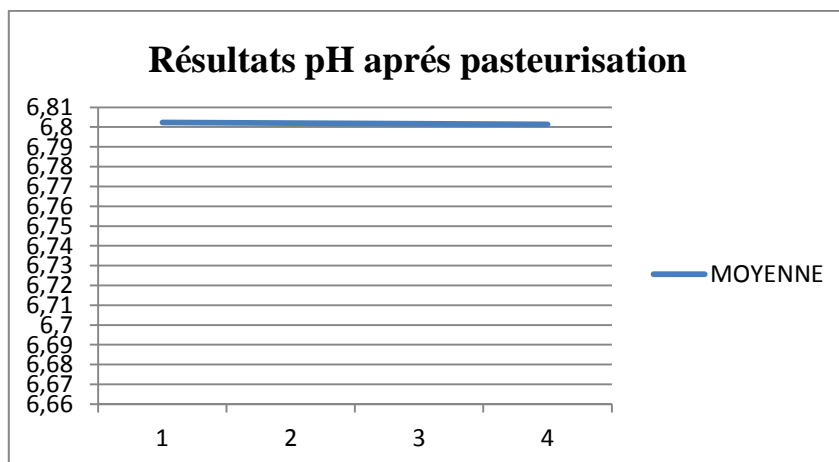
**Tableau IX : Evolution du pH au cours du temps de mixe de yaourt après pasteurisation**

heurs	24h	48h	72h	96h
pH	6,8023	6,8020	6,8016	6,8013

## Résultats et discussion

---

D'après les résultats du pH mentionnés ci-dessus, nous observons une stabilité du pH au cours du temps jusqu'à 96H, après une conservation du produit à 9°C.



**Figure16 : Evolution du pH au cours du temps de mixe de yaourt après pasteurisation**



## Résultats et discussion

---

### II-Discussion:

L'évaluation de la qualité microbiologique et physicochimiques du mixe du yaourt a abouti aux résultats suivants :

- Une présence importante des microorganismes dans notre produit non pasteurisé (mixe du yaourt avant pasteurisation)
- Alors qu'on trouve une absence totale de ces germes dans le mixe pasteurisé ce qui démontre l'efficacité de la pasteurisation **à l'exception** des deux échantillons dont lesquels nous avons trouvé l'apparition de quelques germes, cette contamination due a une mal pasteurisation ( un contact du produit avec l'eau de refroidissement, à cause d'une fuite au niveau des joints des plaques de refroidisseur).
- Dans notre travail, le pH du mixe varie entre 6,80 et 6,65 pour le non pasteurisé alors que ce dernier reste stable 6,8 pour le mixe pasteurisé.

Suite à cela nous avons établi certaines hypothèses liées à la contamination probable des matières entrant dans la composition du mixe a savoir :

- Le taux élevé de coliformes et autres microorganismes dans le mixe serait lié à un manque de bonne pratique d'hygiène corporelle, environnementale et sanitaire d'une part et, d'autre part, à l'eau et aux ustensiles utilisés lors de la fabrication du lait. Le nettoyage des ustensiles se fait donc avec de l'eau pas toujours potable.
- la contamination probable des matières premières entrant dans la constitution du mixe de yaourt à savoir la matière grasse, sucre, protéine...
- Le non respect du froid du le lait entrant dans la composition du mixe.

Une manipulation, le stockage et le transport du mixe sont des composantes fondamentales du système de maîtrise indispensable à la production de lait et de produits laitiers sûrs et salubres. Le contact avec l'équipement insalubre et des substances étrangères est une cause connue de contamination du lait. Une température excessive est réputée accroître la charge microbiologique du lait. **(FAO, 2008)**

Le mixe du yaourt (lait reconstitué) peut être contaminé par différents germes soit au moment de leur fabrication, ou bien à partir de la matière première avec laquelle on le fabrique (poudre de lait contaminée ou l'eau), comme elle peut provenir d'un manque d'hygiène. **(BONFOH B. et al. 2004)**

La flore mésophile aérobie nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique, elle est considérée comme le facteur déterminant la durée de conservation du lait frais .C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. **(Guinot-Thomas et al, 1995)**

L'absence de cette flore dans la plupart des échantillons après pasteurisation, nous indique qu'elle est éliminée par ce traitement ce qui prouve son efficacité. Les coliformes sont des micro-organismes d'altération. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité des matières premières utilisées, soit de la malpropreté du global du matériel de fabrication. **(LARPENT, 1997).**

## Résultats et discussion

---

**POUEME (2006)** constate que la recherche de ces germes (coliformes) au niveau industriel constitue un test de qualité hygiénique.

Les coliformes qui se présentent dans le mixe non pasteurisé sont presque tous éliminés dans le mixe pasteurisé ce qui met en évidence l'effet de la pasteurisation. La pasteurisation en vrac a été proposée par la Dairy Development Authority (DDA) pour améliorer la qualité par un traitement final. Les résultats concernant ce traitement ont semblé effectivement indiquer une amélioration de la qualité globale par l'élimination des bactéries. (**Asperger, 1993**)

L'existence des coliformes est un indicateur de mauvaise pratique hygiénique au cours de la manipulation du mixe. (**El-ziney et al, 2007**)

Par ailleurs, la présence de coliformes et autres microorganismes dans le mixe implique une possible contamination bactérienne aussi bien par les ustensiles que par l'eau utilisée pour le process. (**Chye et al, 2004**)

La pasteurisation élimine les levures et les moisissures dans le mixe pasteurisé. L'altération provoquée par les moisissures conduit à une modification de la qualité nutritionnelle et de la qualité organoleptique. Certaines moisissures arrivent même à produire des toxines. Les levures et les moisissures sont souvent présentes dans le sucre. (**Lamontagne, 2002**)

Selon **OCDE(2004)**, Il faut surveiller la qualité de l'eau, notamment celle qui est utilisée pour reconstituer le lait en cas d'utilisation de lait en poudre, mais également celle que l'on emploie pour le nettoyage. Elle constitue un vecteur potentiel de contamination microbienne ; les récipients sont pour la plupart lavés sans désinfection spécifique ; de ce fait, leurs surfaces internes constituent des nids pouvant abriter de nombreux germes pathogènes.

L'eau peut enfin être contaminée par les manipulateurs. En effet, une personne revenant des toilettes et reprenant le travail sans se laver correctement les mains est susceptible de contaminer l'eau ou les produits finis. Les germes souvent incriminés sont les coliformes fécaux, les entérocoques responsables généralement de toxi-infections. est une source potentielle de contamination par les germes. Il s'avère donc impératif de pasteuriser le lait reconstitué avant sa transformation afin de détruire ou réduire les germes pathogènes et d'altérations (végétatifs) présents dans le lait et l'eau. (**FAO, 2000**)

La composition et la qualité des matières premières, comme le lait en poudre, le sucre, ont un impact sur la qualité organoleptique du mixe.

Les sources de contamination microbienne sont essentiellement liées à l'état hygiénique des ustensiles (louches, spatules) employés dans le prélèvement du lait en poudre et des autres matières premières. Ces récipients peuvent abriter des germes pathogènes qui passeront dans la poudre de lait pendant le prélèvement. En outre, le manipulateur peut également contaminer le produit, par exemple en plongeant par inadvertance une bonne partie de sa main pour prélever le lait en poudre.. Si les conditions de stockage de ces matières premières ne sont pas bonnes, des germes tels que levures, moisissures et autres bactéries peuvent s'y développer. (**Jantel et al, 2008**)

## Résultats et discussion

---

La poudre de lait importée est souvent jugée de bonne qualité sanitaire. Une décontamination (due à *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, levures, moisissures, etc.) peut survenir par la suite, notamment lors de l'humidification au stockage et lors des manipulations. Comme nous l'avons souligné, la pasteurisation ne détruit pas totalement les micro-organismes. Plus la température est élevée, plus les risques, de développement microbien sont importants. **(FAO, 1995)**

Les personnes travaillant dans les unités laitières ou les visiteurs représentent une source majeure de contamination microbienne. De manière générale, les sources et les vecteurs de contaminations proviennent essentiellement :

-de l'état de santé du personnel, notamment les personnes en contact direct avec la matière première, pouvant être porteurs de micro-organismes notamment *coliformes* (infections intestinales, notamment après la pasteurisation. Les règles essentielles en matière d'hygiène ne sont pas toujours connues du personnel en contact avec le produit.

Par ailleurs, les équipements nécessaires à l'hygiène ne sont pas toujours disponibles au niveau de l'unité.

-Le personnel joue un rôle primordial pour la qualité des produits alimentaires. Un personnel formé à l'hygiène est un facteur déterminant pour la qualité. Inversement, s'il est peu formé ou peu attentif, il peut constituer une importante source de contamination par son état de santé, sa tenue vestimentaire ou par ses pratiques de travail. **(Institut de l'élevage, 2009)**

Le matériel et les locaux sont des sources importantes de micro-organismes s'ils ne sont pas soigneusement et périodiquement nettoyés et désinfectés.

Au cours du processus de transformation laitière, les zones de manipulation, les matériels en contact avec le lait gardent des traces de lait où les micro-organismes pourront se développer. Le nettoyage et la désinfection après chaque fabrication est indispensable.

L'hygiène des murs, plafonds, et des espaces de travail doit être permanente pour maîtriser la contamination issue de l'air ambiant, mais surtout des murs dégradés et des plafonds percés qui peuvent abriter des levures et moisissures **(Vierling, 2007)**

# *Conclusion*

# Conclusion

---

## CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

A travers notre étude, nous avons tenté de mettre en évidence l'effet de la pasteurisation sur la qualité du mixe du yaourt et en recherchant les moyens possibles afin de prolonger la durée du stockage du mixe. Pour ce fait nous avons procédé à l'analyse physico-chimique (mesure de pH) et microbiologique avant et après pasteurisation.

Concernant les échantillons où nous avons observé l'apparition de micro-organismes, nous pouvons dire que cette apparition est due à une contamination du mixe qui peut être à l'origine soit de la matière première, soit de l'eau, soit de manque d'hygiène.

Compte tenu de son utilisation final, la manipulation, le stockage et le transport du lait devraient être effectués de manière à éviter la contamination du mixe et à réduire au minimum tout accroissement de sa charge microbienne.

Donc les règles d'ordre générale à observer pour obtenir un mixe de bonne qualité microbienne sont les suivantes :

- L'utilisation de d'une eau traitée –potable- pour la manipulation, la transformation du lait et produits laitiers.
- Être vigilants sur l'origine des produits utilisés comme matière première et vérifier les informations sur l'étiquette, et/ou sur les certificats d'importation (notamment DLC, DLV et DLUO et nature de l'additif qui doit être autorisé par la réglementation et son utilisation indiquée sur l'étiquette du produit), ainsi que les conditions de stockage dans le lieu d'achat.
- Stocker les matières premières selon les normes en vigueur.
- Pour s'assurer les résultats microbiologique de la matière première et/ou le mixe, il est très important de se laver et désinfecter les mains et les outils de prélèvements.
- Veiller à l'hygiène des opérateurs.
- Surveiller l'état de santé du personnel.
- Aménager les locaux faciles à désinfecter.

De plus avant la pasteurisation le meilleure moyen pour prolonger la durée du stockage serait de garder le mixe à 4°C au lieu de 9°C habituellement utilisé pour limiter le développement d'éventuels micro-organismes. Malgré tout la durée ne pourrait être supérieure à 48-60h.

Pour le mixe pasteurisé respecter le couple temps- température. Il est recommandé d'appliquer le couple « 95°C pendant 5mn et 30s minutes ». Si le lait pasteurisé n'est pas transformé, le refroidir dans l'heure qui suit la pasteurisation et le conserver à 4°C. Également la durée du stockage ne peut pas aller au-delà de 96-120h.

# *Références bibliographiques*

- **Abdussalam. M ., Grossklaus ., D.** 1991. Les maladies d'origine alimentaires. Santé du monde OMS. [18-20].
- **Amiote.J., Fournier.S., Simpson. R., Paquin. P., Turgeon. H.** 2002. Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait **In Vignola. C.L**, Science et technologie du lait- Transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal. ISBN. [3-29].
- **Anonyme**, 2006, Manuel de transformation du lait.
- **Asperger H.**, 1993. Microbiology of pasteurized milk. *Bull. int. Dairy Fed.*, **281**: 14-16.
- **Avezard. C. L., Lablee. J.**1990. Laits et produits laitiers recombines. In LUQUEE. F.M. Laits et produits laitiers vache brebis chèvre. Tec& Doc. Lavoisier, Paris. [536-539].
- **Bergamaier.D.** 2002. Production d'hexopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhamnosus* RW-959 M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat. Université de Laval, Canada.
- **Bonfoh B. et al.**, 2004, Les sources de contamination du lait local et les méthodes d'amélioration de sa qualité microbiologique à Bamako (Mali), Etudes et recherches sahéliennes, N°8-9.
- **Brule G**, 2004 Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits– La filière laitière, Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France.8.
- **Bylund. G.** 1995. Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden.[18-23].
- **Carole. L., Vignola.** 2002. Science et technologie du lait : la transformation du lait. 29.
- **Cheftel. H.** 1977. Introduction à la Biochimie et à la technologie des aliments. Vol1. France : Ed. Tec & Doc. 381.
- **Chye FY, Abdullah A, Ayob MK**, 2004. Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*, 21: 535 – 541.
- **Claude Michel. J., Pouliot. M., Richard. J., Vallerand. D.** 2002. Lait de consommation **In VIGNOLA. C.L**, science et technologie du lait- Transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal, ISBN. 298.
- **Corthier G**, 2011. Bonnes bactéries et bonne santé. 99-100.
- **Courtin. P., Monnet. M., Rul. F.** 2002.Cell-wall proteinases PrtS and PrtB have a different role in *Streptococcus thermophilus/ Lactobacillus bulgaricus* mixed cultures in milk. *Microbiology*: 148. [3413-3421].
- **Debry. G.** 2001. Lait, nutrition et santé. Tec & Doc. Paris. 21.
- **Delarras Camille.** 2014. Pratique en Microbiologie de laboratoire : Recherche de bactéries et de levures- moisissures. 131.
- **Dieng. M.** 2001. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais Th. Méd . Vét.n° 10, Dakar, Sénégal. 111.
- **Doleyres. Y.** 2003. Production en conteneur du ferment lactique probiotique par la technologie des cellules immobilisées. Thèse Doctorat. Université de Laval. Québec. 167.

- **El-Ziney MG and AL-Turky AI**, 2007. Microbiological quality and safety assessment of camel milk (*Camelus dromedaries*) in Saud Arabia (Qassim region). *Applied Biology and Environmental Research*, 5(2): 115 – 122.
- **F.A.O.** 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. 271.
- **F.A.O.** 2000. Lait et produits laitiers. 2<sup>ème</sup> édition. 115- 116.
- **F.A.O.**, 2008. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 28 [en ligne] Accès internet <http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F00.htm#Contents>. (Page consultée le 12 Octobre 2009).
- **F.A.O.** 2010. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine – Lait de consommation. <http://www.horizon.documentation-ird.fr>
- **Fredot.** 2005. Connaissance des aliments: bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. France. Ed: Lavoisier. 397.
- **Gervoson P**, 2007. Les laits fermentés-vos aillés pour une meilleure santé, Esco news, pileje-37 quai de Grenelle-75015, Paris.3.
- **Guinot Thomas P., Ammouy M. & Laurent F., 1995**, Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *Int. Dairy J.*, 5, 211-223.
- **Guiraud. J.P., Rosec. J.P.** 2004. Pratique des normes en microbiologie alimentaire. **AFNOR**. France. 300.
- **Institut de l'élevage.** 2009. Traite des vaches laitières : matériel, installation, entretien. 1<sup>ère</sup> édition. 324-325.
- **ISO 9000/2005.** Systèmes de management de la qualité-principes essentiels et vocabulaire.
- **Jeantel. P., Croguennec. T., Schuck. P et Brule. G.** 2006. Science des aliments. Tome 1. France. Ed: Tec & Doc. 383.
- **Jeantel. P., Croguennec. T., Schuck. P et Brule. G.** 2007. Science des aliments. Tome 2. France. Ed: Tec & Doc. 456.
- **Jeantel. P., Croguennec. T., Schuck. P et Brule. G.** 2008. Les produits laitiers. 2<sup>ème</sup> édition. 177-178.
- **Journal Officiel de l'Union Européenne. 2005.**
- **Joseph- Pierre. G.** 2003. Microbiologie alimentaire. Paris. Ed: **DUNOD**. 651.
- **Kaci M. et Sassi Y, 2007.** Industrie laitière et des corps gras, Recueil des fiches sous sectorielles. EDPme. 44.
- **Koceir. E.A.** 2010. Manuel de travaux pratiques en di étique et nutrition humaine. Office des publication universitaire. Algerie. 108.
- **Lamontagne. M.** 2002. Produits laitiers fermentés. **In**: CAROL L. Science et technologie du lait. VIGNOLA. Québec : Ed. Presses internationales polytechnique. [443-469].
- **Lamoureux. L.** 2000. Exploitation de l'activité  $\beta$ -galactosidase de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Mémoire de Maitrise. Université de Laval. Canada.
- **Larousse 2014.**



- **Larpent. S.P.** 1997. Microbiologie alimentaire : Techniques de laboratoire. Ed : Tec & Doc. Lavoisier. Paris. 1072.
- **Lavoisier.**1991.
- **Vierling. E, Leyral. G.** 2007. Microbiologie et Toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaire. 4<sup>ème</sup> édition. 194-195.
- **Liegeois .V.** 2010. Les 100 aliments qui soignent. Paris: Ed. First editions-Grund.191.
- **Lorient. D et Cayot.P.** 2001. Les propriétés techno-fonctionnelles des protéines du lait In : BELLAMY M. Les protéines laitières intérêts technologiques et nutritionnels. Arilait recherches. Paris. [21-28].
- **Luquet. F.M.** 1986. Lait et produits laitiers : vaches, brebis, chèvres. Tome 3. France : Ed. Tec & Doc, 446.
- **Luquet. F.M et Corrieu. G .**2005. Bactéries lactiques et probiotiques . Paris : Ed. Tec & Doc, 307.
- **Mahaut. M., Jeantel. R., Brule. G., Schuck. P.** 2000. Les produits industriels laitiers. Paris. Ed : Tec & Doc. 178.
- **Marty-teyssset. C., De La Torre. F., Garel. J.R.** 2000. Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* upon aeration: Involvement- Applied and Environmental Microbiology: 66. [262-267].
- **Ministère du commerce 1998.**
- **Ministère de l'agriculture et de la pêche 20 Juillet 1998 Arrêté fixant les conditions techniques et hygiéniques applicables au transport des aliments.**
- **Ngounou. C., Ndjouenkeu. R., Mbofung. F., Noubi. I.** 2003. Mise en évidence de la biodisponibilité de Calcium et du Magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolées du lait caillé du Zébu. Journal of Food Engineering : 57. [301-307].
- **OCDE.** 2004. Agriculture, échanges et environnement. Secteur laitier. 41.
- **Ongol. M.P., Swatari. Y., Ebina. Y., Sone. T., Tanaka. M., Tomita. F., Yokota. A., Asano. K.** 2007. Yogurt fermented by *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* H<sup>+</sup>-ATPase- defective, mutans rhibits enhanced viability of bifidobacterium breve during stockage. [14-18].
- **Pfiffner. A.** 2009. Lait en poudre. [http : www.hls-dhs-dss.ch/textes](http://www.hls-dhs-dss.ch/textes).
- **Poueme N.R.S, 2006.**Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. Thèse : Méd.Vét. : Dakar ; 23
- **Roudaut. H et Lefrancq.** 2005. Alimentation théorique. L'évaluation sensorielle un outil pour le contrôle de laqualité des produits alimentaires. Doin, France. <http://www.saveur de l'année.com>.
- **Roussel. Y., Pebay. M., Guedon., Simonet. J.P and Decarism. B.** 1994. Physical and genetic map of *Streptococcus thermophilus* AO54. Journal of Bacteriology: 176 (24). [7413-7422].
- **Singh, H, 2004.** Heat Stability of milk. International Journal of Dairy Technology 57(2-3), 111-119.
- **Vierling.E.** 2008. Aliments et Boissons: filières et produits. 68.

- **Yildiz.F.** 2010. Development and manufacture of yogurt and other dairy products. CRC Process Taylor et Francis Group, USA. 435.
- **Zagorec. M., Christian. S.** 2013. Flores protectrices pour la conservation des aliments. 52.

# *Annexes*

## ANNEXE I

### **Matériels utilisés :**

Autoclave

Bain marie

Bec bunsen

Becher

Boîtes de pétri

Etuves à 25°C, 30°C

Flacons en verre stérile de 180ml

Flambeau

pH mètre

Papier aluminium

Pipettes pasteur

Tubes à essai

Réfrigérateur

Vortex

### **Milieux de culture :**

Bouillon Tryptone Sel Eau (TSE)

Gélose Sabouraud

Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL)

PCA (Plate Count Agar)

### **La composition des géloses utilisées :**

- **VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)**

Extrait de levure	3g
Peptone	7g
Sels biliaires	1,2g
Lactose	10g
Chlorure de Sodium	5g
Agar	12g
Rouge neutre	0,03g
Violet cristal	0,002g
PH	7,4 ± 0,2

- **PCA (Plate Count Agar)**

Tryptone	5g
Dextrose	1g
Extrait de levure	2,5g
Agar	12g
PH	7,0 ± 0,2

- **SABOURAUD**

Peptone	10g
Glucose massé	20g
Agar	15g
Eau distillée	1000ml
Vitamines et facteurs de croissance	
PH	6,0

## Annexe II

Analyses	Flore aérobie mésophile				Coliformes totaux				Levures - Moisissures			
	J0	J+1	J+2	J+3	J0	J+1	J+2	J+3	J0	J+1	J+2	J+3
E1	1,5*10 <sup>3</sup>	1,8*10 <sup>3</sup>	2,3*10 <sup>3</sup>	7,7*10 <sup>3</sup>	0,5*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2*10 <sup>2</sup>	2,8*10 <sup>2</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	2,0*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>	4,8*10 <sup>2</sup>
E2	3*10 <sup>3</sup>	5*10 <sup>3</sup>	7*10 <sup>3</sup>	10*10 <sup>3</sup>	4,7*10 <sup>2</sup>	6,4*10 <sup>2</sup>	8,2*10 <sup>2</sup>	11*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>	4,0*10 <sup>2</sup>	6,0*10 <sup>2</sup>
E3	2,2*10 <sup>3</sup>	3,1*10 <sup>3</sup>	4,2*10 <sup>3</sup>	6,5*10 <sup>3</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	1,6*10 <sup>2</sup>	2,5*10 <sup>2</sup>	1*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	5,6*10 <sup>2</sup>
E4	1*10 <sup>3</sup>	1,6*10 <sup>3</sup>	2,1*10 <sup>3</sup>	6,9*10 <sup>3</sup>	0,8*10 <sup>2</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	1,6*10 <sup>2</sup>	2,4*10 <sup>2</sup>	0,5*10 <sup>2</sup>	1,3*10 <sup>2</sup>	1,7*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>
E5	1,8*10 <sup>3</sup>	3,5*10 <sup>3</sup>	6,2*10 <sup>3</sup>	8,2*10 <sup>3</sup>	1,1*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	3,8*10 <sup>2</sup>	4,7*10 <sup>2</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	0,8*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	3,5*10 <sup>2</sup>
E6	7,2*10 <sup>3</sup>	9,4*10 <sup>3</sup>	12,0*10 <sup>3</sup>	15,1*10 <sup>3</sup>	6,0*10 <sup>2</sup>	8,5*10 <sup>2</sup>	10,2*10 <sup>2</sup>	11,3*10 <sup>2</sup>	3,1*10 <sup>2</sup>	5,2*10 <sup>2</sup>	7,0*10 <sup>2</sup>	8,3*10 <sup>2</sup>
E7	0,9*10 <sup>3</sup>	1,5*10 <sup>3</sup>	2,1*10 <sup>3</sup>	7,2*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	2,4*10 <sup>2</sup>	3,5*10 <sup>2</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	2,5*10 <sup>2</sup>	3,9*10 <sup>2</sup>
E8	0,5*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>	2*10 <sup>3</sup>	4,2*10 <sup>3</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	3,8*10 <sup>2</sup>	5,1*10 <sup>2</sup>	6,8*10 <sup>2</sup>	0,7*10 <sup>2</sup>	1,9*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>
E9	3,5*10 <sup>3</sup>	5,9*10 <sup>3</sup>	8,1*10 <sup>3</sup>	10*10 <sup>3</sup>	2,8*10 <sup>2</sup>	4,4*10 <sup>2</sup>	5,2*10 <sup>2</sup>	7,8*10 <sup>2</sup>	1,1*10 <sup>2</sup>	2,5*10 <sup>2</sup>	5,4*10 <sup>2</sup>	7,9*10 <sup>2</sup>
E10	1,6*10 <sup>3</sup>	3,3*10 <sup>3</sup>	5,9*10 <sup>3</sup>	8,9*10 <sup>3</sup>	1,3*10 <sup>2</sup>	2,2*10 <sup>2</sup>	2,8*10 <sup>2</sup>	3,2*10 <sup>2</sup>	0,4*10 <sup>2</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	4,5*10 <sup>2</sup>
E11	5,6*10 <sup>3</sup>	7,1*10 <sup>3</sup>	9,8*10 <sup>3</sup>	10,1*10 <sup>3</sup>	7,3*10 <sup>2</sup>	9,5*10 <sup>2</sup>	12,2*10 <sup>2</sup>	13,4*10 <sup>2</sup>	2,5*10 <sup>2</sup>	4,4*10 <sup>2</sup>	6,8*10 <sup>2</sup>	7,8*10 <sup>2</sup>
E12	3,1*10 <sup>3</sup>	4,7*10 <sup>3</sup>	7,2*10 <sup>3</sup>	9,5*10 <sup>3</sup>	0,7*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	3,3*10 <sup>2</sup>	5,2*10 <sup>2</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	2,2*10 <sup>2</sup>	3,8*10 <sup>2</sup>	7,5*10 <sup>2</sup>
E13	0,8*10 <sup>3</sup>	1,1*10 <sup>3</sup>	2,9*10 <sup>3</sup>	4,2*10 <sup>3</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2,4*10 <sup>2</sup>	4,5*10 <sup>2</sup>	7,3*10 <sup>2</sup>	0,6*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	2,7*10 <sup>2</sup>	3,4*10 <sup>2</sup>
E14	1,2*10 <sup>3</sup>	2,1*10 <sup>3</sup>	5,1*10 <sup>3</sup>	7,4*10 <sup>3</sup>	0,5*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	5,0*10 <sup>2</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	1,4*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>	6,7*10 <sup>2</sup>
E15	2,1*10 <sup>3</sup>	3,6*10 <sup>3</sup>	5,7*10 <sup>3</sup>	8,3*10 <sup>3</sup>	2,5*10 <sup>2</sup>	4,2*10 <sup>2</sup>	6,4*10 <sup>2</sup>	7,8*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	4,1*10 <sup>2</sup>	5,9*10 <sup>2</sup>
E16	5,6*10 <sup>3</sup>	7*10 <sup>3</sup>	9,1*10 <sup>3</sup>	12*10 <sup>3</sup>	0,7*10 <sup>2</sup>	1,3*10 <sup>2</sup>	2,0*10 <sup>2</sup>	4,2*10 <sup>2</sup>	2,9*10 <sup>2</sup>	4,2*10 <sup>2</sup>	6,1*10 <sup>2</sup>	7,2*10 <sup>2</sup>
E17	2,9*10 <sup>3</sup>	4,5*10 <sup>3</sup>	6,1*10 <sup>3</sup>	7,8*10 <sup>3</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	3,4*10 <sup>2</sup>	4,7*10 <sup>2</sup>	0,4*10 <sup>2</sup>	1,6*10 <sup>2</sup>	2,9*10 <sup>2</sup>	6,6*10 <sup>2</sup>
E18	0,8*10 <sup>3</sup>	1,3*10 <sup>3</sup>	5,1*10 <sup>3</sup>	7,1*10 <sup>3</sup>	0,5*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	3,4*10 <sup>2</sup>	4,8*10 <sup>2</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2,7*10 <sup>2</sup>	3,2*10 <sup>2</sup>
E19	1,1*10 <sup>3</sup>	2,1*10 <sup>3</sup>	7,2*10 <sup>3</sup>	8,9*10 <sup>3</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	3,6*10 <sup>2</sup>	5,8*10 <sup>2</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	1,1*10 <sup>2</sup>	3,1*10 <sup>2</sup>	4,0*10 <sup>2</sup>
E20	3,3*10 <sup>3</sup>	5,4*10 <sup>3</sup>	8,8*10 <sup>3</sup>	11*10 <sup>3</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	5,7*10 <sup>2</sup>	8,5*10 <sup>2</sup>	0,6*10 <sup>2</sup>	2,0*10 <sup>2</sup>	4,4*10 <sup>2</sup>	5,6*10 <sup>2</sup>
E21	0,9*10 <sup>3</sup>	1,7*10 <sup>3</sup>	5,5*10 <sup>3</sup>	7,8*10 <sup>3</sup>	0,6*10 <sup>2</sup>	1,7*10 <sup>2</sup>	3,9*10 <sup>2</sup>	6,1*10 <sup>2</sup>	0,3*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	3,7*10 <sup>2</sup>	4,0*10 <sup>2</sup>
E22	1,3*10 <sup>3</sup>	2,7*10 <sup>3</sup>	6,3*10 <sup>3</sup>	8,9*10 <sup>3</sup>	1,1*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	3,5*10 <sup>2</sup>	4,9*10 <sup>2</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	1,6*10 <sup>2</sup>	3,9*10 <sup>2</sup>
E23	1,4*10 <sup>3</sup>	3*10 <sup>3</sup>	4,4*10 <sup>3</sup>	9*10 <sup>3</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	2,9*10 <sup>2</sup>	4,4*10 <sup>2</sup>	0,4*10 <sup>2</sup>	1,3*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	3,3*10 <sup>2</sup>
E24	0,9*10 <sup>3</sup>	1,5*10 <sup>3</sup>	3,7*10 <sup>3</sup>	7,7*10 <sup>3</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	0,7*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	3,8*10 <sup>2</sup>	0,7*10 <sup>2</sup>	1,7*10 <sup>2</sup>	2,2*10 <sup>2</sup>	3,1*10 <sup>2</sup>
E25	1,5*10 <sup>3</sup>	2,8*10 <sup>3</sup>	6*10 <sup>3</sup>	10,1*10 <sup>3</sup>	0,7*10 <sup>2</sup>	2,0*10 <sup>2</sup>	3,7*10 <sup>2</sup>	7,8*10 <sup>2</sup>	0,8*10 <sup>2</sup>	1,9*10 <sup>2</sup>	3,2*10 <sup>2</sup>	5,1*10 <sup>2</sup>
E26	3,4*10 <sup>3</sup>	5,1*10 <sup>3</sup>	7,2*10 <sup>3</sup>	7,7*10 <sup>3</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	2,8*10 <sup>2</sup>	3,5*10 <sup>2</sup>	5,3*10 <sup>2</sup>	1,1*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	3,4*10 <sup>2</sup>	4,3*10 <sup>2</sup>
E27	2,3*10 <sup>3</sup>	4,2*10 <sup>3</sup>	6,7*10 <sup>3</sup>	9,8*10 <sup>3</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	4,5*10 <sup>2</sup>	7,2*10 <sup>2</sup>	9,8*10 <sup>2</sup>	1,3*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>	5,4*10 <sup>2</sup>	8,6*10 <sup>2</sup>
E28	1,3*10 <sup>3</sup>	2,2*10 <sup>3</sup>	4,9*10 <sup>3</sup>	8,2*10 <sup>3</sup>	1*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>2</sup>	5,6*10 <sup>2</sup>	8,9*10 <sup>2</sup>	1*10 <sup>2</sup>	2,4*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>	4,6*10 <sup>2</sup>
E29	0,9*10 <sup>3</sup>	1,3*10 <sup>3</sup>	6*10 <sup>3</sup>	9,3*10 <sup>3</sup>	0,8*10 <sup>2</sup>	1,9*10 <sup>2</sup>	2,7*10 <sup>2</sup>	5,6*10 <sup>2</sup>	0,9*10 <sup>2</sup>	1,7*10 <sup>2</sup>	2,4*10 <sup>2</sup>	5,8*10 <sup>2</sup>
E30	1,6*10 <sup>3</sup>	3,4*10 <sup>3</sup>	7,8*10 <sup>3</sup>	9,6*10 <sup>3</sup>	2,1*10 <sup>2</sup>	3,9*10 <sup>2</sup>	4,6*10 <sup>2</sup>	8,9*10 <sup>2</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>	3,8*10 <sup>2</sup>	5,0*10 <sup>2</sup>
moyen	2,17*10 <sup>3</sup>	3,43*10 <sup>3</sup>	5,91*10 <sup>3</sup>	8,63*10 <sup>3</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	2,99*10 <sup>2</sup>	4,30*10 <sup>2</sup>	6,27*10 <sup>2</sup>	0,93*10 <sup>2</sup>	2,12*10 <sup>2</sup>	3,3*10 <sup>2</sup>	5,18*10 <sup>2</sup>

**Résultats de la charge microbienne du mixe de yaourt non pasteurisé au cours du temps**

	j0	j2	j3	j4
E1	6,9	6,89	6,87	6,82
E2	6,73	6,66	6,5	6,42
E3	6,81	6,8	6,79	6,78
E4	6,92	6,84	6,8	6,76
E5	6,78	6,71	6,6	6,5
E6	6,55	5,3	4,96	4,58
E7	6,93	6,9	6,87	6,85
E8	6,98	6,95	6,92	6,91
E9	6,7	6,69	6,65	6,6
E10	6,8	6,75	6,71	6,69
E11	6,6	6,59	6,59	6,57
E12	6,63	6,63	6,62	6,6
E13	6,7	6,68	6,67	6,66
E14	6,89	6,87	6,85	6,82
E15	6,77	6,69	6,6	6,58
E16	6,69	6,7	6,73	6,74
E17	6,75	6,75	6,77	6,79
E18	6,96	6,97	6,98	6,99
E19	6,86	6,82	6,78	6,74
E20	6,71	6,69	6,67	6,65
E21	6,91	6,82	6,67	6,55
E22	6,84	6,81	6,79	6,77
E23	6,82	6,81	6,8	6,78
E24	6,94	6,92	6,9	6,89
E25	6,83	6,81	6,78	6,76
E26	6,72	6,7	6,68	6,66
E27	6,76	6,75	6,73	6,71
E28	6,85	6,83	6,81	6,8
E29	6,95	6,92	6,9	6,89
E30	6,79	6,77	6,76	6,74
MOYEN	6,80233333	6,734	6,69166667	6,65333333

**Résultats du pH du mixe de yaourt avant pasteurisation**

analyse	Flore aerobie mesophile				coliforme totaux				levure moisissure				
	Temps	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h
E1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E4	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E5	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E6	0,2*10 <sup>2</sup>	0,5*10 <sup>2</sup>	1*10 <sup>2</sup>	2*10 <sup>2</sup>	1	2	2	3	2	3	5	10	
E7	2	4	10	20	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E8	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E9	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E10	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E11	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E12	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E13	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E14	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E15	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E16	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E17	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E18	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E19	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E20	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E21	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E22	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E23	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E24	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E25	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E26	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E27	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E28	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E29	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
E30	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Moyenne	0,83	1,96	3,9	7,6	0,03	0,06	0,06	0,1	0,06	0,1	0,16	0,33	

### Résultats de la charge microbienne du mixe pasteurisé



	<b>Après pasteurisation</b>			
	<b>J0</b>	<b>J+1</b>	<b>J+2</b>	<b>J+3</b>
<b>E1</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>
<b>E2</b>	<b>6,73</b>	<b>6,73</b>	<b>6,73</b>	<b>6,73</b>
<b>E3</b>	<b>6,81</b>	<b>6,81</b>	<b>6,81</b>	<b>6,81</b>
<b>E4</b>	<b>6,92</b>	<b>6,92</b>	<b>6,92</b>	<b>6,92</b>
<b>E5</b>	<b>6,78</b>	<b>6,78</b>	<b>6,78</b>	<b>6,78</b>
<b>E6</b>	<b>6,55</b>	<b>6,55</b>	<b>6,55</b>	<b>6,55</b>
<b>E7</b>	<b>6,93</b>	<b>6,93</b>	<b>6,93</b>	<b>6,93</b>
<b>E8</b>	<b>6,98</b>	<b>6,98</b>	<b>6,98</b>	<b>6,98</b>
<b>E9</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>
<b>E10</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>
<b>E11</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>
<b>E12</b>	<b>6,63</b>	<b>6,63</b>	<b>6,63</b>	<b>6,63</b>
<b>E13</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>
<b>E14</b>	<b>6,89</b>	<b>6,89</b>	<b>6,89</b>	<b>6,89</b>
<b>E15</b>	<b>6,77</b>	<b>6,77</b>	<b>6,77</b>	<b>6,77</b>
<b>E16</b>	<b>6,69</b>	<b>6,69</b>	<b>6,69</b>	<b>6,69</b>
<b>E17</b>	<b>6,75</b>	<b>6,75</b>	<b>6,75</b>	<b>6,75</b>
<b>E18</b>	<b>6,96</b>	<b>6,96</b>	<b>6,96</b>	<b>6,96</b>
<b>E19</b>	<b>6,86</b>	<b>6,86</b>	<b>6,86</b>	<b>6,86</b>
<b>E20</b>	<b>6,71</b>	<b>6,71</b>	<b>6,71</b>	<b>6,71</b>
<b>E21</b>	<b>6,91</b>	<b>6,91</b>	<b>6,91</b>	<b>6,91</b>
<b>E22</b>	<b>6,84</b>	<b>6,84</b>	<b>6,84</b>	<b>6,84</b>
<b>E23</b>	<b>6,82</b>	<b>6,82</b>	<b>6,82</b>	<b>6,82</b>
<b>E24</b>	<b>6,94</b>	<b>6,94</b>	<b>6,94</b>	<b>6,94</b>
<b>E25</b>	<b>6,83</b>	<b>6,83</b>	<b>6,83</b>	<b>6,82</b>
<b>E26</b>	<b>6,72</b>	<b>6,72</b>	<b>6,72</b>	<b>6,72</b>
<b>E27</b>	<b>6,76</b>	<b>6,75</b>	<b>6,75</b>	<b>6,75</b>
<b>E28</b>	<b>6,85</b>	<b>6,85</b>	<b>6,84</b>	<b>6,84</b>
<b>E29</b>	<b>6,95</b>	<b>6,95</b>	<b>6,95</b>	<b>6,95</b>
<b>E30</b>	<b>6,79</b>	<b>6,79</b>	<b>6,79</b>	<b>6,79</b>
<b>MOYENNE</b>	<b>6,80233333</b>	<b>6,802</b>	<b>6,80166667</b>	<b>6,80133333</b>

**Résultats de pH du mixe pasteurisé**

### Annexes III



**Bain marie**



**Paillasse**



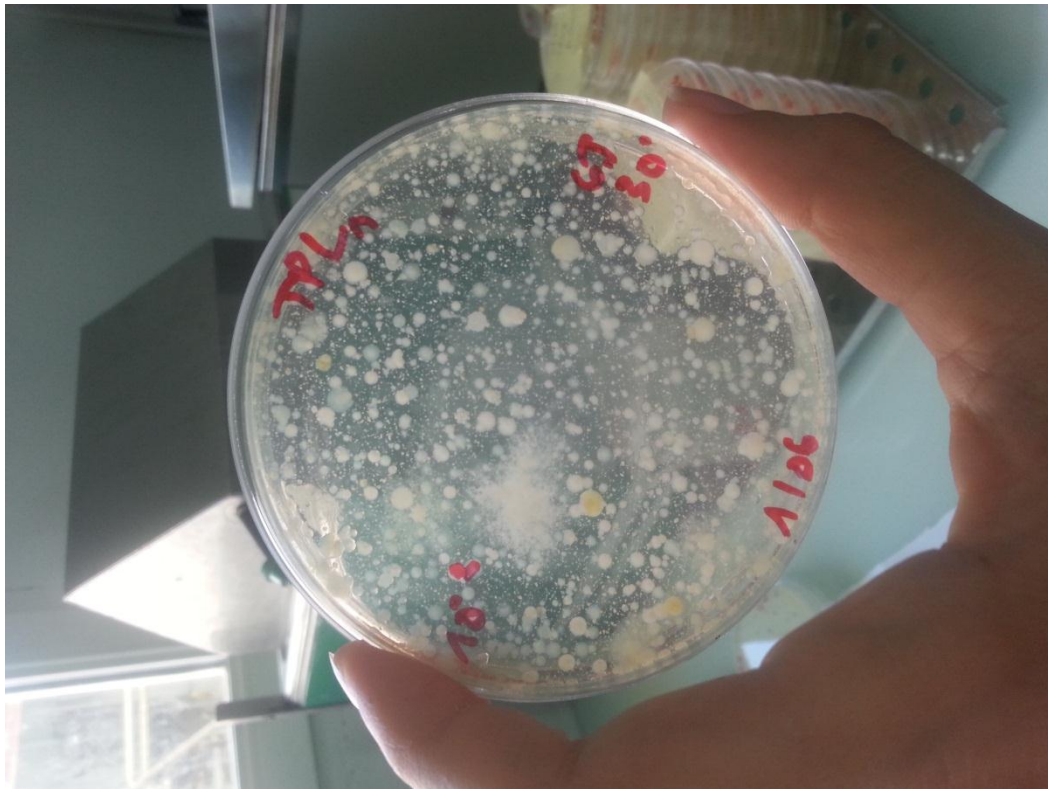
**étuve 30°C**



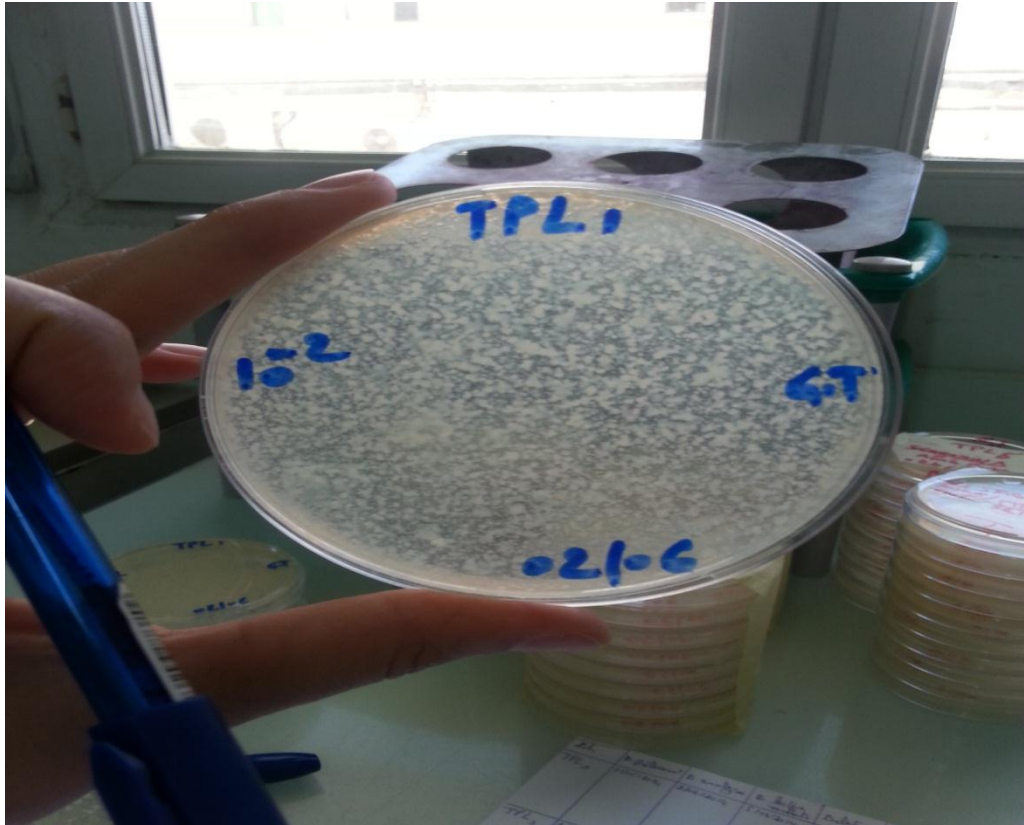
**Paillasse**



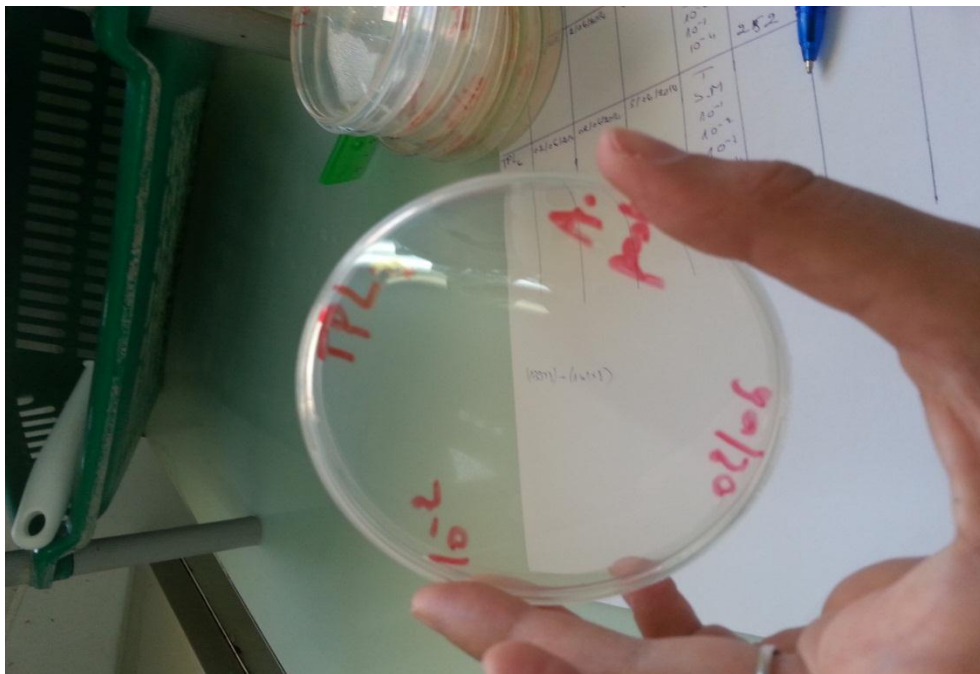
**Résultat levures & moisissure avant pasteurisation**



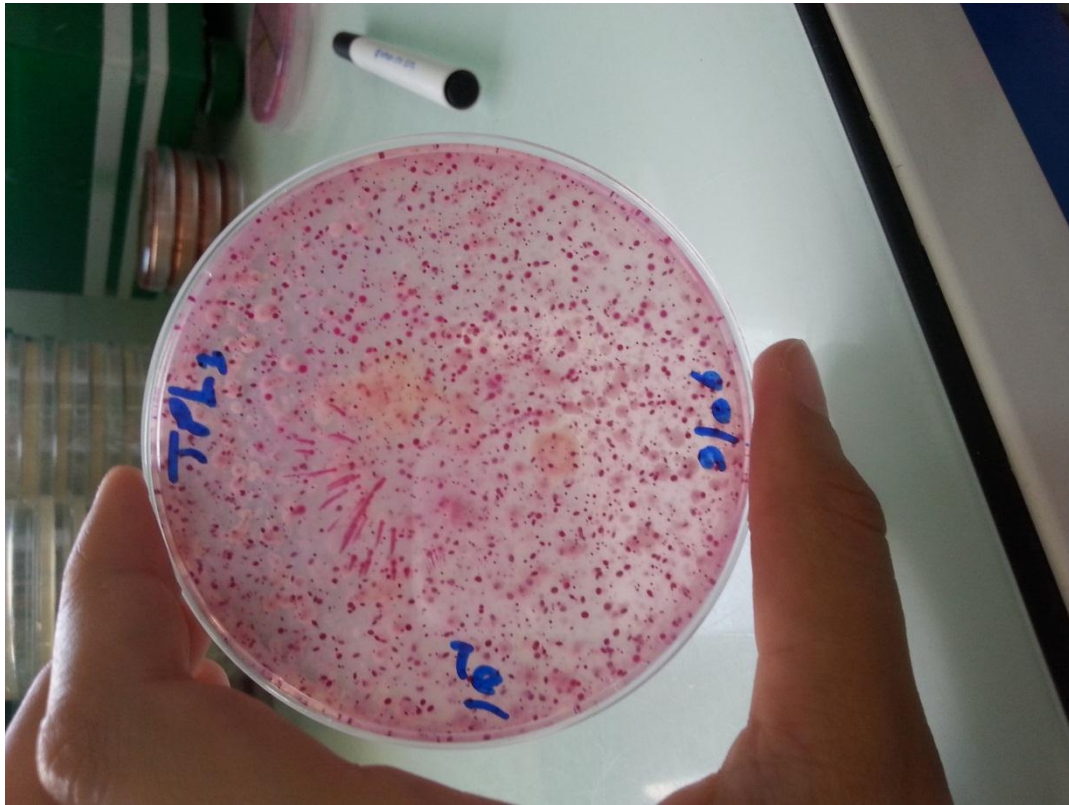
**Résultat FAMT avant pasteurisation**



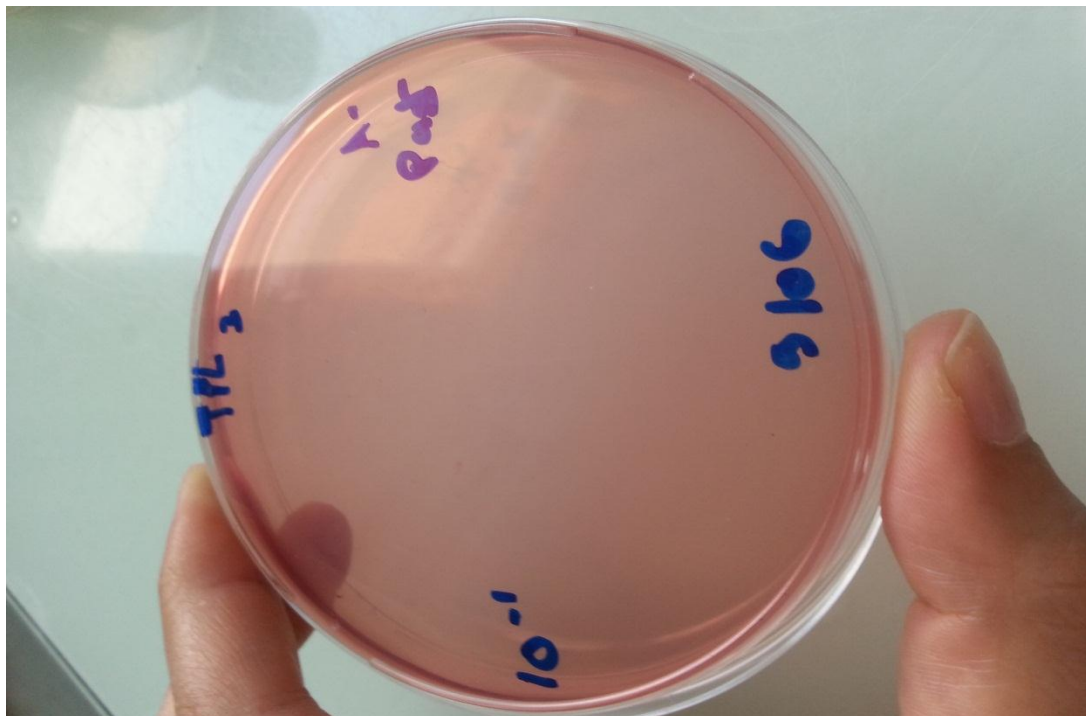
**Résultat avant pasteurisation**



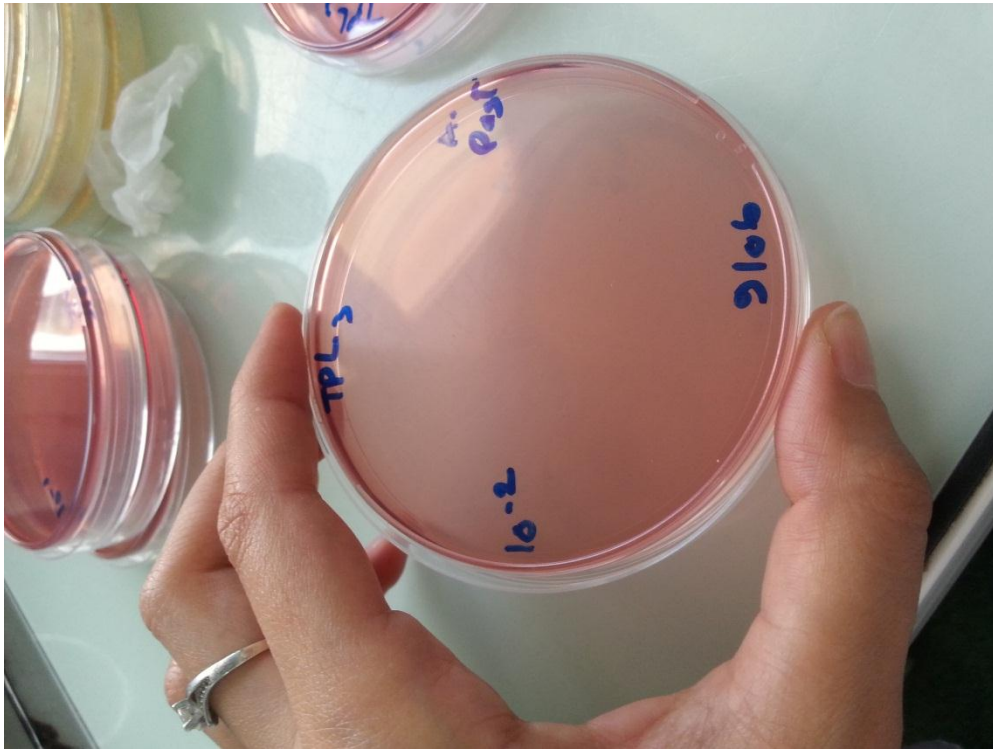
**Résultat après pasteurisation**



**Résultat coliformes totaux avant pasteurisation**



**Résultat coliformes totaux après pasteurisation**



**Résultat coliformes totaux après pasteurisation**



**Résultat coliformes totaux avant pasteurisation**



**Tank de préparation laitière (TPL)**



**Les échantillons du mixe**





**pH mètre**