

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2018

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER**

**Domaine : SNV**      **Filière : Sciences Biologiques**  
**Spécialité : Biotechnologie Microbienne**

**Présenté par :**

*HAMLAT Amel & BOUKHERBAB Imane*

**Thème**

*Evaluation de la qualité d'un yaourt étuvé aromatisé produit  
au sein de la laiterie RAMDY*

**Soutenu le : 01/07/2018**

**Devant le jury composé de :**

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. ADRAR Nabil</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme. MEDBOUA Chafiaa</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>M. RAI Abdelwahab</i>	<i>MAB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinateur</i>

**Année Universitaire : 2017/2018**

## *Remerciement*

*Nous remercions en premier lieu, le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la santé, la force, le courage nécessaires et toute la patience pour réaliser ce modeste travail.*

*Un immense remerciement à notre encadreur **Mme. MEDBOUA**, pour l'honneur qu'elle nous a fait de nous encadrer, pour ses précieux conseils, ses orientations, sa disponibilité et son encouragement.*

*Nos gratitudes se dirigent également vers les membres de jury, le président **Mr. ADRAR** et l'examineur **Mr. RAI** qui ont bien voulu donné de leur temps pour examiner ce travail.*

*Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à **Mr le PDG de SARL RAMDY** pour son accueil au sein de son entreprise, et aussi tout le personnel et les responsables du laboratoire **RAMDY** pour leurs entières disponibilités et coopération lors de la réalisation de cette présente étude.*

*Enfin, à tous ceux et celles qui nous ont aidés de près ou de loin, qu'ils trouvent ici toutes notre sympathie et notre profonde gratitude.*

## *Dédicace*

✿ *Je dédie ce travail à ...* ✍

*Mes très chers parents,*

*Pour leurs soutiens, leurs encouragements, leurs sacrifices,  
Eux qui m'ont guidé durant toutes mes années d'étude vers le chemin de la  
réussite « Papa, Maman, merci pour tout ».*

*Mon frère, Ma sœur.*

*Mes oncles, tantes, cousines, cousins paternels et maternels.*

*Ma deuxième famille qui sont mes amies surtout Assia, Warda, Célia, Ahlam.*

*Merci à vous d'être dans ma vie.*

*Amel*

# *Dédicace*

*C'est avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, je dédie ce modeste travail à mes très chers, respectueux et magnifiques parents qui m'ont soutenue tout au long de ma vie.*

*Ainsi à mes sœurs (Louiza - Fazia, Amel et leurs petites familles) et mes frères (Mounir, Mouhamed et leurs petites familles - Farid).*

*Sans oublier mes amis et mes camarades  
«Tarek, Khaled, Sonia, Amel, Susan, Célia,  
Ahlem...».*

*À tout personne qui m'ont encouragé ou aidé au  
long de mes études.*

*Imane*

## Liste d'abréviations

°C: Degré Celsius  
°D : Degré Dornic  
ABS : Absence  
BP: Baird Barker  
CF: Coliformes Fécaux  
CT: Coliformes Totaux  
D: Dextrogyre  
DLC: Date Limite de Consommation  
EPS : Exo polysaccharides  
FIL: Fédération International de produits laitiers  
GC: Guanine et Cytosine  
GI: Gastro Intestinal  
IgG: Immunoglobuline de type G  
J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne  
J.O.R.F : Journal Officiel de la République Française  
L: Lévogyre  
*Lb.* : *Lactobacillus*  
*Lc.*: *Lactococcus*  
M17: Milieu de Tarzaghi  
MCP: Milk Concentration Protein  
MG: Matière Grasse  
MRS : Milieu de Man Rogosa et Sharpe  
MS: Matière Sèche  
NAD: Nicotinamide Adénine Dinucléotide  
pH: potentiel Hydrogène  
sp : sous espèce  
*St.* : *Streptococcus*  
*Staph.*: *Staphylococcus*  
UFC : Unité Formant Colonie  
VRBL : Violet Rouge Bille Lactose

## Liste des tableaux

	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b> Résultats du suivie du pH et de l'acidité du yaourt au cours de la maturation	28
<b>Tableau 02</b> Résultats du suivie du pH et de l'acidité du yaourt au cours de la maturation au cours du stockage du yaourt à 6°C	29
<b>Tableau 03</b> Résultats d'évolution de l'analyse sensorielle de yaourt au cours de stockage jusqu'à J+40	32
<b>Tableau 04</b> Résultats des analyses microbiologiques portant sur les germes de contaminations et les germes pathogènes	33

## Liste des figures

	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b> Photographie de <i>Lb. Bulgaricus</i>	11
<b>Figure 02</b> Photographie de <i>St. Thermophilus</i>	11
<b>Figure 03</b> Schéma illustrant les interactions de <i>St. thermophilus</i> et <i>Lb. bulgaricus</i> .	14
<b>Figure 04</b> Digramme de fabrication de yaourt étuvé	15
<b>Figure 05</b> La situation géographique de Sarl RAMDY	18
<b>Figure 06</b> Diagramme de processus de fabrication de yaourt	19
<b>Figure 07</b> Photographie de la détermination du pH du yaourt	20
<b>Figure 08</b> Protocole de mesure de l'acidité du yaourt	21
<b>Figure 09</b> Photographie représente la détermination de l'acidité du yaourt	21
<b>Figure 10</b> Protocole de mesure de la teneur en MG du yaourt	22
<b>Figure 11</b> Photographie représente la détermination de la teneur en MG du yaourt	22
<b>Figure 12</b> Protocole de mesure de l'extrait sec du yaourt	23
<b>Figure 13</b> Photographie représente la détermination de l'extrait sec du yaourt	23
<b>Figure 14</b> Protocole d'analyse microbiologique	27
<b>Figure 15</b> Résultats du suivi de l'évolution du pH au cours de la maturation du yaourt	28
<b>Figure 16</b> Résultats du suivi de l'évolution de l'acidité au cours de la maturation du yaourt	29
<b>Figure 17</b> Résultats du suivi de l'évolution du pH au cours de stockage jusqu'à J+40	30
<b>Figure 18</b> Résultats du suivi de l'évolution de l'acidité au cours de stockage jusqu'à J+40	30
<b>Figure 19</b> Résultats de mesure de la MG du yaourt	31
<b>Figure 20</b> Résultats de mesure de l'extrait sec du yaourt	31
<b>Figure 21</b> Suivi de l'évolution de synérèse au cours de stockage jusqu'à J+40	32
<b>Figure 22</b> Suivi de l'évolution de <i>St. thermophilus</i> dans le yaourt au cours de stockage jusqu'à J+40	33
<b>Figure 23</b> Suivi de l'évolution de <i>Lb. bulgaricus</i> dans le yaourt au cours de stockage jusqu'à J+40	34

## Table des matières

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

### Partie I : Données bibliographique

#### Chapitre I: les bactéries lactiques

I.1. Généralité.....	02
I.2. Habitat .....	02
I.3. Caractéristiques générales .....	02
I.3.1. Le genre <i>Lactobacillus</i> .....	03
I.3.2. Le genre <i>Streptococcus</i> .....	03
I.3.3. Le genre <i>Lactococcus</i> .....	03
I.3.4. Le genre <i>Enterococcus</i> .....	03
I.3.5. Le genre <i>Leuconostoc</i> .....	04
I.4. Le rôle des bactéries lactiques.....	04
I.4.1. Dans l'organisme humain .....	04
I.4.2. Dans l'industrie.....	05

#### Chapitre II: Lait fermenté

II.1. Définition .....	06
II.2. Les principaux types de lait fermenté .....	06
II.2.1. Le Kéfir .....	06
II.2.2. Le Koumis.....	07
II.2.3. Le Buttermilk .....	07
II.2.4. La crème sucré .....	07
II.2.5. Le lait acidophile .....	07
II.3. Yaourt .....	08
II.3.1. Définition .....	08
II.3.2. La composition du Yaourt .....	08
II.3.3. Les différents types du Yaourt .....	10
II.3.4. Les caractéristiques générales des bactéries du Yaourt.....	10
II.3.5. Activités des bactéries lactiques du Yaourt .....	12
II.3.6. Le compartiments associatifs des deux espèces.....	13
II.3.7. La quantité de ferment contenue dans le produit fini .....	13

II.3.8. Fabrication du Yaourt .....	15
II.3.9. Les bienfaits du Yaourt.....	16

## **Partie II : Matériel et méthodes**

I. Présentation de l'organisme d'accueil.....	17
I.1. Historique de SARL RAMDY.....	17
I.2. Situation géographique .....	18
I.3. Gamme de produits de RAMDY .....	18
I.4. Processus de production de l'entreprise.....	19
II. Analyse physico-chimique.....	20
II.1. Mesure de pH.....	20
II.2. Détermination de l'acidité titrable.....	20
II.3. Détermination de la teneur en matière grasse.....	22
II.4. Mesure de l'extrait sec.....	23
III. Analyse sensorielle.....	24
IV. Mesure de la synérèse.....	24
V. Analyse microbiologique .....	24
V.1. Échantillonnage.....	24
V.2. Préparation de dilutions.....	24
V.3. Recherche des germes de contamination.....	24
V.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes Totaux et Fécaux.....	24
V.3.2. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	25
V.3.3. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	25
V.4. Dénombrement de la flore lactique.....	25
V.4.1. Recherche de <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	25
V.4.2. Recherche de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	25
V.5. Expression des résultats.....	26
V.6. Mode opératoire .....	27

## **Partie III : Résultats et discussion**

I. Résultats.....	28
I.1. Analyse physico-chimique .....	28
I.1.1. suivie du pH et acidité du yaourt.....	28
I.1.2. mesure de la matière grasse et l'extrait sec du yaourt.....	31
I.2. Analyse sensorielle.....	32

I.3. Mesure de la synérèse.....	32
I.4. Analyses microbiologiques.....	33
I.4.1. Les germes de contaminations.....	33
I.4.2. La flore lactique.....	33
II. Discussion.....	35
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

# *Introduction*

---

## Introduction

Le lait se prête à de très nombreuses transformations et donne naissance à une multitude de produits laitiers qui sont au cours de notre alimentation : laits fermentés, fromages, yaourts, beurres, crèmes, desserts lactés et autres produits laitiers font ainsi partie de notre quotidien et contribuent, sous des formes variées et riches en goût (Bourlioux, 2011).

Depuis plusieurs siècles, l'Homme a utilisé la fermentation pour conserver un grand nombre de ses aliments. Au cours de cette fermentation, il se produit des modifications de la texture et de la saveur du produit. Les bactéries lactiques présentent un grand intérêt dans l'élaboration des produits alimentaires en particulier les produits laitiers fermentés par des procédés de fermentation lactique. Elles assurent non seulement des caractéristiques particulières d'arôme et de texture, mais aussi une bonne santé alimentaire. Cette sécurité est favorisée par la production d'acides organiques (dont le principal composé majeur est l'acide lactique) qui font baisser le pH du milieu et par la synthèse des bactériocines qui renforcent cette conservation (Ghozlane, 2012).

Les opérateurs économiques sont chargés d'informer le consommateur par voie d'étiquetage, de marquage, d'affichage ou par tout autre moyen approprié au moment de la mise à la consommation du produit. Cette obligation est assurée par la loi 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 Février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes et le décret exécutif n° 13-378 du 5 Moharram 1435 correspondant au 9 novembre 2013 fixant les conditions et modalités relatives à l'information du consommateur.

Notre étude est réalisée au sein de l'unité RAMDY, nous nous sommes intéressées au suivi de la qualité d'un yaourt étuvé au cours de sa maturation et sa survie durant son stockage à 6° C jusqu'à 10 jours après sa date limite de consommation (DLC) et de s'assurer que le produit est de bonne qualité. Pour cela, notre travail sera développé selon le plan suivant :

- La première partie évoque les revues bibliographiques concernant les bactéries lactiques et les laits fermentés en général, ainsi que leurs caractéristiques et leurs rôles.
- La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes utilisés lors du travail expérimental.
- La troisième partie expose l'ensemble des résultats obtenus avec leur discussion et en fin notre mémoire se termine par une conclusion générale assortie de quelques perspectives.

*Synthèse*

*bibliographique*

*Chapitre 1*

*Les bactéries*

*lactiques*

## **I.1. Généralité**

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes de morphologie et de physiologie assez hétérogène (Eck et Gillis, 2006). Elles forment un groupe composé de coques et de bacilles, dont la principale caractéristique est la production d'acide lactique à partir de la fermentation des sucres (Mahi, 2010). Elles contribuent à la texture, à la saveur des aliments ainsi qu'à la production de composés aromatiques. Elles inhibent la prolifération de micro-organismes par la production de composés inhibiteurs tels les bactériocines et en abaissant le pH par la production d'acide lactique (Desmazeaud, 1992).

Les bactéries lactiques regroupent 12 genres bactériens dont les plus étudiés et les plus employés dans la fermentation lactique sont *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, et *Enterococcus* (Larpent et al., 1997).

## **I.2. Habitat**

Les Bactéries lactiques sont trouvées dans diverses niches écologiques, tel que le lait, ainsi que certains aliments, la bouche, les régions gastro-intestinales (GI) et urogénitales des humains et des animaux (El Shafei et al., 2000 ; Lopez-Diaz et al., 2000 ; Navarro et al., 2000 ; Mathara et al., 2004). Elles constituent aussi la flore microbienne dominante responsable de la fermentation des céréales et des plantes fourragères ensilées (Carr et al., 2002; Gelfand et Kotelnikova, 2002).

## **I.3. Caractéristiques générales**

Les bactéries lactiques sont procaryotes, Gram positives, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont plus souvent immobiles, jamais sporulées, catalase négative, oxydase négative, sont des microorganismes anaérobies qui tolèrent l'oxygène dans une certaine mesure (Tailliez, 2001). Même si elles se développent dans une variété d'habitats, elles exigent des carbohydrates fermentescibles, des acides aminés, des acides gras, des sels et des vitamines pour leur croissance (shihata et shah, 2000). L'oxygène affecte leur métabolisme mais aussi leur croissance et leur survie et leur intégrité. Les bactéries lactiques possèdent deux types d'oxydases à NADH, ces enzymes catalysent la réduction d'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ou d'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O (Savadogo et Traore, 2011).

### **I.3.1. Le genre *Lactobacillus***

Les lactobacilles sont des bactéries qui peuvent être trouvées dans les plantes, les animaux et les niches alimentaires. Certaines espèces associées au tractus GI sont considérées comme des probiotiques, qui confèrent des avantages de santé à l'hôte. Le genre *Lactobacillus* est le plus large parmi les bactéries lactiques avec plus de 145 espèces reconnues. Ses habitats possibles sont le tractus gastro-intestinal (traditionnellement associés à *Lb. acidophilus*, *Lb. gasseri*, *Lb. johnsonii*,

*Lb. salivarius* et *Lb. reuteri*), les plantes (*Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *P. pentosaceus* et *Leuconostoc mesenteroides*), la viande (*Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. pentosaceus* et *Lb. sakei*) et les produits laitiers (*Lb. helveticus*, *Lb. bulgaricus* et *Lb. casei*) (Savadogo et Traore, 2011).

### **I.3.2. Le genre *Streptococcus***

Les streptocoques sont des cocci non mobiles, appartenant à la famille des Streptococcaceae. Actuellement, 66 espèces et 12 sous-espèces sont reconnues comme membres du genre *Streptococcus* (Anonyme1). *St. thermophilus* est perçue comme une bactérie alimentaire qui a récemment émergée et qui a évolué à partir d'un ancêtre commensal par la perte et le gain de fonctions (Delorme *et al.*, 2010). *St. thermophilus* est une bactérie lactique d'importance économique majeure provenant des produits laitiers. Cette espèce est généralement reconnue comme sûre pour les produits alimentaires et le statut de présomption d'innocuité reconnue en Europe lui a été accordé. Historiquement, elle est largement utilisée pour la fabrication du yaourt et du fromage en association avec d'autres bactéries lactiques tels que *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* et *Lactococcus lactis* (Hols *et al.*, 2005).

### **I.3.3. Le genre *Lactococcus***

*Lactococcus* est formé de bactéries en forme de coques, sont associées par paires ou en chaînettes de longueur variable. Sont homofermentaires ne produisant que de l'acide lactique L(+). Ces bactéries sont thermosensibles et ne peuvent pas croître en présence de 6.5% de NaCl ou à un pH de 9,6. Leur température optimale de croissances s'étend de 25 à 35°C, respectivement pour les souches de *Lc. Cremoris* et *Lc. Lactis*. Les *lactococcus* sont capables de croître à 10°C mais pas à une température supérieur à 40°C (Mahi, 2010).

### **I.3.4. Le genre *Enterococcus***

Le genre *Enterococcus* regroupe plus de 14 espèces. Ce sont des cocci, ovoïdes se présentant en paires ou en courtes chaînettes. La composition de leurs parois, leurs caractères morphologiques, enzymatiques, antigéniques, et leurs aptitudes à se développer dans des milieux hostiles, permettent de les distinguer des autres cocci à Gram positif. Les entérocoques représentent une proportion importante des bactéries autochtones associées à l'appareil gastro-intestinal des mammifères. Leurs présences dans les eaux est le marqueur d'une pollution fécale (Robredo *et al.*, 2000). Toutefois, les entérocoques sont omniprésents et se trouvent vivants librement dans le sol, sur les plantes et en grand nombre dans les produits laitiers où dans certains cas, elles prédominent à l'égard des lactobacilles et des lactocoques (Giraffa, 2002).

### **I.3.5. Le genre *Leuconostoc***

Les bactéries du genre *Leuconostoc* sont des bactéries lactiques mésophiles et hétérofermentaires. Ce sont des cocci ovoïdes ou sphériques, catalase négative, anaérobies facultatifs et produisant une capsule dans les milieux riches en sucre. Ce genre partage avec le genre *Lactobacillus* plusieurs points communs et on le trouve dans les mêmes types d'aliments. Plusieurs de ses caractéristiques sont très importantes en alimentation: production d'une saveur agréable, tolérance au sel, habileté à démarrer rapidement la fermentation des produits végétaux (ce qui permet d'inhiber la croissance des bactéries indésirables). La présence de *Leuconostoc* stimule également la croissance des *Lactococcus* (Savadogo et Traore, 2011).

## **I.4. Le rôle de bactéries lactiques**

### **I.4.1. Dans l'organisme humain**

Ce sont Metchnikoff et Tissier étaient les premiers à avancer dans leurs travaux des propositions scientifiques au sujet de l'utilisation probiotique de bactéries (Mami, 2013). « probiotique » dérive de deux mots grecs ; « pro » et « bios » qui signifient en faveur de la vie. Ce sont des préparations microbiennes vivantes utilisées comme additifs alimentaires et qui ont une action bénéfique sur l'hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale. Chez l'homme, ces bactéries jouent un rôle inhibiteur contre les bactéries pathogènes et améliorent la digestion, dont l'effet bénéfique est su à plusieurs mécanismes; La production d'acide organique (acide lactique, acétique), de peroxyde d'hydrogène, et de bactériocines limitent le développement des entérobactéries; Certaines souches ont la capacité de déconjuguer les sels biliaires qui sont alors plus inhibiteurs sur le développement des bactéries pathogènes que les formes conjuguées et d'autres peuvent inhiber l'implantation des germes pathogènes par compétition (Larpent, 1997).

Selon Larpent (1997), ces bactéries peuvent réduire l'absorption de substances toxiques (amoniac, amine, indole) et peuvent ainsi diminuer les biotransformations des sels biliaires et des acides gras en produits toxiques. Les probiotiques peuvent également produire des métabolites susceptibles de neutraliser « *in situ* » certaines toxines bactériennes; stimuler l'activité enzymatique de microorganismes endogènes permettant ainsi une meilleure assimilation des aliments et aussi ils peuvent stimuler les cellules du système immunitaire et favoriser la production d'anticorps qui inhibent ainsi les bactéries pathogènes à la surface des muqueuses intestinales.

D'après Mami (2013), certaines souches peuvent posséder une activité anti-cancérogène dont les propriétés peuvent se répartir en deux catégories :

1. La prévention de l'initiation d'un cancer, soit en détruisant des substances pré- cancérogènes présentes dans l'organisme, soit en inhibant les bactéries présentes dans le tractus digestif. Productrices d'enzymes catalysant la conversion de substances cancérogènes.

2. La suppression de cellules tumorales, soit directement, soit de façon indirecte, en favorisant l'activité des macrophages qui sont impliqués dans la destruction des cellules tumorales.

Les lactobacilles excrètent la beta-galactosidase, souvent déficiente dans le tractus digestif de l'hôte et facilite donc la digestion du lactose (Larpent, 1997).

### **I.4.2. Dans l'industrie**

Les bactéries lactiques sont très utilisées en industrie agroalimentaire. Elles peuvent fermenter une grande variété de substrats comme le lait, la viande, les végétaux et les céréales pour produire des aliments très divers : laits fermentés, fromages, saucissons et jambons secs, choucroute, olives, levain, bières (Hervé-Jiménez, 2009).

Les bactéries lactiques ont plusieurs rôles dans la production d'aliments fermentés. Elles modifient la saveur et la texture de l'aliment par la libération d'exopolysaccharides (EPS) (yaourt), acidification par production d'acide lactique, produisent des composés aromatiques comme l'acétaldéhyde (fromages). Elles contribuent à l'amélioration des propriétés digestives (*Bifidobacterium*) et inhibent également le développement de la flore microbienne indésirable (Branger *et al.*, 2005).

En industrie, les bactéries doivent se multiplier et atteindre des populations de l'ordre de  $10^5$  à  $10^6$  cellules/ml pour déclencher le processus fermentaire désiré. Deux types de ferments sont disponibles :

- Les ferments mixtes qui sont un mélange non déterminés, provenant généralement de cultures repiquées de façon traditionnelle, moins sensible aux phages mais plus difficiles à uniformiser.
- Les ferments définis dont les souches sont mélangées dans des proportions précises, il convient de connaître, outre les caractéristiques de chaque souche, les interactions positives (comme l'association *Streptococcus thermophilus* / *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* dans le yaourt) et négatives pour cause d'antagonisme (Mami, 2013).

# *Chapitre 2*

## *Lait fermenté*

## II.1. Définition

En France, selon le décret n° 88-1203 (30 décembre 1988, article 1), la dénomination «laits fermentés» est réservée aux produits laitiers préparés avec différents types de laits (écrémé, concentré, en poudre...) ayant subi un traitement thermique au moins équivalent la pasteurisation,ensemencé avec des micro-organismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit». Sont issus de la fermentation contrôlée du lait sous l'action d'une ou de plusieurs populations bactériennes spécifiques, permettant ainsi sa stabilisation microbiologique en lui conférant une texture et des propriétés organoleptiques et/ou nutritionnelles particulières (Savadogo et Traore, 2011).

Les caractéristiques propres des différents laits fermentés sont dues à la variation particulière de certains facteurs comme la composition du lait, la température d'incubation, la flore lactique ou la flore microbienne autre que lactique (Luquet, 1990).

## II.2. Les principaux types du lait fermenté

Parmi les produits laitiers fermentés, on retrouve le yaourt, la crème sucrée, laits fermentés alcoolisés tel que le kéfir et le koumis, le lait à l'acidophile et les laits fermentés à bifidobactéries (Carole, 2002).

### II.2.1. Le kéfir

Le kéfir est un lait fermenté originaire de l'Europe de l'Est et est considéré comme étant le yaourt du 21ème siècle (Savadogo et Traore, 2011). Il est fait à l'aide d'une microflore unique appelé grain de kéfir, de couleur blanche ou jaune, gélatineuse et de forme irrégulière (Guzel-Seydim *et al.*, 2000). Le kéfir est produit par l'éventail diversifié des espèces microbiennes présentes, les Lactobacilles représentent la plus grande portion (65-80%) de la population microbienne (Wouters *et al.*, 2002). Les Lactocoques et les levures constituent le reste des microorganismes présents dans le grain de kéfir (Savadogo et Traore, 2011).

Il a été démontré qu'il y'a des espèces spécifiques qu'on rencontre toujours dans les grains de kéfir, en revanche d'autres microorganismes peuvent être présents ou non selon l'origine des grains, ainsi que la méthode de culture et les substrats ajoutés (Savadogo et Traore, 2011). Certaines bactéries lactiques qui ont été isolées du kéfir sont : *Lb. kefir*, *Lb. brevis*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. acidophilus*, *Lb. fermentum*, *Lb. helveticus*, *Lb. parakefir*, *Lc. lactis*, *St. lactis*, *Leuconostoc mesenteroids* et *Acetobacter aceti* (Assadi *et al.*, 2000).

### II.2.2. Le koumis

Le koumis est un produit laitier fermenté traditionnel originaire des steppes d'Asie Centrale et produit surtout à partir du lait de jument par fermentation spontanée du lactose en acide lactique et alcool (Tamime, 2006). Cependant, en raison de la différence de composition entre le lait de jument et le lait de vache, il est nécessaire de modifier le lait de vache pour le rendre apte à la production de koumis (Savadogo et Traore, 2011).

Le Koumis possède une consistance liquide et gazeuse avec un goût fortement acide mais très rafraichissant (Carole, 2002). Généralement un, mélange symbiotique de la bactérie thermophile *Lactobacillus delbrueckii sub sp. bulgaricus* et de levures du genre *Saccharomyces* est utiliser à fin d'obtenir ce type de lait fermenté (Joseph *et al.*, 1992).

### II.2.3. Le Buttermilk

Le buttermilk est un sous-produit provenant de la fabrication du beurre qui trouve des applications dans plusieurs produits alimentaires (O'Connell and Fox, 2000). Un intérêt croissant est montré vis-à-vis de ce produit en raison de sa composition qui est unique (Astaire *et al.*, 2003). En effet, lorsque les globules gras du lait sont brisés durant le barattage, la membrane recouvrant le noyau lipidique est récupérée dans le buttermilk avec la plupart des protéines, du lactose et des minéraux contenus dans la phase aqueuse de la crème (Schmelz *et al.*, 2000). Les principales bactéries utilisées sont les différents sous-espèces de *Lc. lactis* et *Leuconostoc mesenteroides*, plus rarement *Pediococcus acidilactici* (Luquet et Carrieu, 2005).

### II.2.4. Crème sucrée

Produit laitier mésophile, la crème sucrée faite principalement à partir du lait de vache, possède une texture dont l'onctuosité variera en fonction de pourcentage de matière grasse son goût est très doux et légèrement acide (Carole, 2002).

### II.2.5. Lait acidophile

Principalement fait de lait de vache. Surtout vendu sous forme de boisson, le lait acidophile résulte d'une fermentation généralement par *Lb. acidophilus* à 37°C pendant une période de 12 h (Joseph *et al.*, 1992). Après cette étape, on procède à un bris du gel jusqu'à l'obtention d'un mélange uniforme (Carole, 2002).

## II.3. Yaourt

### II.3.1. Définition

Parmi les laits fermentés figure le yaourt qui est parfaitement défini depuis 1975 par le *Codex alimentarius*. Cette définition internationale révisée en 2003 spécifie que seuls les laits fermentés contenant les espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii sub sp. bulgaricus* (ces deux bactéries constituant la « symbiose yaourt »), n'ayant donc subi aucun traitement thermique après la fermentation, peuvent bénéficier de l'appellation « yaourt » (CODEX STAN A-11(a)-1975).

Bien qu'elle soit ancienne la notion de « bactéries vivantes » n'a donc été que très récemment introduite dans la réglementation internationale (Rasic *et al.*, 1978). Selon la Fédération internationale laitière (FIL) et le *Codex alimentarius*, le nombre de bactéries vivantes dans les laits fermentés à la date limite de consommation doit être égal à  $10^7$  unité formant colonie (UFC) par gramme rapportée à la partie lactée dans le produit. Les réglementations peuvent varier selon les pays, fixant des minima compris entre  $10^6$  et  $10^8$  UFC par gramme ou par millilitre de produit (Pernoud *et al.*, 2005).

Selon le journal officielle de la république Algérienne (1998), le Yaourt est le produit laitier coagulé, obtenu par fermentation lactique grâce au développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites *Lactobacillus bulgaricus* et *streptococcus thermophilus*, à partir de lait et de produits laitiers tels que définis.

Ces produits doivent notamment être maintenus jusqu'à leur consommation à une température comprise entre 0 et 6°C pour que les bactéries lactiques restent vivantes (Luquet et Carrieu, 2005).

### II.3.2. La composition de yaourt

La majorité des yaourts et des laits fermentés commercialisés est préparée à partir de lait enrichi en poudre de lait. De ce fait, ils sont plus riches en protéines, calcium, et en lactose que le lait. Ces produits peuvent être plus ou moins sucrés. Leur teneur en saccharose varie alors de 7 à 12 %. La fermentation du lait va entraîner des modifications de sa composition, énumérées ci-dessous (Syndifrais, 1997).

#### ➤ Les glucides

La principale modification est la baisse de la teneur en lactose de 20 à 30 %. En partant d'un lait enrichi de poudre de lait écrémé au taux de 2 %, la teneur du yaourt en lactose résiduel est de l'ordre de 4,5 g pour 100 g. La dégradation du lactose conduit à la formation de galactose, de glucose et d'acide lactique qui passe d'un niveau pratiquement nul à un niveau de 0,8 à 1 %, dont 50 à 100 %

d'acide L+ lactique selon les ferments (Syndifrais, 2002). Les quantités finales de galactose sont aux alentours de 1 à 1,5 %. Les concentrations en glucose et oligosaccharides sont très faibles. L'acide lactique se trouve sous les formes racémiques L+ et D- en proportions variables, selon les conditions de fabrication et de stockage (Syndifrais, 1997).

### ➤ Les protéines

Les bactéries Lactiques produisent des enzymes qui hydrolysent partiellement les protéines du lait (Syndifrais, 2002). Ainsi, Poznanski et Rymazewski (1965) ont rapporté une dégradation de la caséine « *in vitro* » par une protéase et une peptidase provenant respectivement de *Lb. Bulgaricus* et *St. thermophilus*. De ce fait, un yaourt contient plus de peptides et d'acides aminés libres que le lait. Il est généralement admis que la préhydrolyse des caséines améliore la digestibilité des protéines du yaourt. En effet, leur valeur biologique est supérieure à celle des protéines du lait (Syndifrais, 1997).

### ➤ Les lipides

Il existe une hydrolyse très modérée des triglycérides qui n'a pas d'incidence observable (Symons, 1993).

### ➤ Les minéraux

C'est surtout la richesse en calcium du yaourt et des laits fermentés qui est à noter. La poudre de lait ajoutée au lait lors de la fabrication des yaourts et autres laits fermentés augmente en effet la teneur en calcium par rapport au lait d'origine. Un pot de yaourt de 125 g apporte 180 à 200 mg de calcium (Syndifrais, 2002).

### ➤ Les vitamines

La composition des vitamines du yaourt dépend principalement de celle du lait utilisé. De plus, elle sera modulée au cours de la fermentation, dépendant aussi des souches employées. La composition en vitamines varie en fonction de leur teneur dans le lait utilisé (entier ou partiellement écrémé). Par contre les vitamines du groupe B qui comprend la vitamine : B1 (Thiamine), B2 (Riboflavine), B3 (Niacine), B5 (Caroténoïde), B6 (Pyridoxine), B8 (Biotine), B9 (Acide folique) et B12 (Cobalamine) présentes en quantités intéressantes et proviennent du lait utilisé (Daniel, 2002).

### ➤ Autres aspects

La masse des bactéries représente 1 g pour 125 g de yaourt ou de lait fermenté. La fabrication du yaourt requiert des conditions sévères de pureté bactériologique et chimique (absence d'antibiotiques...). De plus, la flore lactique du yaourt est susceptible de métaboliser certaines toxines; par exemple, expérimentalement, elle dégrade l'aflatoxine BI (Syndifrais, 1997).

### **II.3.3. Différent type du yaourt**

Le yaourt se défère selon plusieurs critères : selon la technologie de fabrication, la teneur en matière grasse et les ingrédients additionnés.

➤ Selon la technologie de fabrication (Mahaut *et al.*, 2000).

- Les yaourts fermes dont la fermentation a eu lieu en pots. Ce sont généralement les yaourts nature et aromatisés.

- Le yaourt brassé dont la fermentation a eu lieu en cuve avant brassage et conditionnement. c'est le cas de yaourt veloutés nature ou aux fruits.

➤ Selon la teneur en matière grasse (Gosta, 1995).

- yaourt entier : 3% de matière grasse en poids.

- yaourt partiellement écrémé : moins de 3% et plus de 0.5% de matière grasse.

- yaourt écrémé : au maximum 0.5% de matière grasse.

➤ Selon les ingrédients additionnés (Mahaut *et al.*, 2000).

- Yaourt aromatisé : addition d'arôme.

- Yaourt fruité : addition de fruit.

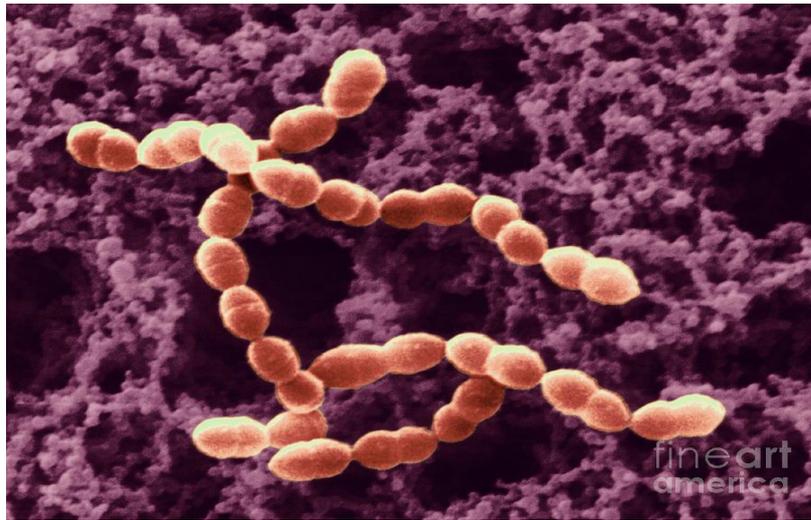
- Yaourt light : addition d'édulcorant.

### **II.3.4. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt**

➤ *Streptococcus Thermophilus*

*St. thermophilus* est une cocci, anaérobie facultative non mobile (Tariket, 2016). 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°C et 50°C. Son métabolisme est du type homo-fermentaire (Lamoureux, 2000).

Ce genre se trouve dans les laits fermentés et les fromages. 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 (Tariket, 2016), une activité fermentaire souvent réduite à quelque sucres et une forte sensibilité au NaCl, le GC% de son ADN varie de 37 à 40% (Leveau et Bouix, 1993).



**Figure 01:** Photographie de *St. thermophilus* (anonyme 2).

➤ *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*

*Lb. bulgaricus* est un bacille, immobile, asporulé et microaérophile. Elle est isolée sous forme de bâtonnets ou de chainettes. 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. Elle est incapable de fermenter les pentoses, c'est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42°C. Elle a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset *et al.*, 2000). Les lactobacilles sont caractérisés par leur hétérogénéité de la composition de leur ADN : le GC % varie de 32-53 % (Leveau et Bouix, 1993).



**Figure 02:** Photographie de *Lb. bulgaricus* (anonyme 3).

### II.3.5. Activités des bactéries lactiques du yaourt

#### ➤ Production d'acide lactique

La production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien. Le métabolisme est du type homo-fermentaire (production exclusive de l'acide lactique) (Schmidt *et al.*, 1994).

L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré doronic ( $1^{\circ}\text{D}=0,1\text{g/l}$  d'acide lactique). Elle se situe entre 100 et 130 °D (brassé) et 80 et 100 °D (ferme). La vitesse d'acidification sur le lait dépend de la composition du milieu, plus ou moins bien adapté à la croissance des bactéries lactiques ; elle dépend aussi de la température d'incubation ; mais, à leur température optimale de croissance, la vitesse d'acidification peut être sensiblement différente selon les espèces ou les souches (Schmidt *et al.*, 1994).

L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer comme suit :

- Il aide à déstabiliser les micelles de caséines, ce qui conduit à la formation de gel.
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt (Tamime *et al.*, 1999).
- Il intervient comme inhibiteur vis-à-vis des microorganismes indésirables (Leory *et al.*, 2002).

#### ➤ Activité protéolytique

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constitué de caséine et de protéines sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes : les protéases et les peptidases (Tariket, 2016). *Lb. bulgaricus* possède des protéases localisées pour l'essentiel au niveau de la paroi cellulaire (Marshall, 1987). L'amertume est provoquée par des souches à activités protéolytique trop forte (production de peptides amers); ce défaut apparait particulièrement quand le yaourt est peut acide (Loones, 1994).

#### ➤ Activité texturant

Les propriétés texturants des bactéries lactiques sont principalement utilisées pour améliorer les qualités organoleptiques des produits laitiers frais fermentés. L'augmentation de la viscosité du yaourt est en général attribuée à la production d'EPS qui, selon une étude portant sur plusieurs souches seraient essentiellement composée de rhamnose, arabinose et mannose (Schmidt *et al.*, 1994). Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercée par *St. thermophilus*. Mais d'après Tamime *et al.*, (1999) *Lb. bulgaricus* possèdent une aptitude à produire

des EPS composés de galactose, glucose, rhamnose à des rapports de 4/1/1. La présence d'EPS a pour effet de réduire la synérèse lors du stockage au froid des produits laitiers fermentés (Luquet et Carrieu, 2005).

### ➤ **Activité aromatisante**

Pette et Lolkema (1950) ont été les premiers à suggérer que l'acétaldéhyde serait le composé aromatique principal du yoghourt (Luquet et Carrieu, 2005).

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui joue un rôle dans la formation de ces composés. Parmi ceux-ci, outre l'acide lactique qui confère au yaourt son goût acidulé, c'est l'acétaldéhyde qui a été identifié comme le plus important des composés carbonyliques qui contribuent à l'arôme typique du yaourt (Şenel *et al.*, 2011). Il provient en grande partie de la transformation de la thréonine. En outre, les deux bactéries du yaourt *Lb. bulgaricus* et *St. thermophilus* sont capables de produire l'acétaldéhyde mais à des proportions différentes, sa concentration optimale est estimée entre 17 et 41 mg/l durant la fermentation du yaourt (Chaves *et al.*, 2002).

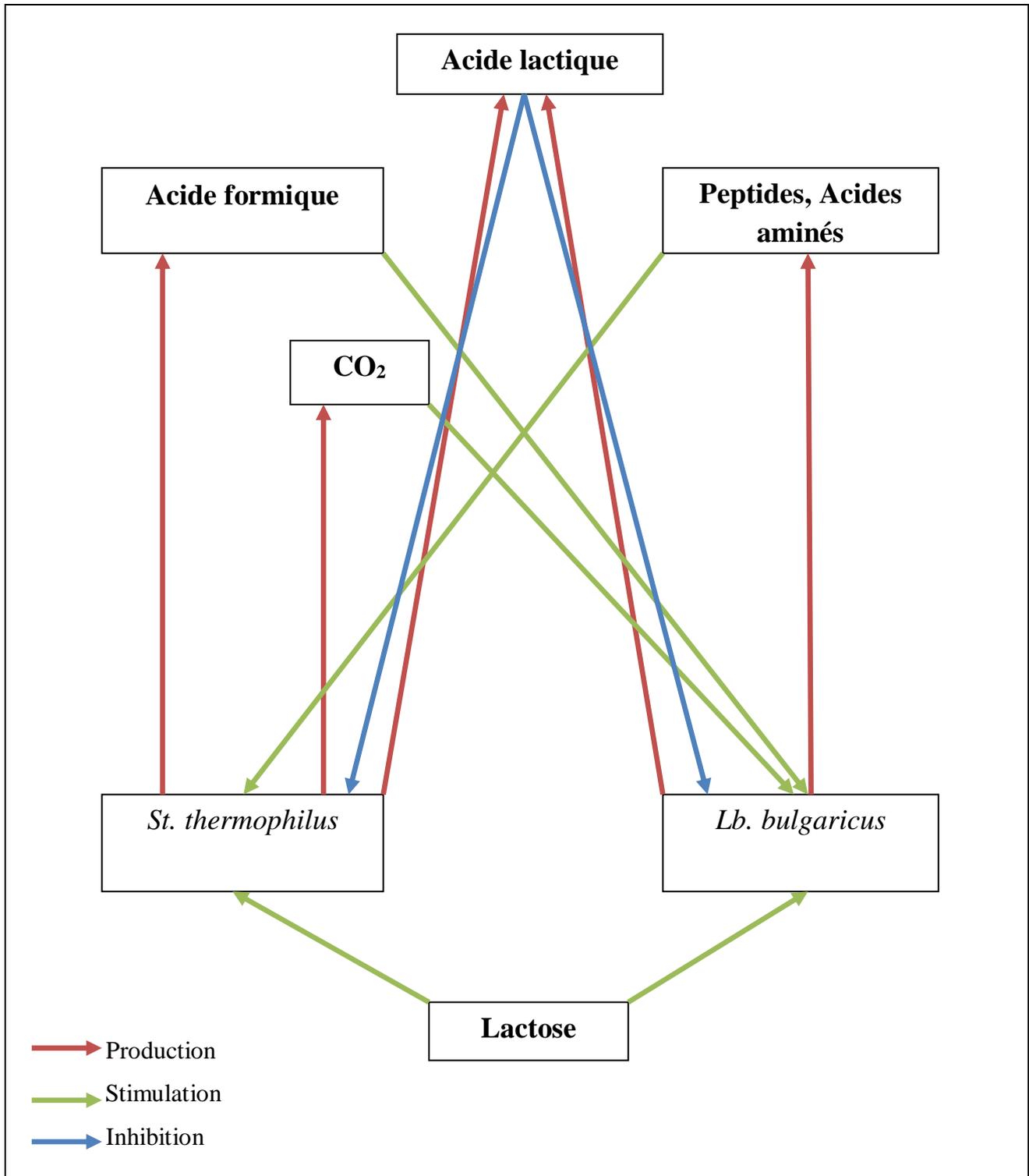
### **II.3.6. Compartiments associatifs des deux souches**

Cette association est bénéfique pour les deux souches ; il s'agit d'une coopération, mais elle n'est pas indispensable pour leur survie. Cette interaction positive est facilement mise en évidence en comparant les productions d'acide lactique en culture pures et mixtes des deux espèces. La quantité d'acide lactique produit par la culture mixte est supérieure à celle produite par chacune des cultures pures. Le même phénomène est observé pour la production d'acétaldéhyde. Cette coopération se manifeste aussi par la réduction du temps de latence, par l'augmentation de la production de biomasse, par une meilleure résistance aux concentrations élevées de saccharose, ainsi que par un accroissement de la viscosité du produit fini (Schmidt *et al.*, 1994). Les deux espèces microbiennes vivent en symbiose et il existe une synergie entre les deux bactéries qui porte sur une stimulation mutuelle. Cette stimulation concerne principalement la croissance, l'acidification et la production de composés aromatiques dont l'acétaldéhyde qui a un rôle prépondérant dans l'arôme du yaourt et qui est principalement produit par *Lb. Bulgaricus*. et *St. thermophilus* est stimulé par l'apport d'acide aminés et de peptides provenant de la protéolyse due à *Lb. bulgaricus*. La stimulation de *Lb. bulgaricus* est attribuée à l'acide formique, à l'acide pyruvique et au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) produit par *St. thermophilus*. (Mahaut *et al.*, 2000).

### **II.3.7. La quantité de ferment contenue dans le produit fini**

La flore doit être abondante mais la quantité n'est pas toujours spécifiée. La FIL fixe la quantité de ferment vivant égale à 10<sup>7</sup> bactéries par gramme rapportés à la partie lactée dans le produit

jusqu'à la date limite de consommation, alors que le *Codex alimentarius* fixe la même valeur en fin de vie du produit. Selon les pays, les réglementations locales fixent des minima variant entre  $10^6$  et  $10^8$  UFC/pot, mais avec des unités variables (Luquet et Carrieu, 2005).



**Figure 03:** Schema illustrant les interactions de *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* (Mahaut et al., 2000).

### II.3.8. Fabrication du yaourt

Le lait est standardisé au taux de matière grasse requis pour le produit fini et peut être enrichi en extrait sec laitier. Il est homogénéisé pour favoriser la dispersion de la matière grasse et traité à 90°C pendant quelques minutes. Ce traitement thermique entraîne notamment la destruction de germes pathogènes, l'inactivation des enzymes, la fixation de la plus grande partie des protéines solubles sur les molécules de caséine. Le lait est ensuite refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (vers 45°C). L'ensemencement (taux de 1 à 5 %) se fait le plus souvent à partir d'un levain déjà préparé en cuve. La fermentation se fait en 2 à 3 heures : pour les yaourts fermes, le laitensemencé est directement mis en pots; dès formation du caillé, ceux-ci sont stockés à 4°C, de façon à stopper l'acidification (Syndifrais, 1997).

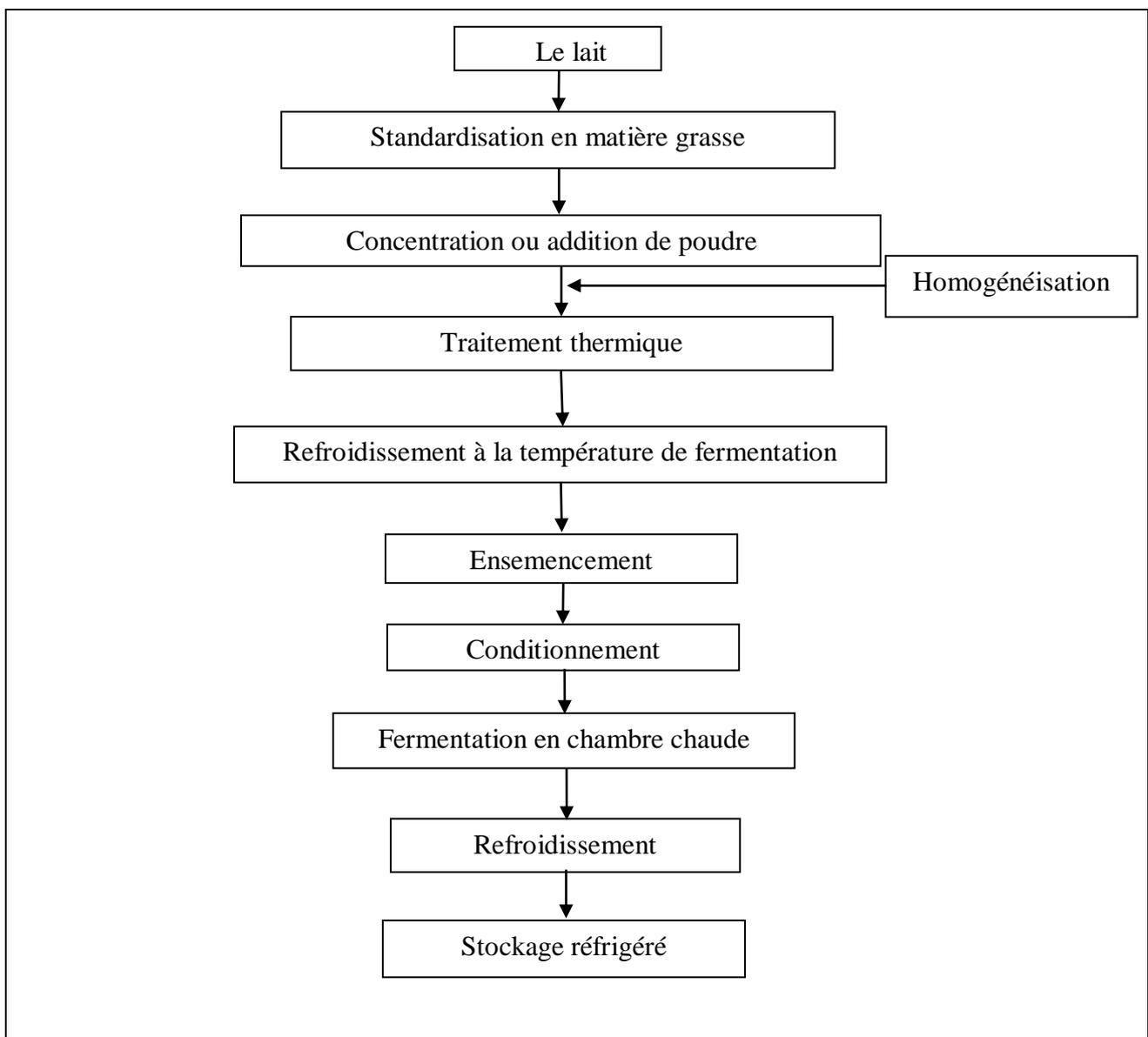


Figure 04 : Diagramme de la fabrication de yaourt étuvé (Tariket, 2016).

### II.3.9. Les bienfaits du yaourt

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait (Mahaut *et al.*, 2000).

Le yaourt possède un intérêt diététique et thérapeutique important. La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une assimilation du lactose par les sujets déficients en lactase. L'hypothèse étudiée actuellement est l'induction par les bactéries vivantes de l'activité lactique de la muqueuse intestinale et la libération de lactase bactérienne lors de la destruction d bactéries lactiques pendant le transit intestinal. Le rôle de *Lb. bulgaricus* semble prépondérant dans cette action (Loones, 1994).

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales à *Salmonella* et *Escherichia coli* à condition qu'il ne s'agisse pas d'invasion massive (Loones, 1994). L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été souvent démontré (Mahaut *et al.*, 2000). L'acidité du yaourt apporte une protection contre la contamination par des pathogène (Loones, 1994). En dehors de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes (Mahaut *et al.*, 2000).

En 1989, Simone *et al.*, ont montré une augmentation de la production d'immunoglobuline (IgG), une activation de lymphocytes B et une augmentation de la production d'interférons chez des volontaires après injection prolongée du yaourt. Les bactéries vivantes contenues dans le yaourt stimulent la réponse immunitaire de l'organisme, d'où une résistance accrue à l'infection (Loones, 1994).

*Partie  
pratique*

*Matériels et  
Méthodes*

## I. Présentation de l'organisme d'accueil

RAMDY est une entreprise agroalimentaire spécialisée dans les produits laitiers et ses dérivées. Elle fait partie de paysage industriel de la région d'AKBOU. Elle occupe une place appréciable du fait de l'importance de ses produits dans l'équilibre nutritionnel de la population ainsi que sa participation à la réduction du taux de chômage dans la région.

### I.1. Historique de SARL RAMDY

- C'est en **1983**, que mûrit dans l'esprit du **groupe BATOUCHE**, l'idée de création d'une petite unité de fabrication de yaourt dans la région d'Ighzer Amokrane avec des moyens très limités, l'unité n'a démarré qu'avec une remplisseuse de pot préformés d'une capacité de 1000 pots/heure.

- **En 1986** l'unité a réussi pour acquérir une conditionneuse thermoformeuse d'une capacité de **4000 pots/heure**.

- **En 1988**, L'entreprise se voit dotée d'un atelier de fabrication de fromage fondu et de camembert.

- **En 1991**, se fut l'acquisition d'une ligne de production de crème dessert.

- **En 1993**, une nouvelle conditionneuse est arrivée avec une capacité de production de **9000 pot/heure**.

- **En 1995**, l'entreprise **Ramdy** sort carrément de son adolescence, par l'acquisition de 02 conditionneuses **12000 et 9000 pot/heure** et une remplisseuse de **7000 pot/heure**.

- **En 1996**, profitant de la création de la zone industrielle d'Akbou; Le **groupe BATOUCHE** inaugure sa nouvelle unité.

- **En 1999**, construction d'une 2ème usine de fabrication des produits laitiers (fromage fondu, en portion 08 et 16 portions, fromage à pâte pressé, camembert).

- **En octobre 2001**, signature d'un accord de partenariat avec le groupe Danone.

- **En Août 2002 RAMDY** a été lancée.

### I.2. Situation géographique



**Figure 05:** La situation géographique de Saril RAMDY.

- Dans une zone industrielle, véritable carrefour économique de Bejaia, de quelques 50 unités de production agroalimentaire et en cours d'expansion.

- A 02 Km de la grande agglomération d'Akbou.
- A quelques dizaines de mètres de la voie ferrée.
- A 60 Km de Bejaia.
- A 170 Km à l'est de la Capitale Alger.

### **I.3. Gamme de produit de RAMDY**

L'entreprise RAMDY possède une large gamme de produits :

Yaourt (aromatisé, nature, aux fruits, brassé aromatisé et aux fruits, crème dessert).

Fromage (portion et barre)

Lait pasteurisé

Raib et l'ben

Cherbet

I.4. Processus de production de l'entreprise

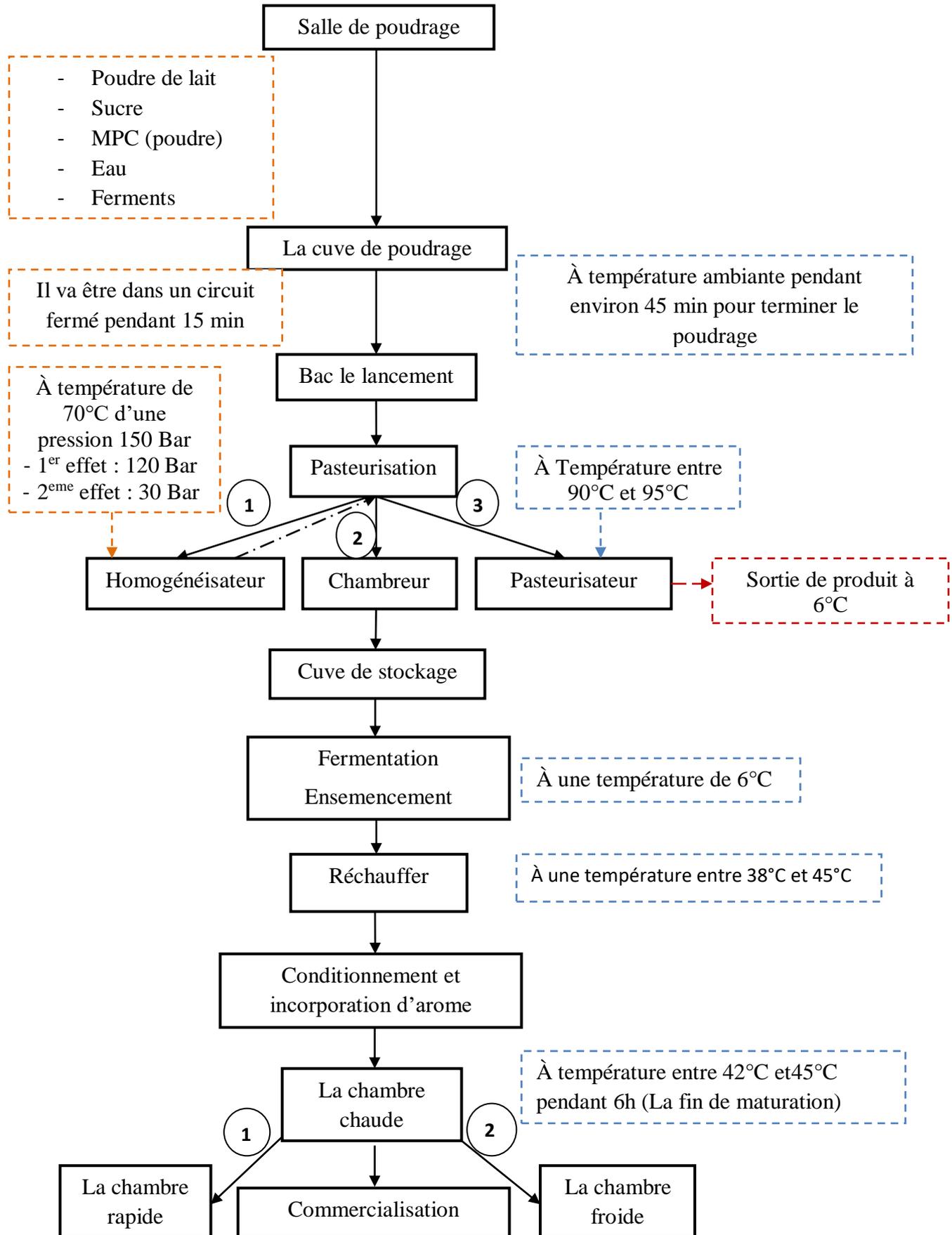


Figure 06 : Diagramme de processus de fabrication de yaourt.

## II. Analyses physico-chimiques

Notre travail consiste à suivre quelques paramètres physico-chimiques (pH, Acidité) du yaourt étuvé. Les analyses physico-chimiques sont effectuées à chaque une demi-heure durant la fermentation du yaourt, ainsi que chaque sept jour durant le stockage à 6°C et jusqu'à J + 40.

### II.1. Mesure du pH

#### a. Mode opératoire (Méthode interne).

- Etalonner le pH- mètre à l'aide des deux solutions tampons standard (pH=7.0 et pH=4.0).
- L'électrode du pH-mètre est plongée dans le pot de yaourt à analyser.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

#### b. Expression des résultats

La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre de marque (HANNA).



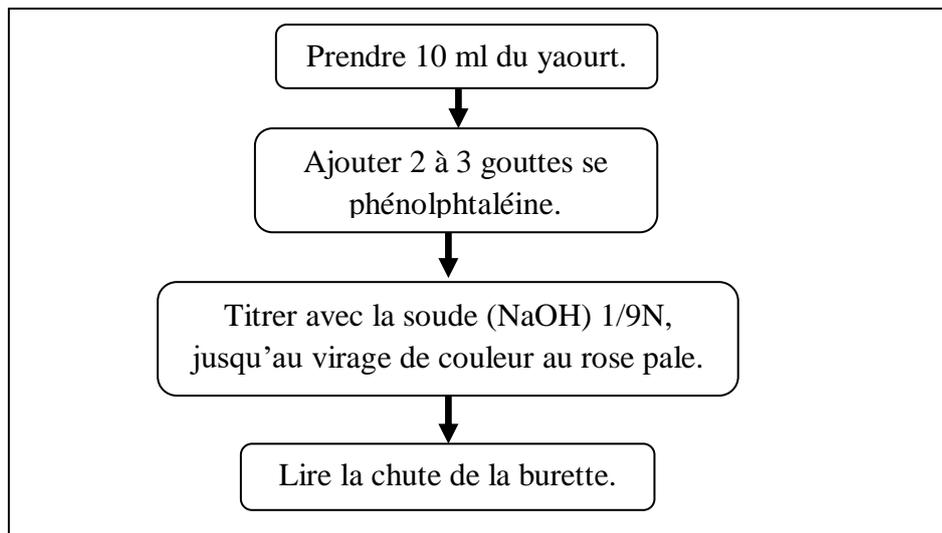
**Figure 07:** Photographie de la détermination du pH du yaourt (Originale).

### II.2. Détermination de l'acidité titrable

#### a. Principe

Le principe est basé sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH 0,111 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (figure 09).

#### b. Mode opératoire (Méthode interne).



**Figure 08:** Protocole de mesure de l'acidité du yaourt



**Figure 09:** Photographie représente les matériels utilisés lors de la détermination de l'acidité du yaourt (Originale).

**c. Expression des résultats**

L'acidité en degré Dornic est donnée par la formule :

$$D^{\circ} = 10 \cdot V \cdot 0.9$$

Dont V : est le volume de chute de la burette

D° : est l'acidité Dornic

Où  $D^{\circ} = (\text{volume de chute} \cdot 10 / \text{masse du yaourt}) \cdot 100$

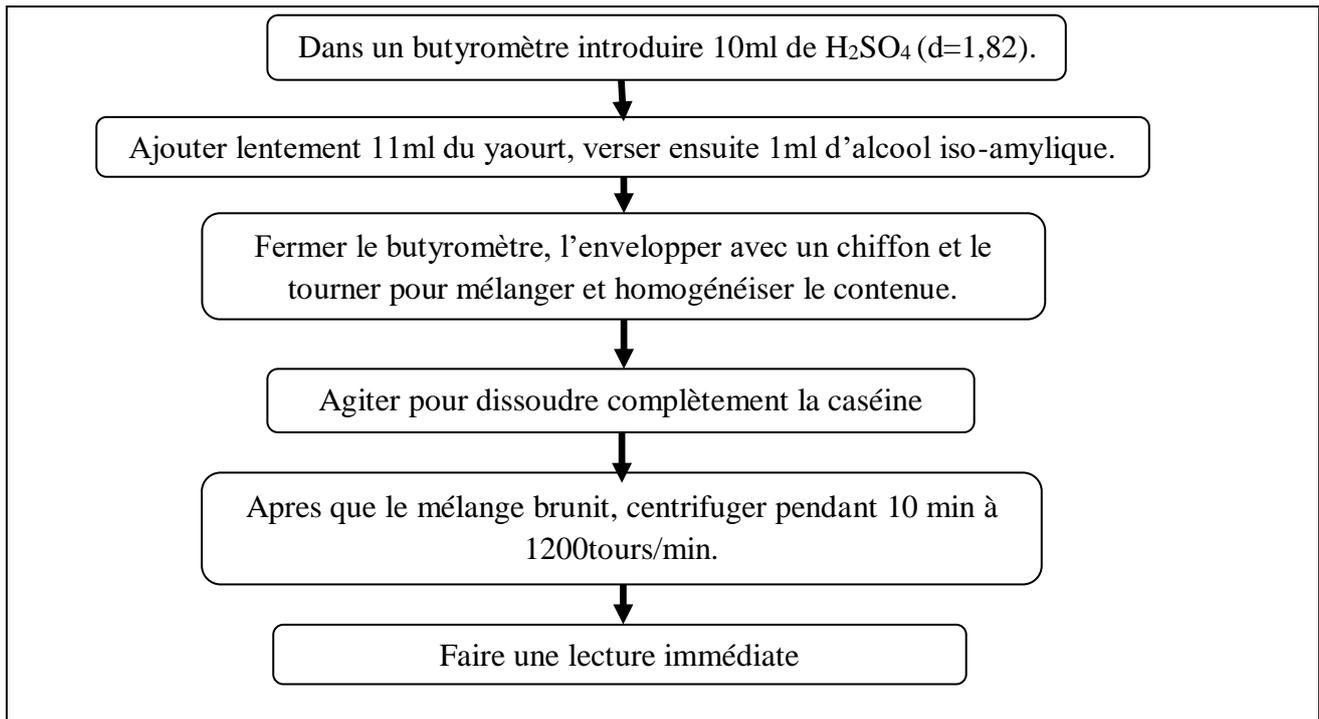
L'acidité est exprimé en degré Dornic qui correspond à 0.01% (ou 0.1g/l) d'acide lactique par litre de lait, le yaourt présente une acidité à des valeurs voisines de 100°D (Tariket, 2016).

### II.3. Détermination de la teneur en Matière Grasse (MG)

#### a. Principe

b. Cette méthode est basée sur la dissolution des composants du yaourt par l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) (1.82) à l'exception de la matière grasse qui se sépare sous l'influence de la centrifugation et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool iso-amylique (3-METHYL-1-BUTANOL) permettant la séparation de la phase aqueuse et la phase lipidique (figure 11).

#### c. Mode opératoire (Méthode interne).



**Figure 10:** Protocole de mesure de la teneur en MG du yaourt.



**Figure 11:** Photographie représente les matériels utilisés lors de la détermination de la teneur en MG du yaourt (Original).

**d. Expression de résultat**

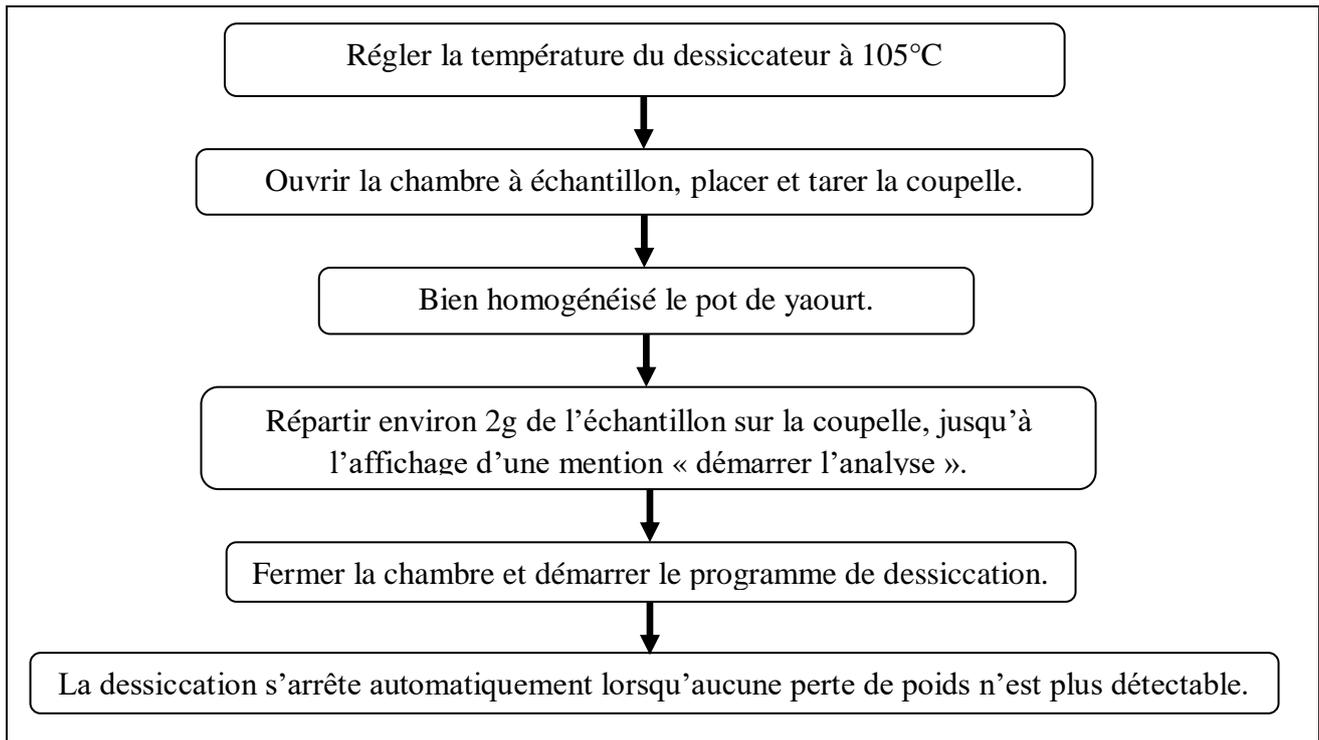
Après centrifugation, Avec le bouchon, faire correspondre le début de la matière grasse avec le 0 du butyromètre et lire directement la teneur en MG (%MG).

**II.4. Mesure de l'extrait sec**

**a. Principe**

Permet de mettre en évidence la quantité de la matière non volatile contenue dans le yaourt à l'aide d'un dessiccateur (figure 13).

**b. Mode opératoire**



**Figure 12 :** protocole de mesure de l'extrait sec du yaourt.

**c. Expression de résultats**

Par une simple lecture sur l'écran du dessiccateur.



**Figure 13 :** photographie représente la détermination de l'extrait sec du yaourt (Originale).

### **III. Analyses sensorielles**

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, de le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse (Tariket, 2016).

L'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens.

Les propriétés organoleptiques sont essentiellement :

- L'apparence (couleur, aspect) révélée par la vision.
- La saveur (arôme, saveur) révélée par le goût.
- La texture (résistance, consistance) révélée par le toucher.

### **IV. Mesure de la synérèse**

La synérèse du yaourt est la quantité du lactosérum résiduel expulsé d'un échantillon du yaourt (Anonyme 4), qui est mesuré par gramme à l'aide d'une balance après fermentation du yaourt par les bactéries lactiques.

### **V. Analyses microbiologiques**

Les analyses microbiologiques de notre produit (yaourt étuvé goût cerise) sont effectuées chaque sept jour durant le stockage à 6°C à partir de J+1 jusqu'à J+40.

#### **V.1. Echantillonnage**

Nous avons prélevé 40 pots de yaourt aromatisé goût cerise après sa maturation, et à partir d'une seule palette issu de la machine RK3.

#### **V.2. Préparation de dilutions**

- La préparation de la solution mère se fait par introduction de 10 g d'échantillon dans un flacon stérile contenant 90 ml de la solution Ringer (Annexe II), puis homogénéiser le mélange.
- A partir de la solution mère réaliser d'autres dilutions décimales, dont 1 ml de la dilution précédente dans 9 ml de la solution Ringer jusqu'à  $10^{-7}$ , avec changement de pipette entre chaque dilution.

#### **V.3. Recherche de germes de contamination**

##### **V.3.1. Recherche de Coliformes Totaux(CT) et Coliformes Fécaux (CF)**

Nous introduisons aseptiquement, 1ml de la solution mère dans deux boites de Pétri vide, nous ajoutons 15ml de la gélose Gélose Lactosée Violet Cristal, au Rouge neutre à la Bile (VRBL) (Annexe II), ensuite nous laissons solidifier les boites; juste après nous rajoutons une deuxième couche du VRBL afin de favoriser l'anaérobiose pour les CF. Après solidification, les boites sont renversées et placées dans l'étuve à 37°C pour les CT et à 44°C pour les CF pendant 48h (figure 14).

- **La lecture**

- Pour les CT, apparition de colonies jaunes.
- Pour les CF, apparition d'un anneau rouge.

### **V.3.2. Recherche de *Staphylococcus aureus***

Nous étalons sur la gélose Baird Parker (Annexe II) 0.1 ml de la solution mère à l'aide d'un râteau. L'incubation est faite à 37°C pendant 48h.

- **La lecture**

Apparition de colonies noir entouré d'une zone claire.

### **V.3.3. Recherche de levures et moisissures**

Nous ensemençons en masse, 1ml de solution mère et on coule environ 15ml du milieu Sabouraud Chloramphénicol (Annexe II). Nous faisons des mouvements en huit à fin d'homogénéiser la boîte, une fois solidifié, la boîte est incubée à 25°C pendant 5J.

- **La lecture**

- Les levures : Aspect souvent identique aux bactéries, elles peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates. Sont pigmentées souvent opaques et elles ont une odeur caractéristique.
- Les moisissures : Colonies toujours pigmentés, à aspect velouté ou moins proéminent.

## **V.4. Recherche et dénombrement de la flore lactique**

### **V.4.1. recherche et dénombrement de *St. thermophilus***

On ensemence 1 ml de chaque dilution  $10^{-6}$  et  $10^{-7}$  en raison de deux boîtes de Pétri, ensuite on coule environ 15 ml du milieu Terzaghi (M17) (Annexe II) et on fait des mouvements en huit à fin de l'homogénéisé. L'incubation est faite après solidification à 37°C pendant 48h (figure14).

- **La lecture**

On dépose les boîtes sur un fond noir et on observe des colonies lenticulaires.

### **V.4.2. Recherche et dénombrement de *Lb. bulgaricus***

On ensemence 1 ml de chaque dilution  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$  en raison de deux boîtes de Pétri pour chaque dilution, ensuite on coule environ 15 ml du milieu de Man Rogosa et Sharpe (MRS) (Annexe II) et homogénéiser en faisant des mouvements en huit. Après solidification on ajoute environ 5 ml du même milieu précédent afin de créer un environnement d'anaérobiose avec utilisation d'une Jarres contenant un sachet générateur de gaz carbonique ( $CO_2$ ). Après refroidissement, les boîtes sont incubées à 37°C pendant 72h.

- **La lecture**

On dépose les boîtes sur un fond noir et on observe des colonies lenticulaires.

## **V.5. Expression des résultats**

Le nombre de micro-organismes par ml est déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{d1(n1+0.1n2)V} \text{ (J.O.R.A. 2004)}$$

Dont :

C : est le nombre de colonies comptées par boîte ;

d1: est le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus ;

n1 : est le nombre de boîtes comptées dans la première dilution ;

n2 : est le nombre de boîtes comptées dans la deuxième dilution ;

v : est le volume par ml.

VI. Mode opératoire

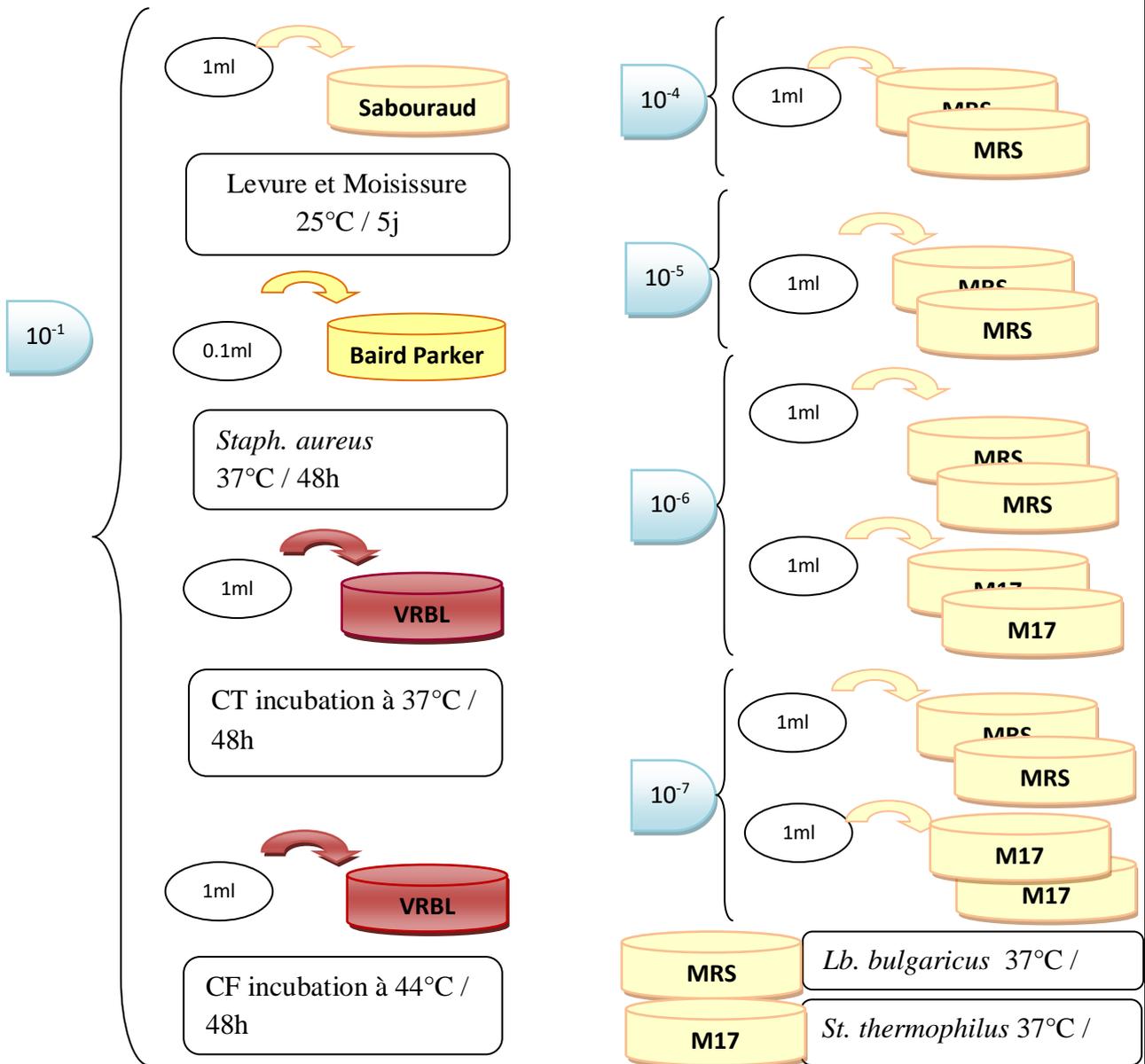
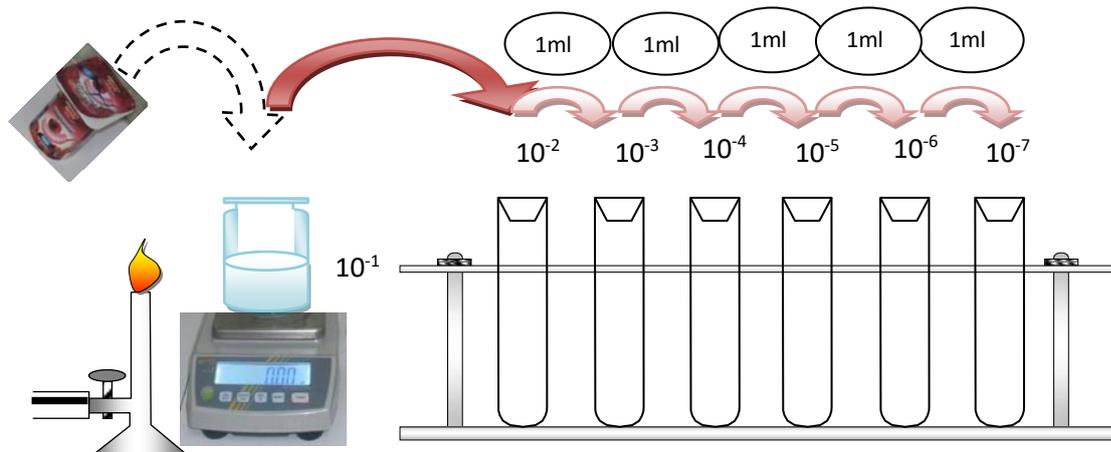


Figure 14 : protocole d'analyse microbiologique.

*Résultats et  
Discussions*

I. Résultats

I.1. Analyses physico-chimiques

I.1.1. Suivre du pH et de l'acidité du yaourt

❖ Évolution du pH et de l'acidité durant la maturation du yaourt

Tableau 01: Résultats du suivi du pH et de l'acidité du yaourt au cours de la maturation.

Temps	pH	Acidité (°D)
8:40	6.64	13.5
9:10	6.60	13.5
9:40	6.38	16.2
10:10	6.14	18
10:40	5.81	27.9
11:10	5.26	43.2
11:40	5.03	51.3
12:10	4.88	57.6
12:40	4.77	62.1
13:10	4.67	68.4
13:40	4.60	70.2
14:10	4.58	72
14:40	4.52	73.8
15:10	4.50	76.5

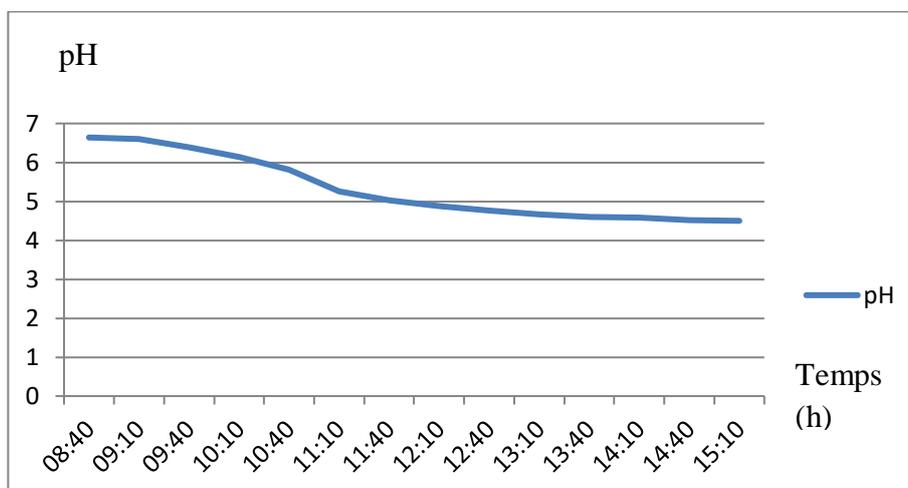
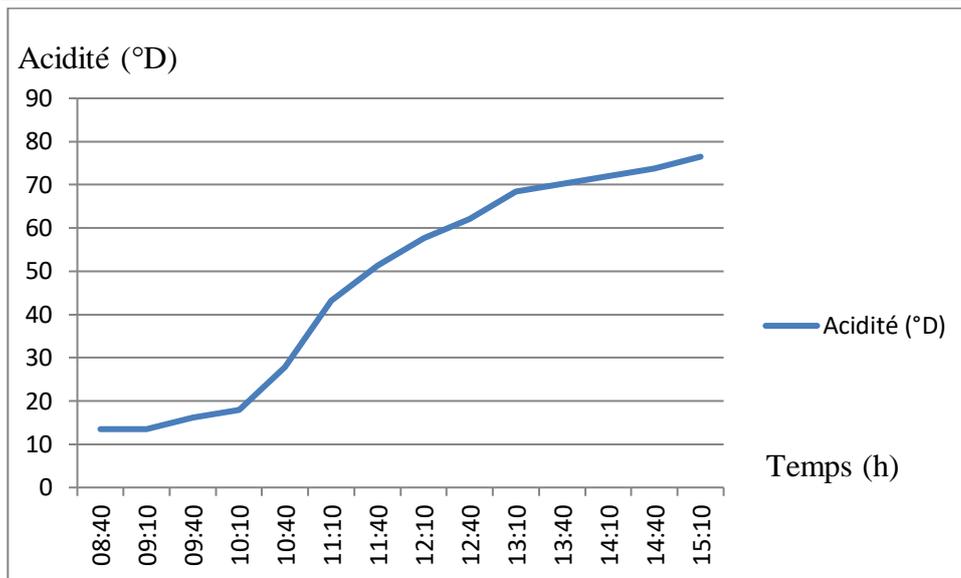


Figure 15 : Résultats du suivi de l'évolution du pH au cours de la maturation du yaourt.



**Figure 16 :** Résultats du suivi de l'évolution de l'acidité au cours de la maturation du yaourt.

Les figures 15 et 16, montrent que le pH diminue progressivement pour passer de 6.64 à 4.50 au bout de 6h et 30 min. Cette dernière est inversement proportionnelle à l'acidité qui augmente d'une valeur initiale de 13.8°D à une valeur finale de 76.5°D.

❖ **Évolution du pH et de l'acidité du yaourt au cours de son stockage à 6°C**

**Tableau 02:** Résultats du suivie du pH et de l'acidité au cours du stockage du yaourt à 6°C.

Temps	pH	Acidité (°D)
J + 1	4.39	81.9
J + 7	4.36	82.9
J + 14	4.35	85.5
J + 21	4.34	87.3
J + 27	4.32	90
DLC	4.30	95.5
DLC + 10	4.29	97.5

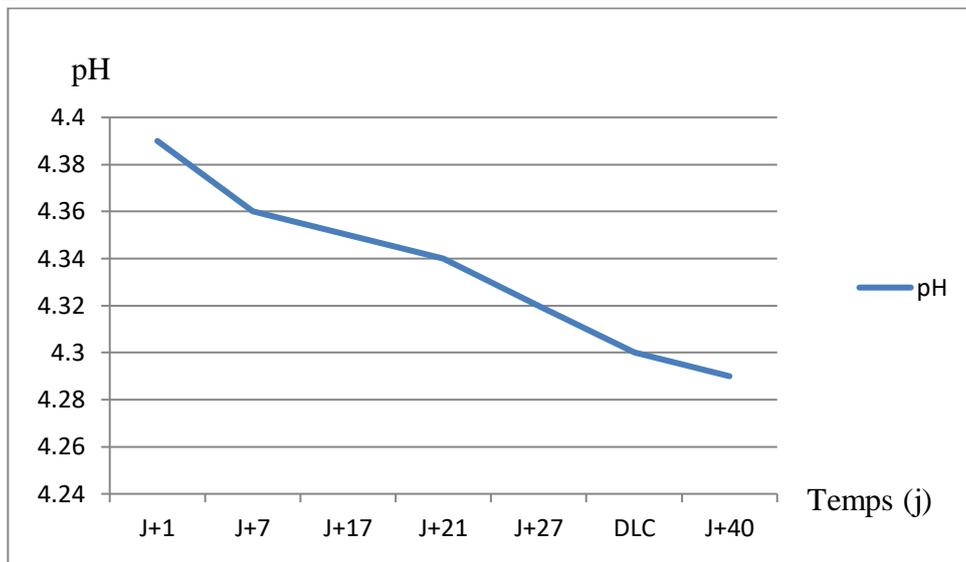


Figure 17 : Résultats du suivi de l'évolution du pH au cours de stockage du yaourt jusqu'à J+40.

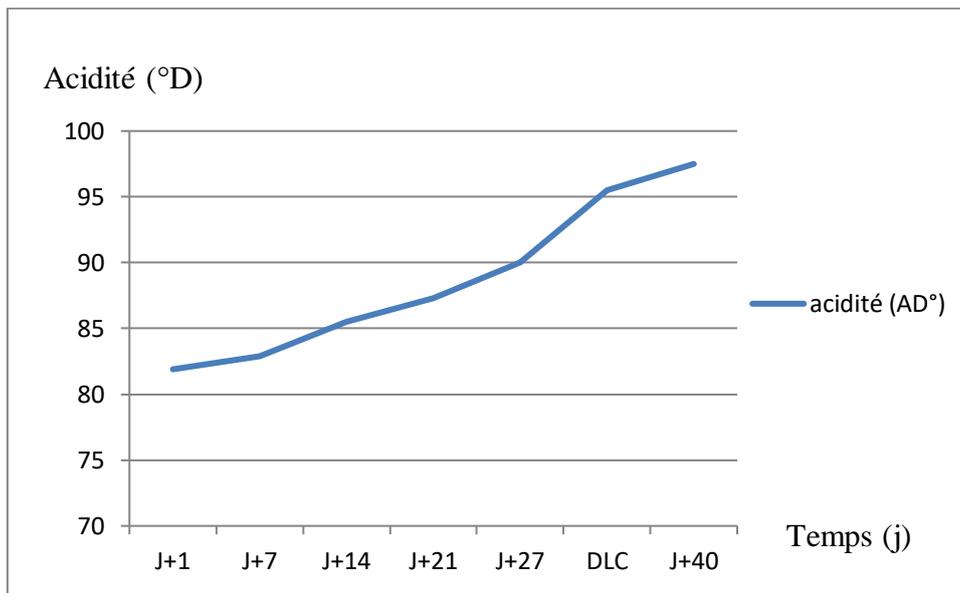


Figure 18 : Résultats de suivi de l'évolution de l'acidité au cours de stockage du yaourt jusqu'à J+40.

Selon les figures 17 et 18, nous observons que le pH diminue de 4.39 à J+1 jusqu'à une valeur de 4.29 à J+40 et que l'acidité évolue progressivement et inversement avec le pH durant toute la durée de stockage d'une valeur de 81.9 °D à J+1 pour atteindre la valeur de 97.5°D à J+40.

I.1.2. mesure de la MG et l'extrait sec du yaourt

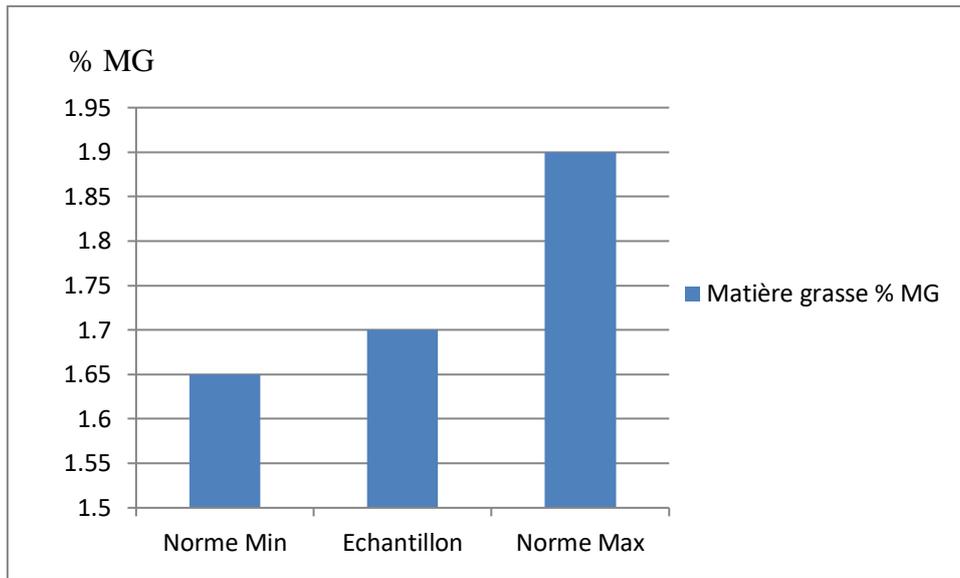


Figure 19 : Résultats de mesure de MG du yaourt

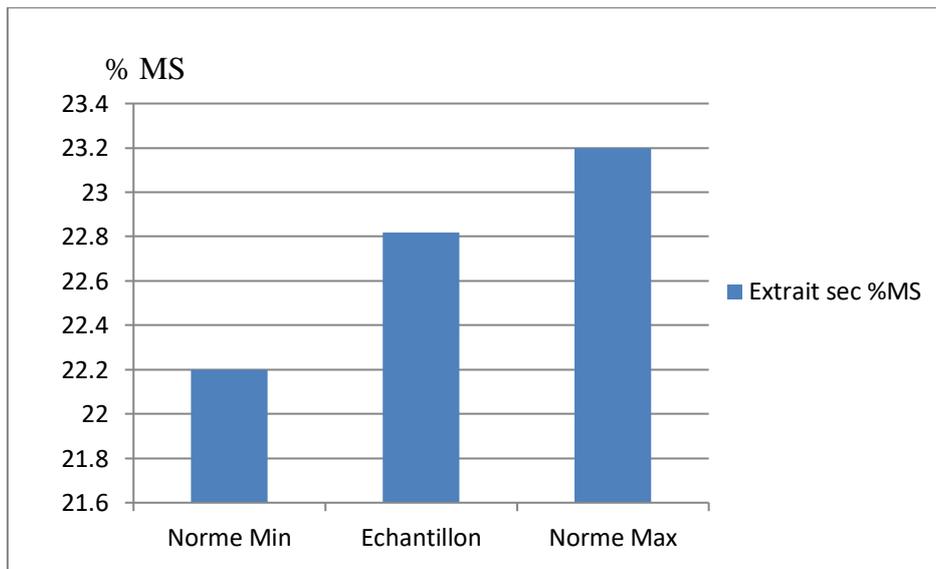


Figure 20: Résultats de mesure de l'extrait sec du yaourt

D'après les résultats obtenus, la valeur de la matière grasse est de 1.7% MG et la valeur de l'extrait sec est de 22.17% MS, on remarque que ces valeurs répond aux exigences normatives.

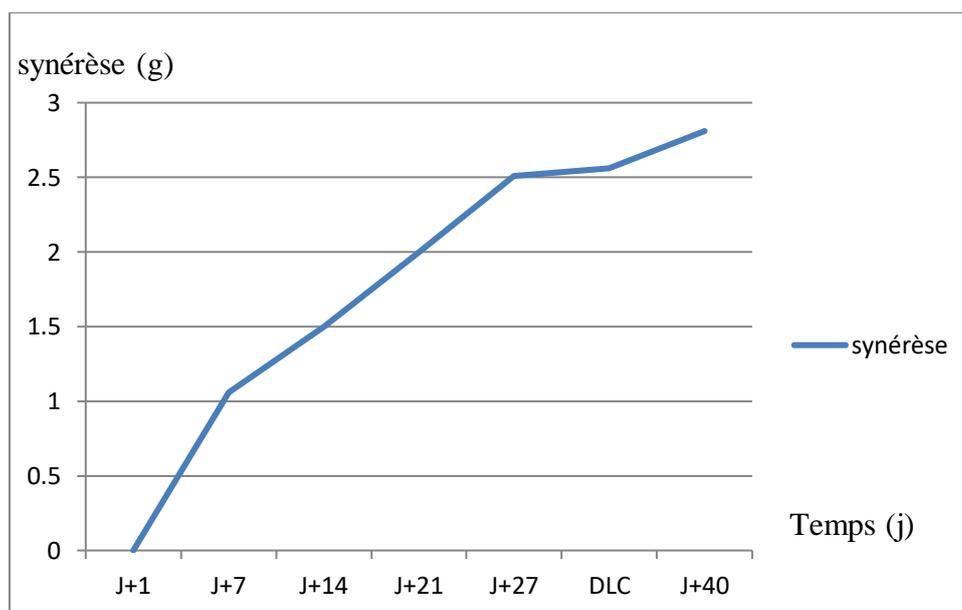
## I.2. Analyses sensorielles

Pour évaluer la qualité organoleptique du produit. Un test de dégustation a été réalisé sur l'échantillon et les résultats de suivi sont illustrés dans le tableau suivant.

**Tableau 03:** Résultats d'évolution de l'analyse sensorielle de yaourt au cours de stockage jusqu'à J+40.

<b>Jours</b> <b>Analyse</b>	<b>Texture</b>	<b>Goût</b>
J + 1	Brillant, lisse, fuyant	. Bon
J + 3	Brillant, lisse, fuyant	. Bon
J + 14	Brillant, lisse, fuyant	. Acide . Arome prononcée
J + 21	Brillant, lisse, fuyant	. Acide . Arome persiste en bouche
J + 27	Brillant, lisse, fuyant	. Très acide . Sensation de l'arome très prononcée
DLC	Brillant, lisse, fuyant	. Sensation de l'arome très prononcée et reste longtemps en bouche
DLC + 10	Brillant, lisse, fuyant	. Sensation de l'arome très prononcée et reste longtemps en bouche

## I.3. Mesure de synérèse



**Figure 21 :** Résultats du suivi de l'évolution de synérèse au cours de stockage jusqu'à J+40.

Les figures 20 et 21, montrent les changements du taux de synérese mesurés durant 40 jours de conservation dans une chambre froide à 6°C. Le yaourt présente une augmentation de la synérese d'une valeur de 0g à J+1 et de 2.81g à J+40.

### I.4. Analyses microbiologiques

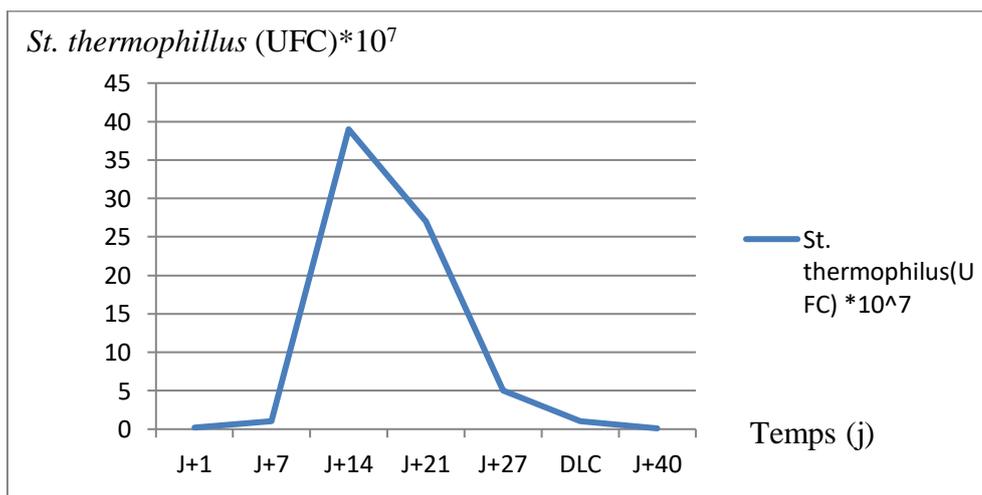
#### I.4.1. Les germes de contamination

**Tableau 04 :** Résultats des analyses microbiologiques portant sur les germes de contaminations et les germes pathogènes.

Détermination	Résultats	Normes (J.O.R.F, 1988)
Coliformes Totaux	ABS	< 10
Coliformes Fécaux	ABS	< 01
<i>Staphylococcus aureus</i>	ABS	ABS
Levures	ABS	ABS
Moisissures	ABS	ABS

#### I.4.2. La flore lactique

##### ❖ Le suivi de *St. thermophilus*

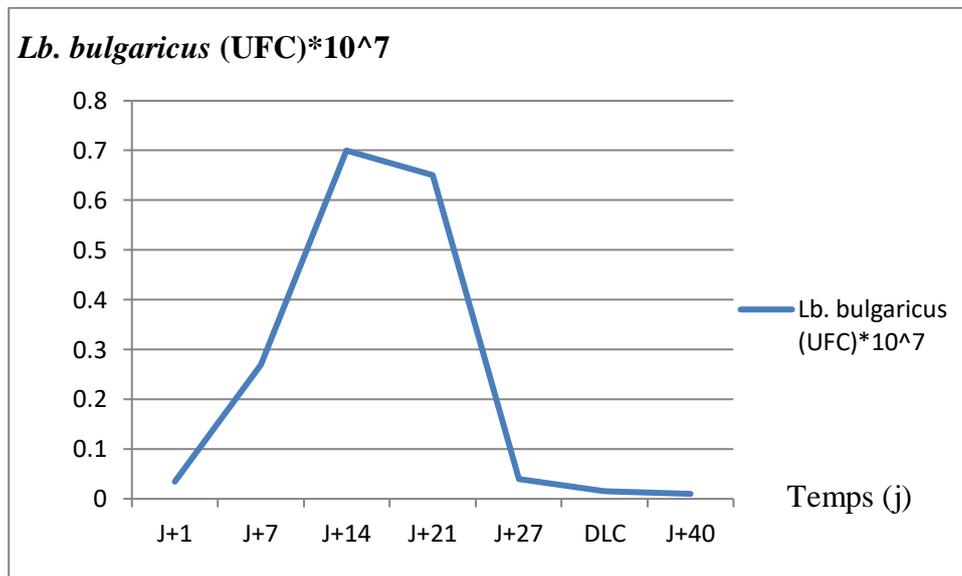


**Figure 22 :** Suivi de l'évolution de *St. thermophilus* dans le yaourt au cours de stockage jusqu'à J+40.

La figure 22, montre que *St. thermophilus* s'évalue progressivement d'une valeur initiale de  $1.7 \cdot 10^6$  UFC/ml durant J+1 jusqu'à ce qu'elle atteigne un seuil maximal de  $3.9 \cdot 10^8$  UFC/ml à J+14,

ensuite elle diminue progressivement jusqu'à une valeur de  $1 \cdot 10^7$  UFC/ml à la DLC et à une valeur de  $1 \cdot 10^6$  UFC/ml au J+40.

### ❖ Le suivi de *Lb. bulgaricus*



**Figure 23 :** Suivi de l'évolution de *Lb. bulgaricus* dans le yaourt durant son stockage à 6°C jusqu'à J+40.

La figure montre que *Lb. bulgaricus* s'évalue d'une valeur initiale de  $3.45 \cdot 10^5$  UFC/ml à J+1 jusqu'à ce qu'elle atteigne un seuil maximal  $7 \cdot 10^6$  UFC/ml au J+14, ensuite elle diminue progressivement jusqu'à une valeur de  $1.5 \cdot 10^5$  UFC/ml à la DLC et à une valeur de  $1 \cdot 10^5$  UFC/ml au J+40.

### II. Discussion

La diminution progressive du pH durant la maturation est due à la production de l'acide lactique par les bactéries lactiques à partir du lactose présent dans le lait et après la transformation du pyruvate en acide lactique (Tariket, 2016). Inversement l'augmentation de l'acidité peut être due à l'accumulation du ferment lactique, aux nouvelles conditions du milieu et aux exigences nutritionnelles les plus prononcées des bactéries lactiques, couplée à la faible concentration du lait en substances azotées facilement assimilables, ce qui ne permet pas une croissance rapide sur ce milieu (loones, 1994).

La diminution du pH après fermentation est expliquée par l'accumulation d'acide lactique provenant du métabolisme des bactéries lactiques qui poursuivent leur croissance en parallèle (Accolas *et al.*, 1977). Après quelques jours de stockage la diminution est faible cela est dû à l'arrêt de la multiplication des bactéries du yaourt mais elles conservent néanmoins une activité métabolique en ralenti. Contrairement, l'augmentation de l'Acidité est due à l'accumulation de l'acide lactique produit par les deux souches bactériennes (Accolas *et al.*, 1977)

Selon nos résultats obtenus par rapport à l'analyse sensorielle, qui est peut être due, d'après Tariket (2016) à l'action des bactéries lactiques qui produisent des polysaccharides provient de la dégradation de lactose et des lipides et minéraux ainsi des protéines après la précipitation des caséines qui joue le rôle de l'agent de texture et de goût et qui donneront au produit fini son caractère onctueux ou filant avec un goût spécifique.

Ces résultats suggèrent que les protéines contribuent à l'augmentation de la quantité d'eau et d'autres composés du lactosérum au niveau du gel de yaourt après la coagulation par l'action des bactéries lactiques. Ainsi que ces résultats peuvent être expliqué par :

- La température de stockage.
- La température et le temps de maturation

D'après nos résultats nous pouvons expliquer l'absence totale de la flore de contamination et de germes pathogènes par, l'efficacité du système de nettoyage en place, le respect des règles d'hygiène durant toutes les étapes de fabrication, depuis la préparation jusqu'au conditionnement, et aussi l'efficacité des traitements technologiques effectués tels que le traitement thermique (pasteurisation à 95°C). En effet, selon Ndiaye (2002) la pasteurisation est un traitement thermique à température modéré (de 90 à 95 °C pendant 5 min), dans le cas d'un produit comme le yaourt cette technique permet de conserver le produit fermenté en dehors de la chaîne de froid tout en

détruisant les germes susceptibles de contaminer le produit durant la fabrication. C'est le cas des CT, CF et *Staphylococcus aureus*.

Les bactéries lactiques peuvent jouer un rôle dans la réduction, ou l'élimination de la flore de contamination ceci par production d'acide lactique et des substances inhibitrices (Mami, 2013).

D'après les résultats obtenus, nous constatons que la flore lactique (*St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus*) croissent avec une même cinétique, ce dernier est caractérisé par deux phases de croissance : la première est une phase de croissance et la deuxième de décroissance.

La phase de croissance est due au pH favorable du milieu; à la présence des nutriments nécessaires à la croissance des deux espèces; et aux variations peu élevées de la température du stockage (Accolas *et al.*, 1977)

La phase de décroissance peut être expliquée par la production d'acide lactique qui acidifie de plus en plus le milieu ce qui fait un pH défavorable et cela engendre un arrêt progressif de la croissance de la flore lactique (Zourari *et al.*, 1991). Et aussi peut être due aux substances inhibitrices (bactériocines) produites par les bactéries lactiques (Juillard *et al.*, 1987).

Le taux des streptocoques est largement supérieur à celui des lactobacilles ceci peut être expliqué par la qualité du ferment utilisé et le temps d'incubation qui a favorisé les streptocoques. Bien qu'un faible taux et temps d'incubation favorise principalement les streptocoques alors qu'un fort taux et temps d'incubation favorise les lactobacilles, ainsi que les lactobacilles sont des thermophiles, de ce fait ils sont très stressés à basse température (Accolas *et al.*, 1977).

La souche de *Lb. bulgaricus* est beaucoup plus acidifiante que *St. thermophilus*. Ainsi le lactobacille peut produire jusqu'à 2.7 % d'acide lactique en abaissant le pH jusqu'à une valeur de 3.6, alors que le streptocoque est limité à un maximum de 0.6 % d'acide lactique pour un pH environ de 4.5. Toutefois, le streptocoque est beaucoup plus aromatique que le lactobacille (Tariket, 2016). Enfin, c'est le streptocoque qui intervient en premier lors de la fermentation en procurant au lactobacille les composants nécessaires à sa fermentation (Zourari *et al.*, 1991).

D'après Accolas *et al.* (1977), les lactobacilles stimulent l'activité acidifiante de streptocoques par la production des acides aminés, inversement les lactobacilles sont stimulés par l'acide formique produit par les streptocoques, ce qui montre qu'il existe une coopération entre les deux souches.

*Conclusion*

### Conclusion

D'après les analyses effectués sur un yaourt étuvé aromatisé goût cerise, nous avons obtenu au cours de notre étude les résultats suivants :

- Une absence totale de la flore de contamination et de germes pathogènes dans le produit.
- Une évolution de *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* durant le stockage à 6°C montre que les deux souches croissent avec une même cinétique, une augmentation puis une diminution.
- Un pH qui diminue inversement à l'acidité qui augmente toute au long du suivie et cela présente un effet inhibiteur sur la flore lactique tout en gardant le taux de ces ferments conforme à la norme.
- Des valeurs d'extrait sec et de matière grasse répondent aux exigences normatives.
- Une bonne qualité organoleptique.

L'ensemble des résultats obtenus montre que le produit fini est de bonne qualité, dont la qualité physico-chimique et microbiologique satisfaisante.

Néanmoins, des études plus approfondies peuvent être réalisées afin de comparer à d'autres produits de différentes marques qui existent sur le marché algérien tel que :

- Analyses physico- chimiques et microbiologiques de la matière première;
- Le suivi de la croissance de la flore lactique au cours de la maturation;
- Réalisation des tests d'identification de la flore lactique.

*Références  
bibliographiques*

---

*A*

**Accolas J.P., Bloquel R., Didienne R. et Regnier J.** (1977). Propriétés acidifiantes des bactéries lactiques thermophiles en relation avec la fabrication du yoghourt. *Lait*. **57**(561-562): 1-23.

Anonyme 1: <http://www.bacterio.cict.fr/s/streptococcus.html>.

Anonyme 2: <https://pixels.com/featured/1-streptococcus-thermophilus-in-yogurt-scimat.html>.  
Consulter le vendredi 8 juin 2018, 17:12:50.

Anonyme 3: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/2100>. Consulter dimanche 3 juin 2018, 13:49:01.

Anonyme 4: <https://www.youlab.fr/blog/ressources-scientifiques-bibliographie/le-lait-et-sacoagulation>. Consulter le samedi 16 juin 2018.

**Assadi M.M., Pourahmad R. et Moazami N.** (2000). Use of isolated kefir starter cultures in kefir production. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. **16**: 541–543.

**Astaire J.C., Ward R., German J.B. et Jiménez-Flores R.** (2003). Concentration of polar MFGM lipids from buttermilk by microfiltration and supercritical fluid extraction. *J. Dairy Sci.* **86**: 2297–2307.

*B*

**Bourlioux P., Braesco V. et Denis Mater D.G.** (2011). Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de nutrition et de diététique*. **46**(6): 305-314.

**Branger C., Zamfir O., Geoffroy S., Laurans G., Arlet G., Thien H. V., Gouriou S., Picard B. et Denanur E.** (2005). Genetic background of *Escherichia coli* and extended-spectrum  $\beta$ -Lactamase type. *Emerg. Infect. Dis.* **11**(1): 54-61.

*C*

**Carole L.V.** (2002). Science et technologie du lait, transformation du lait. Edition: *FTLQ*. 459.

**Carr F.J., Chill D. et Maida N.** (2002). The lactic acid bacteria: A literatur survery. *Crit. Rev. in Microbiol.* **28**(4): 281-370.

**Chaves A.C.S.D., Fernandez M., Lerayer A.L.S., Mierau I., Kleerebezem M. et Hugenhdtz J.** (2002). Metabolic engineering of acetaldehyde production by *streptococcus thermophilus*. *Applied and environmental Microbiology*. **68**(11): 5656-5662.

---

**CODEX STAN A-11(a)-1975.** Codex standard for yoghurt (yogurt) and sweetened yoghurt (sweetened yogurt).

*D*

**Daniel H. cole.** (2002). Pollution and Property: Comparing Ownership Institutions for Environmental Protection. Published by the press syndicate of the University of Cambridge. 202P.

**Décret n° 88-1203, 30 décembre 1988, article 1:** relatif aux laits fermentés et au yaourt ou yoghourt.

**Delorme C., Bartholini C., Bolotine A., Dusko Ehrlich S. et Renault P.** (2010). Emergence of a cell wall protease in the *Streptococcus thermophilus* population. *Applied and environmental Microbiology*. **76**(2): 451-460.

**Desmazeaud M. et Piard J.C.** (1992). Inhibiting Factors produced by lactic acid bacteria. 2. Bacteriocines and other antibacterial substances. *Lait*. **72**(2): 113-142.

*E*

**Eck A. et Gillis J.C.** (2006). Le fromage. 3ème Edition: *tech et Doc*, Lavoisier. Paris. 891P.

**El-shafei H.A., Abd-el-Sabour H., Ibrahim N. et Mostafa Y.A.** (2000). Isolation, screening and characterization of the bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from traditional fermented Food. *microbiol. Res*. **154**(4): 321-331.

*G*

**Ghozlane D.** (2012). Isolment et carracterisation des bactéries lactiques productrices d'arômes (diacétyle). Science Alimentaire. Thèse de doctorat. Ecole National d'Agronomie El- Harrach. Alger. 138P.

**Giraffa G.** (2002). Enterococci from foods. *FEMS Microbiol. Rev.* **26**(2): 163-171.

**Gosta B.** (1995). Produit laitiers de culture. In .Manuel de transformation du lait. Edition: *téta pack processing systems AB. Sweden*. 241-262.

**Guzel-Seydim Z., Seydim A.C. et Greene A.K.** (2000). Organic acids and volatile flavor components evolved during refrigerated storage of kefir. *J. Dairy Sci.*, **83**: 275– 277.

**Herve-Jimenez L.** (2008). Post-genomic analysis of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. bulgaricus: cooperative growth in milk. Thèse doctorat. *Agro Paris Tech*. France. 234P.

**Hols P., Hancy F., Fontaine L., Grossiord B., Prozzi D., Leblond-Bourget N., Decaris B., Bolotin A., Delorme C., Dusko Ehrlich S., Guédon E., Monnet V., Renault P. et Kleerebezem M.** (2005). New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. *FEMS Microbiol. Rev.* **29**(3): 435-463.

**J.O.R.A. 1998** : Arrêté interministériel du 16 Joumada Ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatifs aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation, (J.O. n°86), art 2.

**J.O.R.A. 2004**: Arrêté du 24 mai 2004 rendant obligatoire une méthode de recherche des staphylocoques à coagulase positive pour le lait en poudre. (J.O. n° 43).

**J.O.R.A. 2009** : Loin° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes, (J.O. n°15), art 17 et art 18.

**J.O.R.A.2013** : Décret exécutif n°13-378 du 5 Moharram 1435 correspondant au 9 novembre 2013 fixant les conditions et les modalités relatives l'information du consommateur, (J.O. n°58), art 7, art 12, art 15 et art 27.

**Joseph A.K., Jeremija L.R. et Manfred K.** (1992). Encyclopedia of fermented fresh milk products: An international inventory of fermented milk, Cream, Buttermilk, Whey and related products. *In: Springer Science & Business Media*. 368P.

**Juillard V., Spinnler H.E., Desmazeaud M.J. et Boquien C.Y.** (1987). Phénomène de coopération et d'inhibition entre les bactéries lactiques utilisées en industrie laitière. *Le lait*. **67**(2): 149-172.

**Klupsch H.J.** (1985). Möglichkeiten zur industriellen Herstellung von Kumys aus Kuhmilch. *Deutsche Molkerei Zeitung*. **11**: 293-296.

---

**Kotelnikova E.A. et Gelfand M.S.** (2002). Bacteriocin Production by Gram positive bacteria and the mechanisms of transcriptional regulation. *Russian Journal of Genetics*. **38**(6): 628-641.

*L*

**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 maîtrise. Université de Laval, Canada.

**Larpent S. P.** (1997). Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Edition: *tech et Doc*, Lavoisier, Paris.

**Leory F., Degeest B. et Vuyst L.D.** (2002). A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods. *International journal of Food Microbiology*. **73**(2-3): 251-259.

**Leveau J.Y. et Bouix M.** (1993). Microbiologie industrielle: Les micro-organismes d'intérêt industriel. Edition: *Tec et Doc*. Lavoisier, Paris 8, France. Pp 2-92.

**Loones A.** (1994). Laits fermentés par les bactéries lactiques. In: Bactéries lactiques. Edition: *Lorica*, Paris, France. Pp 135-154.

**Lopez- Diaz T.M., Alonso C., Roman C., Gracia-Lopez M.L. et Moreno B.** (2000). Lactic acid bacteria isolated from a hand-made blue cheese. *Food microbiol.* **17**(1): 23-32.

**Luquet F.M.** (1985). Lait et produits laitiers : Vache, Brebis, Chèvre. Vol.1 : Les laits de la mamelle à laitière. Edition : *Lavoisier*. Paris 398P.

**Luquet F.M.** (1990). Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. tome 2: Les produits laitiers, transformation et technologies. Edition: *Lavoisier Sci. et Tec.* 637P.

**Luquet F.M. et Corrieu G.** (2005). Bactéries lactiques et pro-biotiques. Edition: *Tec et doc*. *Lavoisier*. Londres, Paris, New York. 304P.

*M*

**Mahaut M., Jeantet R., schuck P. et Brulé G.** (2000). Les produits industriels laitiers. Edition: *Tec et Doc*. Paris, France. 178P.

**Mahi M.** (2010). Etude technologique des bactéries lactiques isolées à partir du lait de Berbis.

---

Microbiologie Alimentaire. Thèse de doctorat. Université d'Oran. 107P.

**Mami A.** (2013). Recherche des bactéries lactique productrices de bactériocine à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans la toxi-infection alimentaires en Algérie. Microbiologie Appliquée. Thèse de doctorat. Université d'Oran. 176P.

**Marty-Teyssset C., Delatorre F. et Garel J-R.** (2000). Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbruekii* Subsp. bulgaricus upon aeration: involvement of an NADH Oxidase in Oxidative Stress. *Applied and environmental microbiology*. **66** (1): 262-267.

**Mathara J.M., Schillinger U., Kutima P.M., Mbugua S.K. et Holzapfel W.H.** (2004). Isolation, identification and characterisation of the dominant microorganisms of kule naoto: the Maasai traditional fermented milk in Kenya. *Journal of Applied Microbiology*. **94**(3): 269-278.

*N*

**Navarro L., Zarazaga M., Aenz J.S., Ruiz-larrea F. et Torres C.** (2000). Bactériocin production by lactic acid bacteria isolated from Rioja red wines. *Journal of Applied Microbiology*. **88**(1): 44-51.

*O*

**O'Connell J.E. et Fox P.F.** (2000). Heat stability of buttermilk. *J. Dairy Sci.* **83**: 1728-1732.

**Ozer B.** (2000). Fermented milks. Products of Eastern Europe and Asia. In *Encyclopedia of Food Microbiology*, Robinson R.K., Batt C.A., Patel P.D. Edition: *Academic Press* London. Pp 803-804.

*P*

**Pernoud S., Schneid-Citrain N., Agnetti V., Breton S., Faurie J.M., Marchal L., Obis D., Oudot E., Paquet D. et Robinson T.** (2005). Application des bactéries lactiques dans les produits laitiers frais et effets probiotiques. In : Bactéries lactiques et probiotiques. Luquet F.M .Edition: *Tec et Doc- Lavoisier*. France. 306P.

**Poznanski S. et Rymazewski J.** (1965). Proteolysis during the ripening of Edam cheese with the participation of some bacteria strains. Part 1. Changes in particular nitrogen fractions. *Milchwissenschaft* **20**: 14-20.

**Rasic J.L.J. et Kurmann J.A. (1978).** Yoghurt. Scientific grounds, technology manufacture and preparation. *In. Microbiologie industrielle: Les micro-organismes d'intérêt industriel*, Leveau J.Y., Boux M. Edition: *Tec & Doc*. Paris. 466P.

**Robredo B., Singh K.V., Baquero F., Murray B.E. et Torres C. (2000).** Vancomycin-resistant enterococci isolated from animals and food. *Int. J. of food microbiol.* **54**(3): 197-204.

**Savadogo A. et Traore A. S. (2011).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles de yaourt et laits fermentés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **5**(5): 2057-2075.

**Schmelz E.M., Sullards M.C., Dillehay D.L. et Merrill A.H.J. (2000).** Colonic cell proliferation and aberrant crypt foci formation are inhibited by dairy glycosphingolipids in 1, 2-dimethylhydrazine-treated CF1 mice. *The J. of Nutr.* **130**(3): 522-527.

**Schmidt J.L., Tourneur C. et Lenoir J. (1994).** Fonction et choix des bactéries lactiques en technologie laitière. In : *Bacteries lactiques*, vol II, De Roissart H. et Luquet F.M. Edition: *Lorica*. Pp 37-54.

**Şenel E., Atamer M., Gursoy A. et Ozetekin F.Ş. (2011).** Changes in some properties of strained (suzme) goat's yoghurt during storage. *Small Ruminant Research* **99**(2): 171-177.

**Shihata A. et Shah N.P. (2000).** Proteolytic profiles of yogurt and probiotic bacteria. *I. Dairy J.* **10**(5-6): 401-408.

**Symons. (1993).** Nutritional value of yogurt and fermented milk. DANONE world newsletter. Edition: *Donald Robertson at IDEAS*. 2: 1-17.

**Syndifrais. (1997).** Yaourt, lait fermentés. Mission Scientifique de syndifrais. *Les lais* **77**(3): 321-358.

**Syndifrais. (2002).** Produit laitiers frais. Danone word newsletter. Lettre N01.

**Tailliez P. (2001).** Mini-revue : Les bactéries lactiques, ces êtres vivants apparus il y a près de 3 milliards d'années. *Lait*. **81**(1-3): 1-11.

**Tamime A. (2006).** Fermented Milks. Edition: *Blackwell Science Lid*. 263P.

---

**Tamime AY et Robinson RK.** (1999). *Yoghurt: Science and Technology* (2nd edn). Edition: *CRC Press, Boca Raton*. New York, Washington. 597P.

**Tariket A.** (2016). *Caracterisation du babeurre et son utilisation dans la fabrication d'un yaourt étuvé*. Thèse de doctorat. Université M'hamed Bouguara. Boumerdes. 117P.

*W*

**Wouters J.T.M., Ayad E.H.E., Hugenholtz J. et Smit G.** (2002). Microbes provenant du lait cru pour les produits laitiers fermentés. **12**: 91-109.

*Z*

**Zourari A., Roger A., Chabanet C. et Desmazeaud M.J.** (1991). Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. I. Souches de *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*. *Le Lait. INRA Editions*. **71**(4): 445-461.

*Annexes*

## ANNEXE I

### Matériels et équipements laboratoire d'analyse physico-chimique

#### A. Verreries

- Bécher.
- Burette.
- Erlenmeyer.

#### B. Appareillages

- Balance.
- Centrifugeuse.
- Dessicateur.
- pH-mètre

#### C. Produits chimiques et réactifs

- Acide sulfurique (1.82).
- Alcool iso-amylque.
- NaOH (0,111 – 0.1N).

#### D. Autres Matériels et produits

- Coupelle d'aluminium.
- Eau distillée.
- Spatule.

---

**ANNEXE II****Matériels et équipements laboratoire d'analyses microbiologique****A. Verreries**

- Fiole de (500 – 1000 – 2000 ml).
- Flacon de 250ml.
- Pipettes (1 – 2 – 5 – 10 ml).
- Pipettes PASTEUR.
- Tubes à essai.

**B. Appareillages**

- Autoclave.
- Bain-marie.
- Balance.
- Etuve.
- Plaque chauffante et agitateur magnétique.

**C. Autres Matériels et produits**

- Bec benzène.
- Boîte de patrie.
- Eau distillée.
- Réfrigérateur.

**D. Milieux de cultures**

- Gélose BP (Baird Parker).
- Gélose Sabouraud Chloramphénicol.
- Gélose VRBL (Violet Rouge Bille Lactose).
- M17 (Milieu Terzaghi).
- MRS (Man Rogosa Sharp).
- Ringer.

**E. Préparation des milieux de cultures****I. Gélose (BP) Baird Parker.**

La gélose Baird-Parker est recommandée pour la recherche et la numération des staphylocoques coagulase positive. Son utilisation est recommandée par la pharmacopée européenne et américaine et pour la recherche de *Staphylococcus aureus* dans les aliments.

Ingrédients en grammes pour 950 ml d'eau distillée ou déminéralisée.

- **Formule**

<b>Composition</b>	<b>(gramme / litre)</b>
Peptone pancréatique de caséine ( <b>milieu de base</b> )	10,00g
Extrait de viande de bœuf	05,00g
Extrait de levure	01,00g
Chlorure de lithium	05,00g
Glycine	12,00g
Pyruvate de sodium	10,00g
Agar	20,00g
<b>pH final à 25°C :7</b>	

Le milieu prêt à l'emploi en boites de pétri contient en plus des 950ml du milieu de base, une solution de jaune d'œuf 50ml

- **Conservation**

Le milieu en flacon ou boites se conserve entre 2 et 8°C jusqu'à la date d'expiration indiquée sur l'emballage.

- **Utilisation**

Se conformer aux protocoles en vigueur. Les colonies caractéristiques sont noires, brillantes et convexes (1à1,5 mm de diamètre après 24h d'incubation et 1,5 à 2,5 mm de diamètre après 48h d'incubation) et entourées d'une zone claire qui peut être partiellement opaque. Après 24h d'incubation, peut apparaitre dans cette zone claire un anneau opalescent immédiatement au contact des colonies.

## **II. Gélose Sabouraud Chloramphénicol.**

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

<b>Composition</b>	<b>(gramme/litre)</b>
Glucose monohydrate	40,00
Peptone	10,00
Chloramphénicol	00,05
Bacteriological Agar	15,00
<b>pH final à 25°C : 5,6±0,2</b>	

- **Préparation**

Verser 65g de poudre dans un litre d'eau distillée. Porter à ébullition pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Répartir dans des flacons et les stériliser dans un autoclave à 118-121°C pendant 15 minutes.

### III. VRBL

Milieu sélectif contenant du lactose pour l'isolement et la numération des coliformes dans l'eau, les produits alimentaires et laitiers.

- **Formules**

<b>Compositions</b>	<b>(gramme / litre)</b>
Extrait de levure	3,0
Peptone	7,0
Chlorure de sodium	5,0
Sels biliaires n°3	1,5
Lactose	10,0
Rouge neutre	0,03
Cristal violet	0,002
Agar	12,0
<b>pH 7,4±0,2</b>	

500 grammes permettent de préparer 13 litres de milieu.

- **Préparation**

Verser 38,5g de poudre dans un litre d'eau distillée. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Ne pas autoclave. Bien mélanger et répartir dans des flacons stériles.

- **Conservation**

Conserver le milieu déshydraté à 10 – 30°C jusqu'à la date de péremption indiquée sur le flacon. Conserver le milieu prêt à l'emploi à 2 – 8°C et l'utiliser rapidement.

- **Apparence**

Milieu déshydraté : couleur paille rosée, poudre lisse.

Milieu préparé : gélose pourpre foncé.

#### IV. Milieu M17 (Milieu Terzaghi)

Pour améliorer la croissance des streptocoques lactiques et celle de leur bactériophages, et pour dénombrer sélectivement *Streptococcus thermophilus* dans les yaourts.

- **Formule**

Composition	(grammes / litre)
Tryptone	5,00
Peptone de soja	5,00
Infusion de viande	5,00
Extrait de levure	2,50
Acide ascorbique	0,50
Sulfate de magnésium	0,25
Glycérophosphate disodique	19,00
Agar	11,00
<b>pH 6,9 ± 0,2</b>	

- **Préparation**

Verser 55g de poudre dans 1L d'eau distillée et porter doucement à ébullition. Stériliser 15 minutes à 121°C à l'autoclave. Refroidir à 50°C.

- **Conservation**

Conserver ce milieu déshydraté à 10 – 25°C jusqu'à la date de péremption indiquée sur le flacon. Conserver le milieu prêt à l'emploi à 2 – 8°C

#### V. Milieu MRS (Man Rogosa Sharp)

Les ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisé :

- **Formule**

Composition	(grammes / litre)
Peptone	10,00
Acétate de sodium	5,00
Extrait de viande	10,00
Sulfate de magnésium	0,10
Extrait de levure	5,00
Sulfate de manganèse	0,05

Glucose	20,00
Phosphate disodique	2,00
Polysorbate	801,00
Agar	15,00
Citrate d'ammonium	2,00
<b>pH final à 25°C : 6,5 ± 0,2</b>	

- **Préparation**

Verser 62g de poudre dans un litre d'eau distillée. Porter à ébullition pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Répartir dans des flacons et les stériliser dans un autoclave à 118-121°C pendant 15 minutes.

- **Principe**

La gélose MRS (Man Rogosa Sharp) est utilisée pour la culture des Lactobacilles. La sélectivité du milieu est uniquement assurée par son pH. Le milieu acidifié à pH 5,4 permet de dénombrer *Lactobacillus bulgaricus* dans les yaourts et à pH 5,7 le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles. Il est conseillé d'employer un milieu plus sélectif pour des prélèvements fortement contaminés.

- **Conservation**

Le milieu en flacons se conserve entre 2 et 8°C jusqu'à la date d'expiration indiquée sur l'emballage.

## VI. Milieu Ringer

<b>Composition et préparation de milieu Ringer</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 litres de l'eau distillée.</li> <li>• 0,18 g/l de calcium chloride déshydrate.</li> <li>• 0,15 g/l de sodium bicarbonate.</li> <li>• 0,33 g/l de potassium chloride.</li> <li>• 6,75 g/l de sodium chloride.</li> <li>- Mettre le tout dans un bécher.</li> <li>- Addition d'un agitateur.</li> <li>- Autoclavage à 121°C pendant 15-20 min.</li> </ul>

## ANNEXE III

Tableau : liste des descripteurs sensoriels avec leurs protocoles.

Descripteur	Définition & protocoles d'évaluation	Echelles & bornes
Intensité de la couleur	Caractérisé l'aspect plus ou moins intense de la couleur du produit. Observer l'intensité de la couleur à la surface de produit.	0 : Blanc 10 : Très rose
Brillant	Caractérisé l'aspect plus ou moins brillant du produit. Après avoir plongé la cuillère dans le produit, ôter l'excédent de produit en tapant la cuillère sur le rebord du pot puis observer l'aspect de sa surface sur le dos de la cuillère.	0 : Très mat 10 : Très brillant
Granuleux	Caractérisé l'aspect le plus ou moins lisse, non granuleux du produit. Après avoir plongé la cuillère dans le produit, ôter l'excédent de produit en tapant la cuillère sur le rebord du pot puis observer l'aspect de sa surface sur le dos de la cuillère.	0 : Très lisse 10 : Très granuleux
Moussant	Caractérisé l'aspect le plus ou moins foisonné, aéré du produit). Après avoir pris une cuillère, observer l'aspect plus ou moins moussant du produit dans la cuillère.	0 : Pas moussant 10 : Très moussant
Consistant à la cuillère	Caractérisé l'aspect le plus ou moins consistant, ferme du produit à la cuillère. A l'aide d'une cuillère positionnée dans le pot, évaluer la résistance du produit en tournant la cuillère 03 fois lentement en cercles horizontaux, sans toucher les bords ni le fond.	0 : Pas consistant (liquide) 10 : Très consistant
Cassant	Propriété du produit à conserver sa structure initiale après la prise d'une cuillère. Plus le produit reste intact plus il est cassant. Introduire la cuillère dans le produit puis prendre une cuillère.	0 : Pas cassant (liquide) 10 : Très cassant
Résistant à la cuillère	Caractérisé l'aptitude du produit à résister face à la pression d'une spatule. Evaluer l'enfoncement d'une spatule positionnée verticalement dans le produit.	0 : Pas résistant (liquide) 10 : Très résistant
Fuyant en bouche	Caractérisé l'aptitude du produit à se fluidifier une fois mis en bouche au moment de l'avaler. Prendre une cuillère de produit en bouche puis noter la facilité à l'avaler.	0 : Pas fuyant 10 : très fuyant
Collant en bouche	Caractérisé la tendance du produit à adhérer au palais. Prendre une cuillère en bouche, la presser contre le palais et noter l'importance de l'effet "ventouse" entre la langue et le palais.	0 : Pas d'effet ventouse 10 : Fort effet ventouse
Grumeleux	Caractérisé la sensation de plus ou moins grumeleuse sur la langue.	0 : Pas grumeleux 10 : Très grumeleux
Astringent	Caractérisé l'astringence perçue dans le produit. Prendre une cuillère de produit en bouche et noter son astringence, la sensation de resserrement, des papilles gustatives, de sécheresse sur la langue.	0 : Pas astringent 10 : Très astringent
Acide	Caractérisé l'acidité perçue dans le produit. Prendre une cuillère de produit en bouche et noter son acidité.	0 : Pas acide 10 : Très acide
Sucré	Caractérisé la perception de la sensation sucrée dans le produit. Prendre une cuillère de produit en bouche et noter son caractère sucré.	0 : Pas sucré 10 : Très sucré
Amer	Caractérisé l'amertume perçue dans le produit. Prendre une cuillère de produit en bouche et noter son amertume.	0 : Pas sucré 10 : Très sucré
Intensité de l'arôme	Caractérisé l'intensité de l'arôme. Prendre une cuillère de produit en bouche et évaluer l'intensité de l'arôme dès le début.	0 : Sensation de l'arôme inexistante 10 : Sensation de l'arôme très prononcé
Consistance de l'arôme en bouche	Caractérisé la persistance en bouche de l'arôme. Prendre une cuillère du produit en bouche et évaluer la persistance de l'arôme (après disparition du produit en bouche).	0 : La persistance de l'arôme part vite 10 : La sensation de l'arôme reste longtemps en bouche

## Résumé

Le yaourt est parmi les produits les plus consommés au monde en raison de sa richesse en calcium et en vitamine, pour cela nous sommes intéressés dans notre étude effectuée au laboratoire de SARL RAMDY, sur le suivi de ses caractères physico-chimique, microbiologique et sensorielle tout au long de son stockage à 6°C. Les résultats obtenus montrent que le pH diminue jusqu'à atteindre 4.29 et l'acidité augmente à une valeur de 97.5°D, une absence totale de germes pathogènes. Par contre, *Streptococcus thermophilus* augmente d'une valeur de  $1.7 \cdot 10^6$  UFC/ml à J+1 pour atteindre  $3.9 \cdot 10^8$  UFC/ml à J+14 suivie d'une diminution progressive jusqu'à  $1 \cdot 10^7$  UFC/ml à la DLC et de  $1 \cdot 10^6$  UFC/ml à J+40, et que *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* s'évalue aussi d'une valeur initiale de  $3.45 \cdot 10^5$  UFC/ml à J+1 jusqu'à ce qu'elle atteigne  $7 \cdot 10^6$  UFC/ml à J+14, ensuite elle diminue à une valeur de  $1.5 \cdot 10^5$  UFC/ml à la DLC et  $1 \cdot 10^5$  UFC/ml à J+40. D'après les résultats le yaourt est de bonne qualité.

**Mots clé:** SARL RAMDY, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, pH, Acidité.

## Abstract

The yoghurt is among the products more consumed in the world because of its high content in calcium and vitamin, for that we are summoned interested in our study carried out in the laboratory of private limited company RAMDY, on followed by its characters physico-chemical, microbiological and sensory all along its storage with 6°C. The got results show that the pH decreases until reaching 4.29 and acidity increases with a value of 97.5°D, a complete lack of pathogenic germs. On the other hand, *Streptococcus thermophilus* increases by a value of  $1.7 \cdot 10^6$  UFC/ml in J+1 to reach  $3.9 \cdot 10^8$  UFC/ml in J+14 followed by a progressive reduction until  $1 \cdot 10^7$  UFC/ml in the DLC and of  $1 \cdot 10^6$  UFC/ml in J+40, and that *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* is evaluated also initial value of  $3.45 \cdot 10^5$  UFC/ml in J+1 until it reaches  $7 \cdot 10^6$  UFX/ml in J+14, the nit decreases with a value of  $1.5 \cdot 10^5$  UFC/ml to the DLC and  $1 \cdot 10^5$  UFC/ml in J+40. According to the results the yoghurt is of good quality.

**Keywords:** SARL RAMDY, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, pH, Acidity.