

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
لكلية علوم الطباعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mlle HALLOUZ Wahiba

Pour obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : CONTROLE DE QUALITÉ DES ALIMENTS

Thème

*Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique
du yaourt étuvé élaboré au niveau de la laiterie Sidi Khaled
(Tiaret)*

Soutenue publiquement le : 08 / 07 / 2021

Devant le Jury

Président	Mm. MAGHNIA.DJ	MCB	U. de Mostaganem
Examinatrice	Mm. YAHIAOULH	MCB	U. de Mostaganem
Encadreur	Mm. ADJOUJ. F	MCB	U. de Mostaganem

Année universitaire : 2020 /2021

Remerciements

Nous tenons, en premier lieu, à rendre grâce à Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.

Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciement et notre sincère gratitude à notre promotrice adorée : Mme ADJOU DJ pour son suivi ; sa patience, sa compréhension et ses précieux conseils.

Ainsi que les membres du jury d'avoir accepter d'évaluer notre travail : La présidente Mme MAGHNIA, l'examinatrice Mme YAHIAOUI.

Nous remercions vivement les responsables de l'unité SIDI KHALED, de nous avoir offert l'opportunité d'effectuer notre stage de fin de cycle au sein de leur entreprise et tout le personnel du laboratoire de contrôle de qualité, du laboratoire process et du laboratoire microbiologie pour leur aide technique et scientifique ainsi pour leur disponibilité et gentillesse.

Merci à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici notre estime, notre sympathie ainsi que nos vifs remerciements.

Dédicaces

Je dédie ce travail ...

***À mes chers parents ma mère et mon père
Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur
Encouragement***

***À mes très chères sœurs adorables Pour leur amour et encouragement je
leurs souhaite une vie plein de bonheur et beaucoup de réussite***

À mes chères copines : **Wissem, Ilhem, Anfal, Asma, Fatima Zohra.**

***À Toute la promotion d'agronomie option Contrôle de Qualité des
aliments***

2020 /2021

Wahiba

Résumé

Le yaourt est un des produits laitiers les plus consommés par la communauté, en particulier les enfants. C'est pour cela qu'il doit être soumis à un contrôle alimentaire strict, en raison des risques qui peuvent toucher la santé du consommateur.

Notre étude a été effectuée au niveau du laboratoire de la laiterie Sidi Khaled, située dans la zone industrielle ZAAROURA Tiaret, le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du produit fini où nous avons analysé 20 échantillons du yaourt étuvé.

Les résultats ont montré :

- Une bonne qualité physico-chimique.
- l'absence totale des salmonelles, des coliformes fécaux et totaux et des levures et des moisissures.

Ceux-ci peuvent être dus à l'application de bonnes mesures de manipulation et les bonnes règles d'hygiène à tous les stades de fabrication du produit.

Mots clés : Yaourt, étuvé, laiterie, qualité microbiologique, physico-chimiques.

Abstract

Yogurt is a dairy products most consumed by the community, especially children. This is why it must be subject to strict dietary control, because of the risks that may affect the health of the consumer.

Our study was conducted in the laboratory of the dairy Sidi Khaled, located in the industrial area of Ben ZAAROURA Tiaret, on controlling the physico-chemical and microbiological quality of the finished product where we analyzed 20 samples of steamed yogurt.

The results showed:

- A good physico-chemical quality.
- The total absence of salmonella, fecal and total coliforms, yeasts and molds.

These may be due to the application of good handling measures and good hygiene at all stages of manufacture.

Keywords: Steamed yogurt, dairy, microbiological quality, physicochemical

ملخص

يعتبر الزبادي من مشتقات الحليب الأكثر استهلاكاً من طرف المجتمع وخاصة فئة الأطفال، لذلك فإن تسويته يجب أن يكون خاضعاً لرقابة غذائية صارمة، وهذا راجع للمخاطر التي يمكن أن يسببها لصحة المستهلك.

تمثل مكان عملنا في ملبنة سيدي خالد الواقعة في المنطقة الصناعية- 'زعرورة' تيارت-، وفيها قمنا باختبار 20 عيّنة الزبادي. وقد أظهرت نتائج الدراسة جودة فيزيوكيميائية وميكروبيولوجية من جيدة بالغياب التام للبكتيريا الممرضة كالمونريال والبيكتيريا اللدالة على العتادات الكولونية الكبريتية، وكذا الخمائر والفطريات.

وهذا قد يكون نتيجة لتطبيق تدابير المعالجة الجيدة، والنظافة الجيدة في جميع مراحل التصنيع.

الكلمات المفتاحية: زبادي، ملبنة، الجودة الفيزيوكيميائية، الميكروبيولوجية.

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 01 : Classification des protéines du lait de vache (Pougheon, 2001).	04
Tableau 02 : Composition minérale du lait de vache (Jeannet et <i>al</i> , 2007).	04
Tableau 03 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (Alais, 1984).	06
Tableau 04 : Flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002).	07
Tableau 05 : Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002).	13
Tableau 06 : La teneur moyenne pour 100 grammes de produit (Mahaut et <i>al</i> ; 2000).	14
Tableau 07 : Défauts du yaourt (luquet, 1990 ;Mahaut et al.,2000 ;Jeantet et al.,2008)	24
Tableau 08 : Critère microbiologique de yaourt (J.O. R. A. N35 du mai 1998)	30
Tableau 09 : Milieux de culture ou réactifs utilisés en fonction des germes ou paramètres recherchés.	32
Tableau 10 : Analyses physicochimiques du produit fini.	40
Tableau 11 : Analyses microbiologiques du produit fini.	44

Liste des figures

Figure	Page
Figure 01 : Observation au microscope électronique de l'espèce <i>Streptococcus thermophilus</i> .	17
Figure 02 : Observation au microscope électronique de l'espèce <i>Lactobacilles bulgaricus</i>	18
Figure 03 : Métabolisme complémentaire de <i>Strptococcus thermophilus</i> et de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dans le lait (Driessen, 1982).	20
Figure 04 : Diagramme de fabrication du yaourt étuvé.	21
Figure 05 : Yaourt étuvé produit au niveau de la laiterie (Sidi Khaled)	31
Figure 06 : Détermination du pH par un pH-mètre	33
Figure 07 : Détermination de l'Acidité titrable	34
Figure 08 : Détermination de l'extrait sec total par un dessiccateur	35
Figure 09 : Détermination de la teneur en matière grasse	36
Figure 10 : Histogramme représentatif des valeurs du pH	40
Figure 11 : Histogramme représentatif des valeurs de l'acidité	41
Figure 12 : Histogramme représentatif des valeurs d'extrait sec total	42
Figure 13 : Histogramme représentatif des valeurs de la matière grasse	43
Figure 14 : absence de colonies des Coliformes totaux sur milieu VRBL	45
Figure 15 : absence de colonies des Coliformes fécaux sur milieu VRBL	45
Figure 16 : absence de colonies de <i>Staphylococcus aureus</i> sur milieu Baird Parker	45
Figure 17 : absence de colonies des levures et moisissures	46

Liste des abréviations

°C	Degré Celsius
°D	Degré Dornic
ABS	Absence
BP	Baird Barker
CO2	Dioxyde de Carbone
EPS	Exopolysaccharides
EPT	Eau Peptone Tamponnée
EST	Extrait sec total
FAO	Food and Agriculture Organization
g /l	gramme par litre
g	Gramme
h	Heure
H+	ion d'hydrogène
H2O2	Peroxyde d'hydrogène
H2SO4	acide sulfurique
ISO	International Standard Organisation
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
KJ	Kilojoule
MG	Matière Grasse
mg	milligramme
min	Minutes
ml	millilitre
N°	numéro
NaOH	Soude
OGA	Gélose Glucosé à loxytétracycline
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PL	poudre de lait

pH	potentiel d'hydrogène
SM	solution mère
Tr/min	Tours par minute
TSE	tryptone sel eau
V	Volume
VRBL	Gélose Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le lait

1. Définition du lait.....	02
2. Composition du lait	02
Eau	03
Glucides	03
Matières grasses.....	03
2. 4. Protéines.....	03
2.5. Minéraux	04
2 .6. Vitamines	05
2 .7. Enzymes	05
3. Propriétés organoleptiques et physico-chimiques du lait	05
Propriétés organoleptiques	05
Propriétés physicochimiques.....	06
4. Microflore du lait.....	06
La flore originelle	06
La flore de contamination	07
5. Principales activités des micro-organismes dans le lait.....	07
6. Différents types du lait.....	08
Lait cru	09
Laits traités thermiquement.....	09
7. Lait fermenté.....	10
Définition du lait fermenté.....	10
Les principaux types du lait fermenté.....	10

Chapitre II : Généralité sur le yaourt

1. Historique et définition	12
Historique	12
Définition du yaourt	12
2. Les différents types de yaourt	13
3. Composition du yaourt.....	14
Les glucides.....	14
Les protéines.....	14
Les lipides	14
Les minéraux	15
Les vitamines.....	15
4. Les matières premières	15
Le lait frais	15
Poudre de lait	15
L'eau	15
4.4 .Sucre	16
4.5. Arome	16
5. Caractéristiques des bactéries du yaourt.....	16
5 .1 .Caractéristiques générales des bactéries du yaourt.....	16
5 .1.1. <i>Streptocoques Thermophiles</i>	16
5 .1.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	17
6. Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt	18
Production d'acide lactique	18
6.2 .Activités protéolytique.....	18
6.3. Activité aromatique.....	19
6 .4. Activités texturants	19
7. Symbiose entre les souches du yaourt	19
8. Processus de fabrication du yaourt	21
Réception du lait	22
8 .2. Standardisation	22
Homogénéisation	22
Traitement thermique.....	22
Fermentation lactique	23
Conditionnement et stockage	23

9. Accidents de fabrication	23
10. Intérêts nutritionnels du yaourt	25
Chapitre III: Qualité du yaourt	
1. Le contrôle de qualité	26
Définition de contrôle	26
Définition de la qualité.....	26
Composants de la qualité	26
But du contrôle de qualité	27
Objectifs du contrôle de qualité.....	27
Niveaux de contrôle de qualité	27
Assurance et maîtrise de la qualité	28
Axe de la sécurité alimentaire	28
2. Qualité du yaourt	29
Facteurs influant sur la qualité du yaourt.....	29
Contrôle de la qualité du yaourt	29
Contrôle physico-chimiques.....	29
Contrôle microbiologique	29

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1. Matériel	31
2. Méthodes.....	32
2. 1. Analyses physico-chimiques	32
Détermination de potentiel Hydrogène (pH).....	32
Détermination de l'Acidité titrable	33
Détermination de l'extrait sec total.....	34
Détermination de la matière grasse.....	35
Analyses microbiologiques	36
Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	37
Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	37
Recherche de Salmonella	38
Recherche et dénombrement de levures et moisissures	39

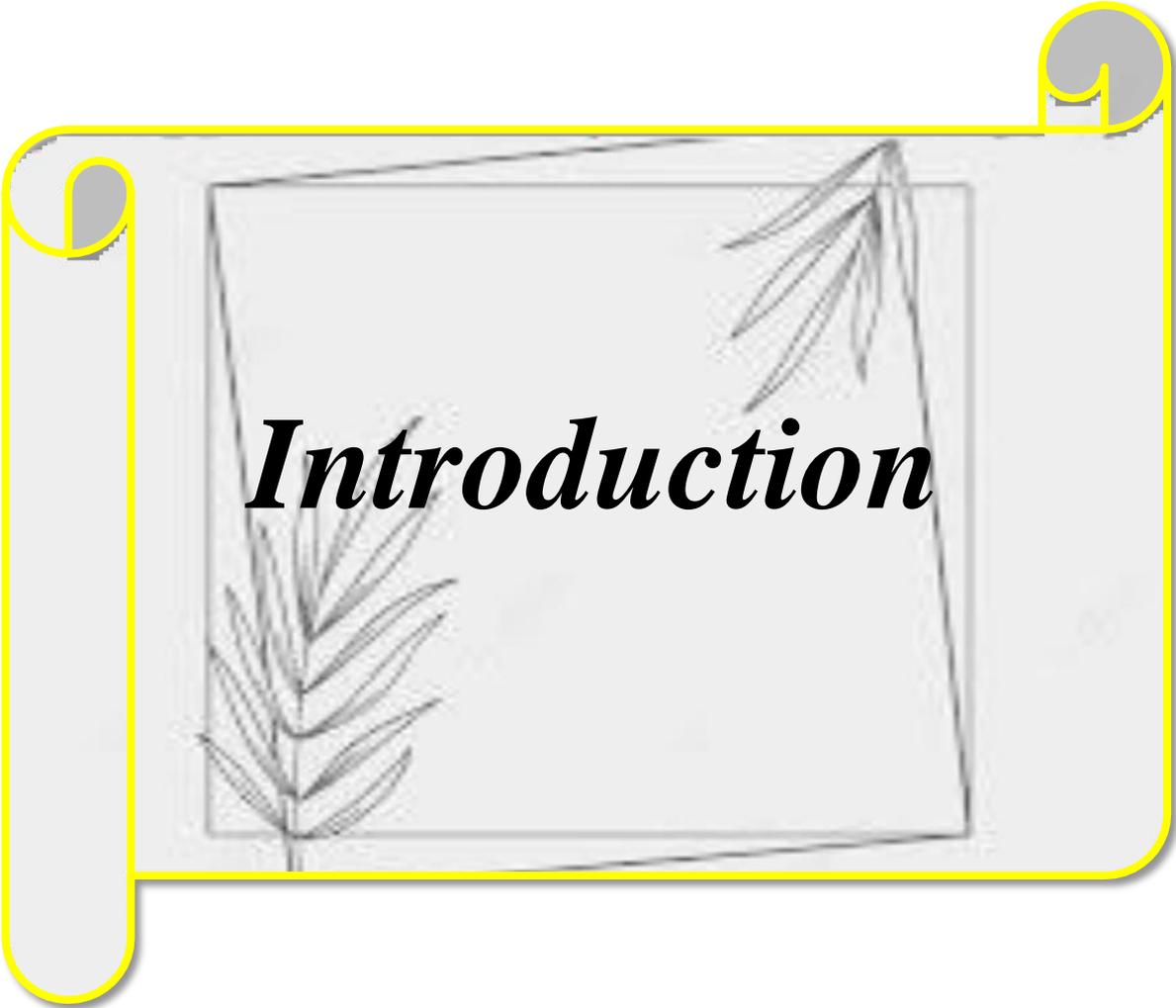
3. Expression des résultats	39
-----------------------------------	----

Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physico-chimiques	40
2. Interprétation des résultats physico-chimiques	40
Détermination du pH	40
Détermination de l'acidité titrable	41
Détermination du taux d'extrait sec total.....	42
Détermination du taux de matière grasse.....	43
3. Résultats des analyses microbiologiques	43
4. Interprétation des résultats microbiologiques	44
Coliformes totaux et fécaux	44
<i>Staphylococcus aureus, salmonelles</i>	45
Levures et moisissures	46
Conclusion	47

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

Introduction

Le lait est un aliment intéressant du point de vue nutritionnel, riche en vitamines, calcium, glucides, protéines et en lipides (Tome, 2002).

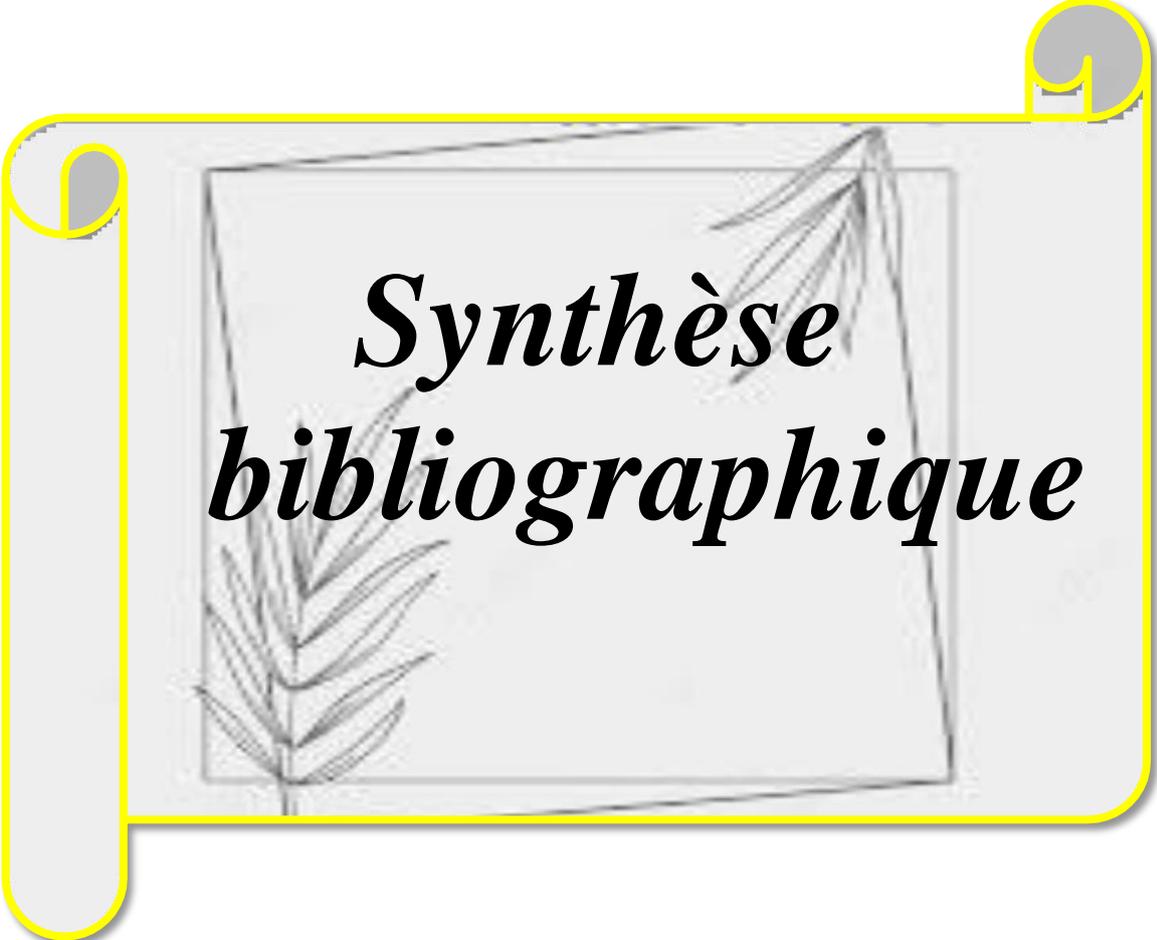
Comme le lait est un produit qui s'altère facilement donc il est traditionnellement transformé sous une forme qui permet de le conserver le plus longtemps possible dont la fermentation est le mode de transformation le plus utilisé. (Luquet ,1990).

La production laitière est une industrie en plein essor susceptible d'offrir des produits frais satisfaisant aux exigences et aux désirs du consommateur. Parmi les produits laitier les plus consommés : les laits fermentés, qui représentent une vaste gamme de produits, se distinguent entre eux par leurs propriétés organoleptiques et nutritionnelles et leurs confèrent une bonne qualité alimentaire (Mahaut et *al.*, 2000 ;Emilie. F, 2005).

Le yaourt est le lait fermenté le plus connu et pratiquement le seul qui soit fabriqué et consommé (Luquet ,1990) ; et obtenu par la multiplication dans de deux bactéries lactiques associées *streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus*, ces bactéries lactiques sont cultivés sur le lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer le plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante. Après la fermentation le yaourt est refroidi a des températures basses il est alors prêt a être consommé.

Le yaourt joue un rôle important dans le régime alimentaire, c'est pour cela qu'il devrait répondre à des critères de stabilité hygiénique bien précis afin de protéger la santé de consommateur et garantir des qualités organoleptiques, biochimiques et nutritionnelles supérieures (Lee et Lucey, 2010).

Dans ce contexte, le travail présenté qui est réalisé au sein de l'unité Sidi Khaled vise à Evalué les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques du yaourt étuvé, et tout ca fondé sur une approche d'avoir un produit répond au norme et à l'exigence de consommateur.



***Synthèse
bibliographique***

Chapitre I : Généralité sur le lait

1. Définition du lait

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et interrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (Noblet, 2012).

D'après le Codex Alimentarius (1999), le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme un liquide ou un traitement ultérieur. Le lait est un aliment très nutritif qui peut être obtenu à partir d'une variété de sources animales telles que les vaches, les chèvres, les brebis et les buffles, ainsi que les humains destinés à la consommation humaine (Quigley *et al*, 2013). Selon Deforges *et al*, en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

2. Composition du lait

Le lait est liquide opaque, de saveur légèrement sucrée, sans odeur accentuée. Son pH moyen varie entre 6,6 et 6,8. Sa densité se situe entre 1,026 et 1,034. De ce fait, l'expression de taux (de matières azotées et de matières grasses), toujours légèrement plus faible en poids par rapport au volume (Perreau, 2014).

Selon Franworth et Mainville (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes, Il est seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la race qu'il permet de développer (Mittaine, 1980). D'après Pougheon et Goursaud (2001) Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon sont :

- . L'eau, très majoritaire
- . Les glucides principalement représentés par le lactose
- . Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras
- . Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire
- . Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles
- . Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments

Eau

Elle forme une solution vraie avec les glucides, les minéraux, une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles, une suspension colloïdale avec les micelles de caséines et une émulsion avec les matières grasses. Le lait de chèvre est constitué de 87% d'eau (Amiot et al. 2002).

Glucides

Le lactose est le glucide le plus important du lait, d'autres glucides peuvent provenir de l'hydrolyse du lactose (glucose, galactose). Certains glucides peuvent se combiner aux protéines, formant des glycoprotéines ou peuvent se trouver sous forme libre (Amiot et al, 2002).

Matières grasses

Les MG se trouvent dans le lait sous forme de globules sphérique : « les globules gras » (Perreau., 2014), visible au microscope optique en émulsion dans la phase aqueuse du lait (Pointurier et Adda, 1969). Le taux de MG est diffère d'une race a une autre, d'une espèce a une autre et selon l'alimentation. Leurs densité est de 0,94 et rend l'émulsion instable. Ainsi, ils ont tendance à remonter en surface pour former la crème lorsque le lait est en repos.

Leur importance dans le lait est chiffrée par TB, c'est-à-dire le taux butyreux correspondant au rapport entre la quantité de MG produite rapportée à la quantité de lait (Perreau., 2014).

2. 4. Protéines

Le lait contient en moyenne 3,5% de protéines. Cette teneur varie selon l'alimentation de l'animal, les saisons et le cycle de lactation (Fredot, 2005). Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait. On les classe en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité (tableau 01) : d'une part, les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles, d'autre part les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur (Vignola, 2002).

Tableau 01: Classification des protéines du lait de vache (Pougeon, 2001).

Noms	% des protéines	Nombre d'acides aminés
Caséines	75-85	199
Caséine α S1	39-46	207
Caséine α S2	8-11	209
Caséines β	25-35	169
Caséines k	8-15	
Caséines g	3-7	
Protéines du lactosérum	15-22	
β -Lactoglobuline	7-12	162
α -Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0,7-1,3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1,9-3,3	-
Protéoses-peptones	2-4	-

2.5. Minéraux

La matière minérale du lait, répartie de manière complexe, est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique (Gueguen, 1979). La teneur globale du lait en ces éléments est de 1%. Le lait est bien pourvu en calcium, phosphore « ce qui traduit sa bonne adaptation aux besoins de croissance des jeunes », potassium, chlore, sodium, magnésium. En revanche, le lait a une très faible teneur en fer (Perreau, 2014).

Tableau 02: Composition minérale du lait de vache (Jeannet et al, 2007).

Éléments minéraux	Concentration (mg.kg-1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

2.6. Vitamines

Le lait a d'assez fortes teneurs en vitamines (Perreau, 2014) qui sont des molécules complexes mais de taille beaucoup plus faible que les protéines. On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupes B et vitamines C très faible teneur).
- les vitamines liposolubles (A, D, E, K) associées à la matière grasse (Pougheon ; Goursaud., 2001).

2.7. Enzymes

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, déshydrogénase (oxydase) et oxygénases les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température optimums de traduisant par une activité maximale (Perreau., 2014).

3. Propriétés organoleptiques et physico-chimiques du lait

Propriétés organoleptiques

- **Couleur**

Le lait pur frais est un liquide de couleur blanc mat plus au mois jaunâtre selon la teneur en beta-carotène de sa matière grasse (Gosta, 1995).

- **Odeur**

La présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique, franche agréable pas d'acidité à l'odorat, l'odeur est mieux appréciée par chauffage à 35°C pour déceler une odeur anormale. (Gosta, 1995).

- **Saveur**

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait normal car elle provient de l'association d'éléments diversement appréciés selon l'observateur. En effet, on distingue la saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl ou lait des animaux atteint de mammites (Martin, 2000).

Propriétés physicochimiques

Les propriétés physico-chimiques du lait sont plus ou moins stable, elles dépendent soit de l'ensemble des constitutions comme la densité, soit des substances en solution comme le point de congélation ou encore des concentrations en Ions comme le pH (acidité).

Les principales propriétés physico-chimiques du lait sont représentées par sa densité, son acidité, son point de congélation et son point d'ébullition (Vignola, 2002) (Tableau 03).

Tableau 03 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (Alais, 1984).

Caractéristiques	Valeurs
Densité à 20 °C	1,028 – 1,033
Densité de matière grasse	0,94 – 0,96
Acidité Dornic °D	15°D - 17°D
Point de congélation	-0,52 °C -0,55 °C
Point d'ébullition	100,15 °C - 100,17 °C
pH à 20 °C	6,6 – 6,8

4. Microflore du lait

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement (Gosta, 1995).

La flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³germes/ml) (CUQ, 2007).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi *streptocoques lactiques* et *lactobacilles*. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Varnam et Sutherland, 2001) (tableau 04).

Tableau 04 : Flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002).

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus sp</i>	10-30
<i>Streptococcus sp ou Lactococcus sp</i>	< 10
Gram négatif	< 10

La flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (Vignola, 2002).

- **La flore d'altération**

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération ; les coliformes, et certains levures et moisissures (Essalhi, 2002).

- **La flore pathogène**

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux) ou bien liées à l'Homme (Brisabois et *al*, 1997). Parmi ces germes : *Salmonelles*, *Listeria*, *Staphylocoque*.

5. Principales activités des micro-organismes dans le lait

Les altérations du lait sont associées à la multiplication de levures, moisissures et bactéries. Les contaminations bactériennes sont les plus fréquentes et les plus importantes et leurs potentialités de développement les plus à craindre. Ces processus de dégradation sont possibles, lorsque les conditions du milieu environnant sont favorables à la prolifération

microbienne et à l'activité enzymatique. De graves défauts de goût et d'odeur peuvent apparaître (Kim et *al.*, 1982). Parmi ces activités :

- **Acidification**

C'est une production d'acide lactique à partir du lactose par les ferments lactiques lors de leur croissance. Un tel processus conduit à la coagulation de la caséine et à la prise en masse du lait. Selon la température du lait et les bactéries impliquées, le phénomène de coagulation sera plus ou moins rapide : de 10°C à 37°C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Streptococcus lactis* avec plus rarement association avec des coliformes, *entérocoques*, *microcoques* et *lactobacilles*. Au dessus de 37°C, les germes en cause sont *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis* et *Lactobacillus bulgaricus*. A des températures inférieures à 10°C, le processus est plus lent, la prise en masse nécessite un délai relativement important. Le caillot peut être dégradé dans une seconde étape par les espèces psychrotrophes protéolytique : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, microcoques ... (Guiraud et Galzy, 1980 ; Leyral et Vierling, 2007).

- **Protéolyse**

Au cours de leurs activités métaboliques, certains microorganismes, grâce à l'action de leurs protéases, dégradent des fractions protéiques du lait. Ce phénomène produit la libération de sous produits très variés, dont des peptides à longue ou courte chaîne à l'origine des goûts amers. Les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* (Vignola, 2002 ; Guiraud, 2003).

- **Lipolyse**

La lipolyse est une réaction enzymatique de dégradation de la matière grasse qui se traduit dans le lait par une augmentation de la teneur en acides gras libres. Au-delà de certains seuils, cette augmentation peut provoquer l'apparition de défauts de goûts (rance) dans les produits laitiers (Heuchel et *al.*, 2003). Dans un lait cru réfrigéré, la flore dominante est représentée par les psychrotrophes. 70% ou plus de cette population possèdent une activité lipolytique. Cependant, elle n'est perceptible au goût qu'à partir des teneurs de 106 à 107 germes/ml, c'est-à-dire pour des laits crus considérés comme très pollués (Chilliard et Lamberet, 1984).

6. Différents types du lait

Les laits destinés à la consommation humaine existant actuellement, peuvent être classés en deux catégories, selon le mode de traitement :

- Lait cru : sans traitement thermique.
- Laits traités thermiquement.

Lait cru

Le lait cru est un produit intéressant sur le plan de la nutrition puisqu'il n'a subi aucun traitement d'assainissement lui permettant d'assurer une meilleure conservation, sa production et sa commercialisation doivent être sévèrement contrôlées en raison des risques qu'il peut encore présenter pour la santé.

En effet, il doit :

- Provenir d'animaux reconnus indemnes de brucellose et de tuberculose (maladies transmissible de l'animal à l'homme) dans le cadre de prophylaxie collective obligatoire.
- D'exploitations bien implantées
- Être préparé (traite, conditionnement, stockage) dans des conditions hygiéniques satisfaisantes.
- Satisfaire à des critères microbiologiques déterminés (témoins de contamination) jusqu'à la date limite de consommation. (Luquet, 1990)

Laits traités thermiquement

Selon le degré de traitement thermique qui permet une augmentation de la durée de conservation, deux types de lait sont distingués :

- a- Laits pasteurisé,
- b-Laits stérilisé. (Luquet, 1990)

a-Laits pasteurisés

La pasteurisation est un traitement thermique qui est capable de détruire l'agent de transmission de la tuberculose (bacille de Koch). Elle se pratique dans des appareils à plaque ou à tubes. Deux catégories de laits pasteurisés sont à distinguer :

- lait pasteurisé conditionné,
- lait pasteurisé de haute qualité. (Cerf et *al.*, 1996)

b- Laits stérilisés

Selon le procédé de stérilisation, Le lait stérilisé et le lait stérilisé U.H.T.définis en 1977 sont distingués. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation. (Luquet, 1990)

c- Laits aromatisés

Ce sont tous des laits stérilisés auxquels des arômes autorisés sont ajoutés (notamment cacao, vanille et fraise). (Luquet, 1990)

7. Lait fermenté

Définition du lait fermenté

Selon la réglementation française, un lait fermenté est un produit laitier composé exclusivement de matières premières d'origine laitière (lait et constituants du lait), ayant subi une pasteurisation et une fermentation par des micro-organismes spécifiques et caractérisé par une teneur en acide lactique minimale (0,6 %). Il peut être additionné de certains ingrédients lui conférant une saveur spécifique (sucre, arômes, préparations de fruits), à condition que cette addition n'excède pas 30 % du poids du produit fini (Sodini et Beal, 2012).

Les principaux types du lait fermenté

Il existe un grand nombre de laits fermentés qui diffèrent par leur matière première, leur flore microbienne, leur technologie, leur texture, leur goût et leur durée de conservation (FAO, 2002). Certains sont voisins, mais présentés sous des noms variés. Parmi ces types de produits on trouve :

❖ L'ben

L'ben est un lait fermenté, résultant du développement de certains microorganismes qui dégradent le lactose en acide lactique ou dans certains cas en alcool éthylique ce qui fait de lui un lait acidifié (Veisseryre, 1979).

❖ Le raïb

Peut être produit du lait cru ou du lait en poudre. Les levains lactiques dégradent le lactose en acide lactique et confèrent par la suite, une acidité favorable à la conservation du produit et à la coagulation de la caséine qui forme un gel avec très peu d'exsudation du lactosérum (Mechai et Kirane, 2008).

❖ Le kéfir

C'est un lait fermenté alcoolisé, avec un goût fortement acide et de légers arômes de levures et d'alcool. Il est le fruit d'une fermentation lactique par *lactobacilles*, *streptocoques* et d'une

levure qui transforme le lactose en alcool. On le retrouve en Asie du sud-ouest, en Europe de l'est (Vignola, 2002).

❖ Le koumis

C'est aussi un lait fermenté alcoolisé auquel on ajoute 2,5% de sucre et est souvent consommé sous forme de boisson. On utilise généralement comme ferment un mélange symbiotique de *Lactobacillus delbruekii ssp bulgaricus* et de levures du genre *Saccharomyces* (Vignola, 2002).

❖ Le yaourt

Le yaourt est le lait fermenté le plus connu et pratiquement le seul qui soit fabriqué et consommé ; et obtenu par la multiplication dans de deux bactéries lactiques associées, vivantes et nombreuses pendant la durée de vie du produit, qui doit donc être conservé au froid. (FAO ; 1995)

Dans la fabrication du yaourt, on peut utiliser le lait entier, le lait écrémé ou le lait partiellement écrémé. Il est recommandé, soit de concentré préalablement le lait, soit plus simplement de lui ajouter avant pasteurisation une quantité de poudre de lait écrémé soluble, afin de porter son extrais sec s'il s'agit de lait gras ou partiellement écrémé (Veisseyre ; 1979).

Chapitre II : Généralité sur le yaourt

1. Historique et définition

Historique

Originnaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) provient de « yoghurmark » qui signifie « épaissir » (Tamine et Deeth, 1980).

Les écrits les plus anciens relatifs aux yaourts sont attribués à Pline l'Ancien, celui-ci ayant remarqué que certaines tribus savaient « épaissir le lait en une matière d'une agréable acidité ». Il existe des preuves de l'existence de produits laitiers fermentés dans un but alimentaire depuis au moins le III^e millénaire av. J.-C (Lablondele, 2007). Dans le sillage des découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux micro-organismes présents dans le lait. En 1905, le Bulgare Stamen Grigorov a découvert, la bactérie *Lactobacillus bulgaricus* qui donne l'acidité au yaourt (Lablondele, 2007). Les yaourts et les produits fermentés frais, identifiés comme aliments bénéfiques pour la santé, sont aujourd'hui des produits de grande consommation. Ainsi, selon une enquête du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, la production de yaourt et d'autres laits fermentés ne cesse de croître. La dynamique actuelle de ce marché oblige donc les industriels à formuler sans cesse de nouveaux produits laitiers frais (Enkelejda, 2004).

Définition du yaourt

D'après le CODEX ALIMENTARIUS, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé avec ou sans addition de substances (lait en poudre, les protéines...) les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants. Les bactéries lactiques doivent êtreensemencées simultanément et trouvées vivantes dans le produit à raison d'au moins 10^7 bactéries/g. Lors de la mise en consommation, la quantité d'acide lactique libre contenue dans le yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8g pour 100g de produit (Mahaut *et al.*, 2000).

Dénomination du produit : elle varie selon les langues, mais les termes les plus utilisés sont « yoghurt » ; « yoghurt » ou « yaourt ».

2. Les différents types de yaourt

Il existe plusieurs variétés de yaourt qui diffèrent par leur composition chimique, leur technologie de fabrication ainsi que leur saveur. Le tableau 05 résume les différentes catégories de yaourt.

Tableau 05: Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002).

Les différents types	Caractéristique
<p>a) Selon la teneur en matière grasse :</p> <p>*Yaourt entier</p> <p>*Yaourt partiellement écrémé</p> <p>*Yaourt écrémé</p>	<p>MG minimum 3%</p> <p>MG moins de 3% et plus de 0,5%</p> <p>MG maximale 0,5%</p>
<p>b) Selon la technologie de fabrication :</p> <p>*Le yaourt étuvé ou ferme</p> <p>*Le yaourt brassé</p> <p>*Le yaourt à boire</p>	<p>*Ce sont des yaourts nature ou aromatisés, qui ont une texture ferme à surface lisse incubé et refroidi en pot.</p> <p>*Il présente une texture presque fluide. Amené à une consistance crémeuse après coagulation, incubé en cuve et refroidi avant le conditionnement.</p> <p>*Similaire au type brassé mais dont le coagulum est réduit à l'état liquide avant conditionnement.</p>
<p>c) Selon les additifs alimentaires :</p> <p>*Yaourt aromatisé</p> <p>*Yaourt fruité</p> <p>*Yaourt light</p>	<p>*Addition d'arôme.</p> <p>*Addition de fruit.</p> <p>*Addition d'édulcorant sans sucre.</p>

3. Composition du yaourt

Le yaourt diffère d'un type à un autre selon la composition en protéine : lipide, glucide, calcium, sodium, potassium, phosphore. Le tableau ci-dessus représente la composition des différents types de yaourt.

Tableau 06 : La teneur moyenne pour 100 grammes de produit (Mahaut et al ; 2000).

	Teneur moyenne pour 100 gramme de produit							Valeur énergétique
	protéine	lipide	glucide	calcium	Sodium	potassium	phosphore	KJ
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201
Yaourt aromatisé	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230

Les glucides

La fermentation du lait conduit principalement à la baisse de la teneur en lactose de 20 à 30% après être de l'ordre de 4,5g pour 100g. Pour cela, la dégradation du lactose sous l'action de β -galactosidase où lactase conduit à la formation de glucose, galactose et de l'acide lactique qui est assuré par les bactéries lactiques (Syndifrais ;2002).

Les protéines

Les bactéries lactiques produisent des enzymes qui hydrolysent partiellement les protéines du lait. De plus, leur équilibre en acides aminés est excellent, ce qui leur confère une bonne valeur biologique (Syndifrais ; 2002).

Les lipides

Il existe une hydrolyse très modérée des triglycérides pendant la fermentation du yaourt qui n'a pas d'incidence nutritionnelle observable (Symons ; 1993).

Les minéraux

C'est surtout la richesse en calcium du yaourt et du lait fermentés qui est essentielle. La poudre de lait ajoutée lors de la fabrication du yaourt augmente en effet la teneur en calcium essentiellement 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 par les bactéries lactiques. La composition en vitamines varie en fonction de leur teneur dans le lait utilisé (entier ou partiellement écimé) par contre les vitamines du groupe B présentes en quantités intéressantes proviennent du lait utilisé (Daniel ; 2002).

4. Les matières premières

Le lait frais

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. C'est aussi l'un des rares à convenir à toutes les tranches d'âge (nourrissons, enfants, adolescents, adultes, personnes âgées) qui le consomment tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés (fromages, yaourts, crèmes glacées...etc.). (Jeantet et *al.*, 2008)

Poudre de lait

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par élimination de l'eau du lait, du lait entièrement ou partiellement écrémé, de la crème ou d'un mélange de ces produits, et dont la teneur en eau n'excède pas 5% en poids du produit fini (taux d'humidité maximale). La qualité hygiénique doit être excellente (Multon, 1992). Selon la teneur en matière grasse du lait, on démontre trois catégories de poudre de lait : la poudre de lait entier, poudre de lait partiellement écrémé (26%) et poudre de lait écrémé (0%). (Anonyme, 2010)

L'eau

Elle doit être potable et notamment répondre aux standards fixés par l'OMS. Sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène. Leur recherche nécessitant des techniques spéciales, on choisit comme indicateurs de pollution des germes de contamination fécale qui sont plus faciles à identifier, à dénombrer et plus communs (bactéries coliformes,

dont *E.coli*, *Streptocoques fécaux*, *Clostridium sulfito-réducteur*). Si l'eau n'est pas potable de façon permanente, il est indispensable de la traiter, notamment par la pasteurisation ou la chloration. Sur le plan physicochimique, elle ne doit contenir ni pesticides, ni nitrates, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 et un pH voisin de la neutralité.

4.4 .Sucre

Le sucre est un produit alimentaire d'origine végétale, composé pour l'essentielle de saccharose, et de diverses substances naturelles appartenant à la classe des glucides, extrait à partir de la betterave ou de la canne à sucre responsable d'une quatre saveurs gustatives fondamentales : le sucré (Multon, 1992).

4.5. Arôme

Le terme <<arôme>> désigne les ingrédients alimentaires destinés à donner des saveurs à des aliments. Les arômes sont des ensembles complexes de composés volatiles que sont perçus par les organes olfactifs et gustatifs. Les arômes sont des molécules organique de faible masse moléculaire ($M < 400$ daltons). Les hydrocarbures des composés possèdent un ou plusieurs groupements fonctionnels (alcool, phénol, ester) et divers hétérocycles. Le goût et l'odeur sont des critères essentiels pour déterminer la qualité d'un produit par le consommateur. Ces critères sont basés sur le choix de la matière aromatique utilisée (Craizet, 1998).

5. Caractéristiques des bactéries du yaourt

5.1 .Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

5. 1.1. *Streptocoques Thermophiles*

Streptococcus thermophiles est une Cocci, Gram positif, anaérobie facultative, non mobile. On la trouve dans le lait fermenté 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 isolée éclusément du lait et du produit laitiers sous forme de coques disposées en chaîne de longueurs variable ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50 °C. Son métabolisme est du type homofermentaire (Affer, 2013).

Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnus, arabinose et de mannose) (Affer, 2013). (figure 01)

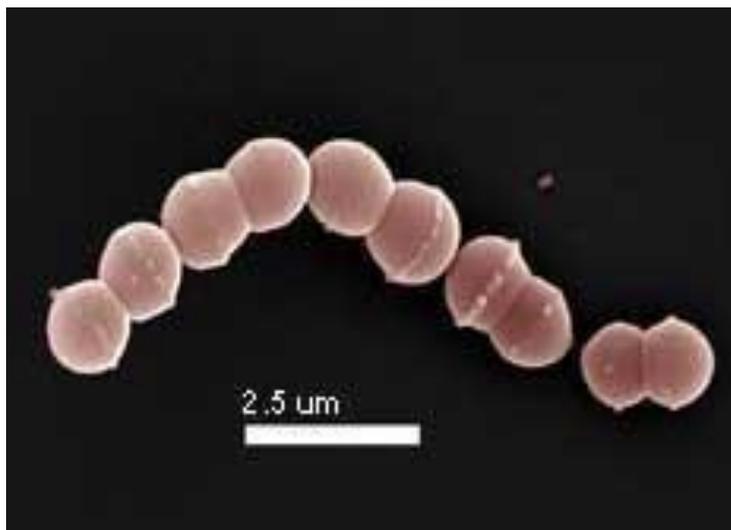


Figure 01 : Observation au microscope électronique de l'espèce *Streptococcus thermophilus*.

5.1.2. *Lactobacillus bulgaricus* :

Lactobacillus Bulgaricus est un bacille Gram positif, immobile, sporulée, micro-aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucre par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenté les pentoses.

Lactobacillus bulgaricus est une bactérie thermophile, très exigeante en Calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement de qualité organoleptique et hygiénique du yaourt (Affer, 2013).

Ces deux bactéries tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relie au peroxyde d'hydrogéné (H_2O_2) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le system le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elle sont dite micro-aérophile (Affer, 2013). (figure 02)

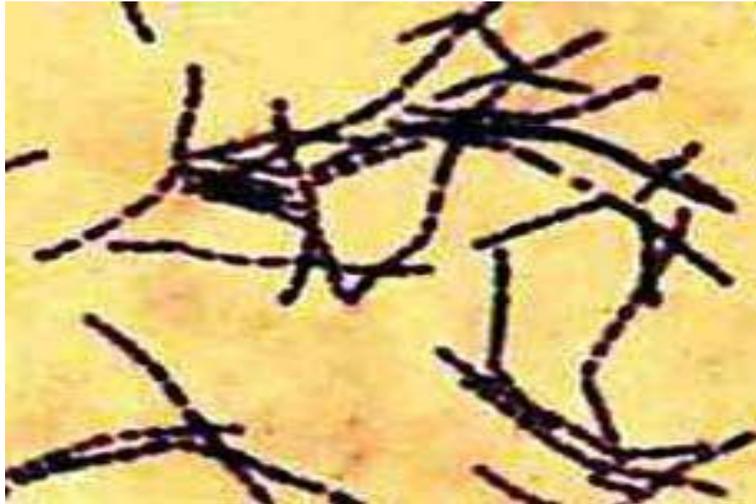


Figure 02 : Observation au microscope électronique de l'espèce *Lactobacilles bulgaricus*

6. Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt

Production d'acide lactique

Production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologies laiterie, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien. Le métabolisme est de type hormofermentaire (production exclusif d'acide lactique).

L'acide du yaourt est communément exprimé en degré Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0.1 \text{ g/l}$ d'acide lactique). Elle se situe entre 90 et 130 °D (Tahar, 2013).

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

- Il aide à déstabiliser les micelles de caséines, ce qui conduit à la formation du gel
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt,
- Intervient comme inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes indésirables (Tahar, 2013).

6.2 .Activités protéolytique

Les bactéries lactiques sont dotées de protéolytique complexe par leur nature et leur location, car pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, elles doivent dégrader les protéines. Elles possèdent des endopeptidases liées aux parois qui peuvent parfois être de type acide ou neutre, des exopeptidases également associées aux enveloppes cellulaires. Le niveau de ces

activités protéolytiques peut varier en fonction d'un certain nombre de facteurs physico-chimiques ou génétiques.

La température de croissance et le pH du milieu sont également des facteurs qui peuvent affecter le niveau de production d'enzymes (Ghalem, 2014).

6.3. Activité aromatique

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui intervient dans la formation de ces composés dans une fermentation de type hétérofermentaires, Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé (Affer, 2013).

6.4. Activités texturants

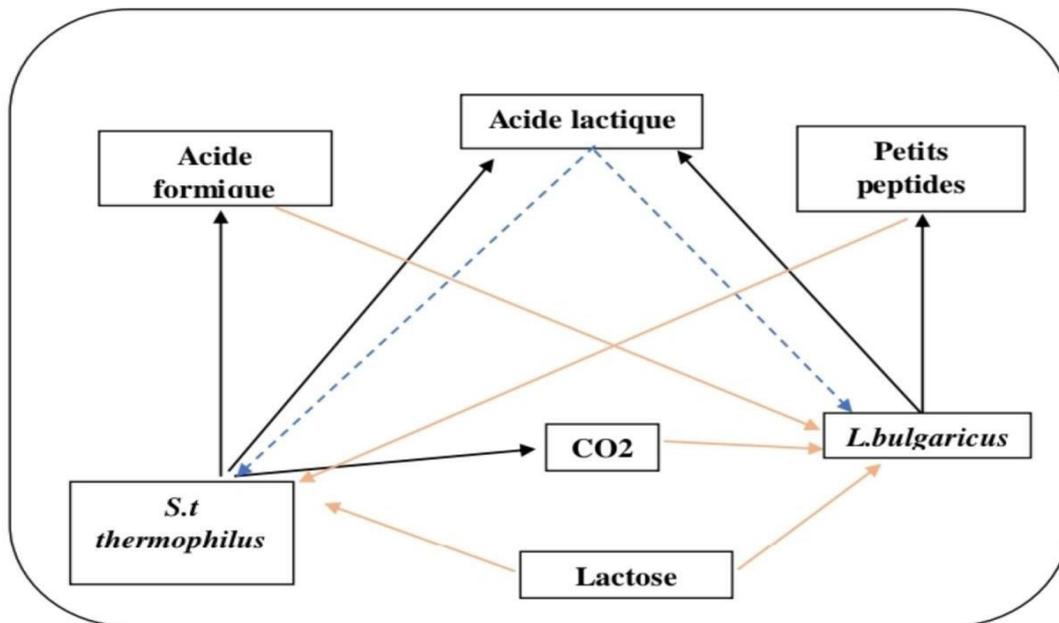
La texture et l'onctuosité constituant, pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent à partir du glucose, des polysaccharides qui en forment des filaments, limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt. L'augmentation de la viscosité du yaourt est généralement attribuée à la production d'exopolysaccharides (EPS) qui, selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composé de rhamnose, rabinose. Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercée par *Streptococcus thermophilus*. Mais d'après Tamis(1999). *Lactobacillus bulgaricus* possèdent aussi une aptitude à produire les EPS composées surtout de galactose, glucose, rhamnose à des rapports 4/1/1(Ghalem, 2014).

7. Symbiose entre les souches du yaourt

Les deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont micro-aérophiles et vivent ensemble en symbiose dans le yaourt en produisant d'avantage d'acide lactique. Pour se développer, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et de peptides. Or, le lait n'en contient que de faible quantité permettant seulement d'assurer le démarrage de leur croissance. Sauf que le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les caséines du lait en libérant les peptides permettant au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance. De plus le CO₂ issue de la décarboxylation de l'urée à un rôle stimulateur vis-à-vis des *lactobacillus* (Driessen, 1982).

Bien que les deux souches puissent se développer indépendamment, le taux de production d'acide est beaucoup plus haut une fois utilisé ensemble que si l'une ou l'autre des deux se

développer individuellement. La *Streptococcus thermophilus* se développe plus rapidement et produit l'acide formique et le CO₂. Le formate et le CO₂ produits stimulent la croissance de *Lactobacillus bulgaricus*. D'autre part, l'activité protéolytique de *Lactobacillus bulgaricus* produit les peptides stimulateurs et les acides aminés pour qu'ils soient utilisés par *Streptococcus bulgaricus*. Ces microorganismes sont finalement responsables de la formation de la flaveur typique et de la texture du yaourt. Le mélange de yaourt se coagule pendant la fermentation due à une baisse dans le pH de la préparation du yaourt approximativement à Les lactobacilles sont responsables de la diminution à Ph=4. Les produits issus de la fermentation contribuent à la saveur acide lactique, acétaldéhyde, acide acétique et di acétyle (figure03).



(Driessen, 1982)

Figure 03 : Métabolisme complémentaire de *Strptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus* dans le lait.

8. Processus de fabrication du yaourt

Le procédé de fabrication diffère d'un type de yaourt à un autre, et les principales étapes sont illustrées dans le diagramme de figure 04.

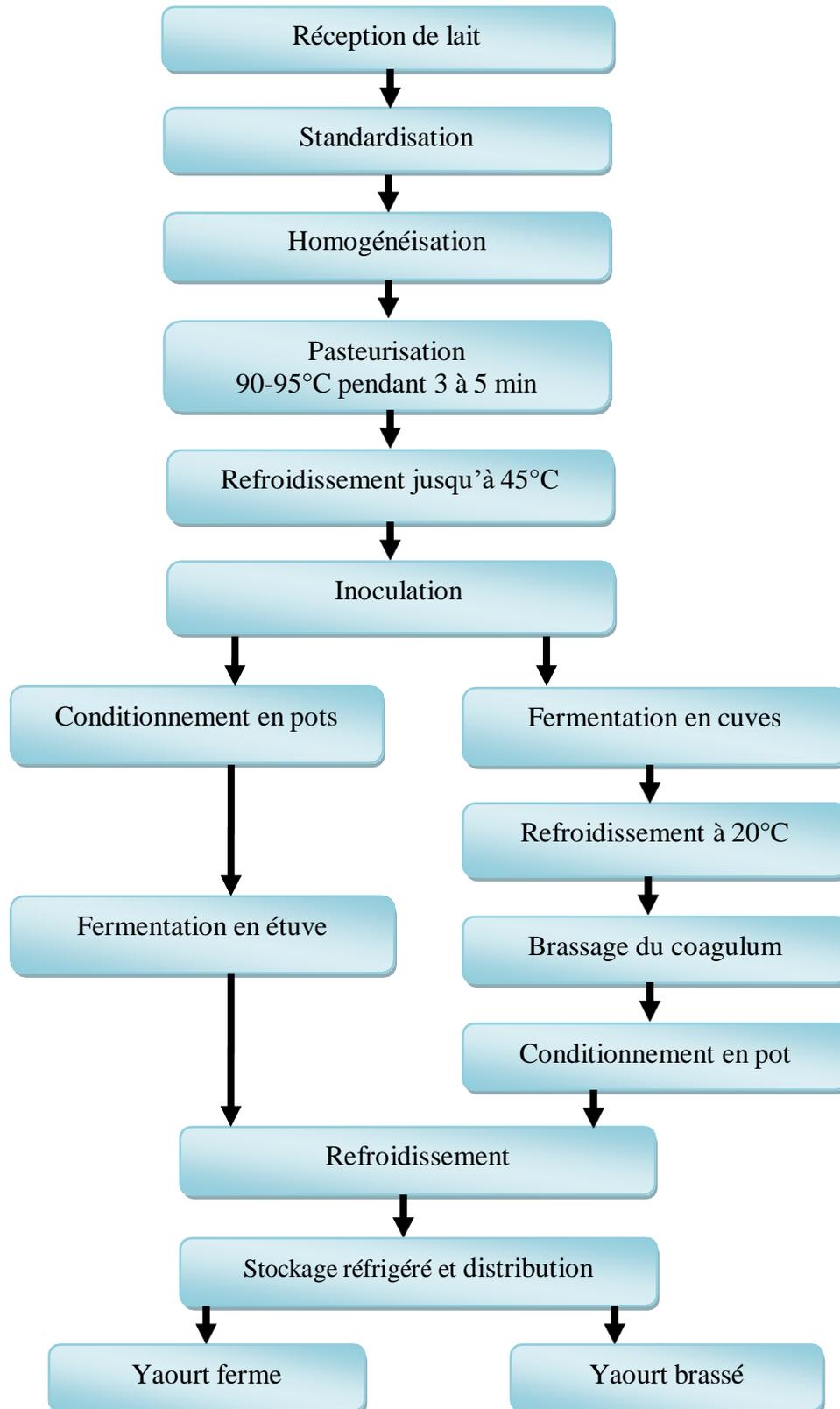


Figure 04 : Diagramme général de la fabrication du yaourt (Beal *et al.*, 2008).

Réception du lait

Le lait destiné à la production de yaourt doit être d'une qualité bactériologique très élevée. Il doit avoir une faible teneur en bactéries et substances susceptibles d'empêcher le développement du levain du yaourt. Le lait ne doit pas contenir des antibiotiques et des bactériophages (Sodini et Béal, 2012).

8 .2. Standardisation

Pour remédier aux variations naturelles de la composition, le lait est standardisé au taux de matière grasse désiré (écrémage total ou partiel) et peut être enrichi en extrait sec laitier par addition de la poudre de lait ou les protéines lactières ou addition d'autres ingrédients comme le sucre et les arômes. Et ceci, afin de répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques du produit et aussi améliorer la qualité organoleptique du yaourt. (Pernoud *et al.*, 2005)

Homogénéisation

L'homogénéisation a principalement des effets sur deux composantes du lait soit, les matières grasses et les protéines :(Lamontagne, 2002 ; Romain *et al.*, 2008).

✓ **Effet sur la matière grasse** : l'homogénéisation réduit la taille des globules gras et empêche la séparation entre le gras et le reste du mélange évitant ainsi la remontée de la crème à la surface durant la fermentation.

✓ **Effet sur les protéines** : cette opération augmente également la viscosité du lait et par conséquent, celle du yaourt en lui conférant une meilleure stabilité des protéines et réduisant l'exsudation du sérum lors du stockage.

Traitement thermique

Le lait enrichi subit un traitement thermique à 90-95°C pendant 3 à 5 min. ce traitement thermique a pour but de détruire tous les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures et moisissures) ainsi que d'inactiver les α - globulines et de nombreuses enzymes (phosphatase, peroxydase) et de favoriser le développement de la flore lactique spécifique (streptocoque thermophile) par la formation d'acide formique qui est un facteur de croissance (Mahaut *et al.*, 2000 ; Romain *et al.*, 2008).

Fermentation lactique

Le lait, enrichi et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques (Loones, 1994). Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1 à 7%, pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un ratio *Streptococcus thermophilus*/*Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts naturels, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (Mahaut et al., 2000 ; Romainet al., 2008) .

L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées congelées se fait à des taux de l'ordre de 0,03%. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait/ferment. (Enkelejda, 2004).

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

Lorsque l'acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation. Dans le cas des pots étuvés ce refroidissement est effectué soit dans des chambres froides fortement ventilées (le plus souvent), soit dans un tunnel. Et pour les yaourts brassés le refroidissement à 2-5°C est réalisé au moyen d'un échangeur à plaques, tubulaire ou à surface raclée. (Romainet al., 2008).

Conditionnement et stockage

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C. à ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (Paci kora, 2004 ; Luquet et Carrieu, 2005 ; Romainet al., 2008).

Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution, appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse du pH, surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (Amellal-Chibane, 2008).

9. Accidents de fabrication

On peut les classer en trois catégories : les défauts d'apparence, de texture et du goût ils sont classés dans le tableau suivant :

Tableau07 : Défauts du yaourt (luquet, 1990 ;Mahaut et al.,2000 ;Jeantet et al.,2008)

	Défauts	Origine
Défauts de goûts	Manque d'acidité	<ul style="list-style-type: none"> • Activité faible des levains • Taux d'ensemencement trop faible • Incubation trop courte ou à basse température • Présence d'inhibiteur ou de bactériophage
	Gout levure, fruit, alcool	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par des levures
	Rancidité	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par des germes lipolytiques • Traitement thermique trop faible
	Absence d'arôme	<ul style="list-style-type: none"> • Matière sèche trop faible • Déséquilibre de la flore (trop de streptocoques) • Incubation trop courte ou à trop basse température
	Goût farineux	<ul style="list-style-type: none"> • Poudrage est trop important
	Goût oxydé	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise protection contre la lumière (pot en verre) • La présence de métaux (fer, cuivre)
	Goût de cuit de brûlon	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement thermique est trop sévère (réaction de Maillard)
	Goût aigue	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par une flore lactique sauvage ou par des coliformes
	Goût grassex	<ul style="list-style-type: none"> • Teneur en matière grasse est trop élevé
	Amertume	<ul style="list-style-type: none"> • Activité protéolytique des ferments trop importante • Contamination par des germes protéolytiques • Trop longue conservation
Acidité trop forte	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais conduite de la fermentation • Taux d'ensemencement trop élevé • Incubation trop longue ou à une température trop élevée • Refroidissement trop lente ou pas assez poussé • Conservation trop haute température 	
Défauts D'apparence	Décantation et synérèse	<ul style="list-style-type: none"> • Une mauvaise conduite de la fermentation (sur acidification ou post acidification) • Température trop élevée • Durée de refroidissement trop longue
	Production de gaz	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de coliforme ou levures
	Couche de crème	<ul style="list-style-type: none"> • Homogénéisation insuffisante ou absente

	Colonie en surface	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par levures ou moisissures
	Produit sur le couvercle	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise manutention
	Produit non homogénéisé	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise agitation (cas du yaourt aux fruits)
Défauts de texture	Manque de fermenté	<ul style="list-style-type: none"> • Ensemencement trop faible • Incubation mal conduite (temps et /ou température trop faible) • Teneur en matière sèche faible
	Consistance trop filante	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de mauvais ferments • Température d'incubation trop faible
	Texture sableuse	<ul style="list-style-type: none"> • Extrait sec trop élevé • Traitement thermique trop important • Homogénéisation à température trop élevée

10. Intérêts nutritionnels du yaourt

L'acide lactique est légèrement antiseptique. Cette acidité inhibe surtout le développement de germes pathogènes dans le tube digestif du consommateur.

De plus, l'acidité stimule les mouvements péristaltiques du tube digestif, facilitant l'élimination des micro-organismes pathogènes.

Streptococcus thermophilus semble aussi empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin telle que les *Salmonelles* et les *colibacilles*. Cependant, les bactéries du yaourt ne s'implantent pas dans la flore intestinale. C'est pourquoi, pour maintenir leurs effets bénéfiques, un apport régulier est nécessaire.

Les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène qui agit aussi comme un antiseptique. Le yaourt est donc un aliment vivant qui, d'une façon générale, diminue les symptômes de dérangement intestinal (Fredot, 2005).

Chapitre III: Qualité du yaourt

1. Le contrôle de qualité

Définition de contrôle

Le mot contrôle peut être utilisé dans le sens de vérification ou dans celui de maîtrise. Pour éviter toute ambiguïté, il est préférable de ne l'utiliser que dans le premier sens. On peut alors dire que le contrôle consiste à mesurer une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et à comparer les résultats obtenus à des spécifications préétablies Le Hir A et al, (2009).

Définition de la qualité

La qualité est un concept dont les définitions sont nombreuses, selon la norme ISO, la qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites des clients et des parties intéressées Pipet L, (2004).

Composants de la qualité

Les composants de la qualité sont multiples:

- **Qualité hygiénique**

Les matières premières et les aliments doivent être dépourvus de micro-organismes pathogènes, de toxines, de résidus chimiques d'origine phytosanitaire ou thérapeutique ou de composants indésirables générés par les procédés Brule G et al, (2006).

- **Qualité nutritionnelle**

Elle correspond à la composition quantitative et qualitative en micro nutriments (glucides, lipides, protides) et micro nutriments (vitamines, oligo-éléments), et leur disponibilité dans l'organisme Leyral G Et Vierling E, (2001).

- **Qualité sensorielle**

Les qualités organoleptiques conditionnent l'appétence et le plaisir que procure la consommation du produit: elles intègrent la couleur, la texture, l'odeur, la saveur et l'arome Brule G et al, (2006).

- **Qualité technologique**

Ce critère prend en compte de nouveaux produits qui doivent être bien maîtrisés pour permettre d'assurer la qualité Leyral G Et Vierling E, (2001).

- **Qualité financière**

Le coût s'oppose souvent aux autres critères, il s'agit donc d'optimiser le rapport coût- qualité Bonnefoy C et al, (2002).

But du contrôle de qualité

Selon Miller (1995) , le but du contrôle de qualité porte sur la prévention des risques chimiques et biologiques découlant d'une contamination des aliments résultant d'une mauvaise manipulation, et d'empêcher la commercialisation de produits falsifiés, corrompus, toxiques, ou impropres à la consommation afin d'assurer la protection de la santé et de la sécurité des consommateurs, et promouvoir la qualité des produits.

Objectifs du contrôle de qualité

D'après Juve (1996), les contrôles de la qualité sont effectués sur les matières premières et les produits finis, mais aussi pendant la fabrication (autocontrôles) et sur les équipements (maintenance préventive) ils visent à:

- Assurer la qualité de la production (produit exempt de risque microbiologique) à tous les niveaux et vérifier que les critères fixés par les tests officiels sont bien respectés.
- Permettre également d'assurer que le produit présente des qualités organoleptiques requises et attendues par le consommateur (flaveur, texture, odeur..), qu'ils soient stables pendant la durée de commercialisation.
- Répondre à l'application des accidents de fabrication en cherchant les causes et en vérifiant la bonne adaptation des actions correctives mises en place.

Niveaux de contrôle de qualité

➤ **Contrôle de la matière première**

Le contrôle effectué par l'entreprise permet de vérifier la contamination globale et la présence de microorganismes particuliers susceptibles de gêner la fabrication ou d'altérer le produit fini

lorsqu'ils ne sont pas détruits lors d'extraction. Le contrôle microbiologique de la matière première doit donc être conforme aux cahiers de charge Bonnefoy C et al, (2003).

➤ **Autocontrôle au cours de la fabrication**

L'objet recherché est de contrôler le procédé de fabrication de point de vue microbiologique pour mieux le maîtriser. Il faut donc localiser les points de chaîne où il y a le plus de risque de contamination Boutou O, (2003).

➤ **Contrôle de produit fini**

Pour assurer la bonne qualité, protéger la santé des consommateurs et de ce fait sa confiance. Il est impératif de faire sur le produit fini des:

- ✓ Analyses microbiologiques: les germes recherchés sont les coliformes totaux et fécaux, les clostridiums, les germes anaérobies mésophile totales, *staphylococcus aureus*, les levures et les moisissures Branger J.C, (2003).
- ✓ Analyses physico-chimique: il existe des normes fixées par les services de la santé publique ou d'autres directions, et qui concernent d'abord les matières premières avant de passer au produit fini Beal C et Sodini I, (2003).

Assurance et maîtrise de la qualité

- **Assurance de la qualité:** elle définie comme la mise en œuvre d'un ensemble approprié de dispositions préétablies et systématique, destinées à donner confiance en l'obtention de la qualité requise Allo O et al, (2005).
- **Maîtrise de la qualité:** la maîtrise de la qualité représente l'ensemble des processus ou actions qui concourent à la qualité d'un produit fourni à un client, et au maintien de cette qualité dans le temps Djellas M (2007).

Axe de la sécurité alimentaire

Selon Moll (2002), la fabrication d'aliments composés doit tenir compte d'information précise sur les matières premières. Les industriels doivent avoir à l'esprit le risque allergique, au même titre que les risques de toxicité alimentaire. Les procédés de fabrication doivent éviter des contaminations. Le risque des contaminations nécessite également le développement de test de détection.

2. Qualité du yaourt

Facteurs influant sur la qualité du yaourt

D'après Guiraud J.P (1998), de nombreux facteurs doivent être contrôlés pendant le procédé de fabrication pour produire un yaourt de bonne qualité :

- Qualité du lait (poudre).
- Qualité de l'additif laitier.
- Dégazage et l'homogénéisation.
- Traitement thermique.
- Choix des ferments.
- Conception de l'installation.

Contrôle de la qualité du yaourt

Contrôle physico-chimiques

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- ✓ Couleur franche et uniforme
- ✓ Gout franc et parfum caractéristique
- ✓ Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé)

Contrôle microbiologique

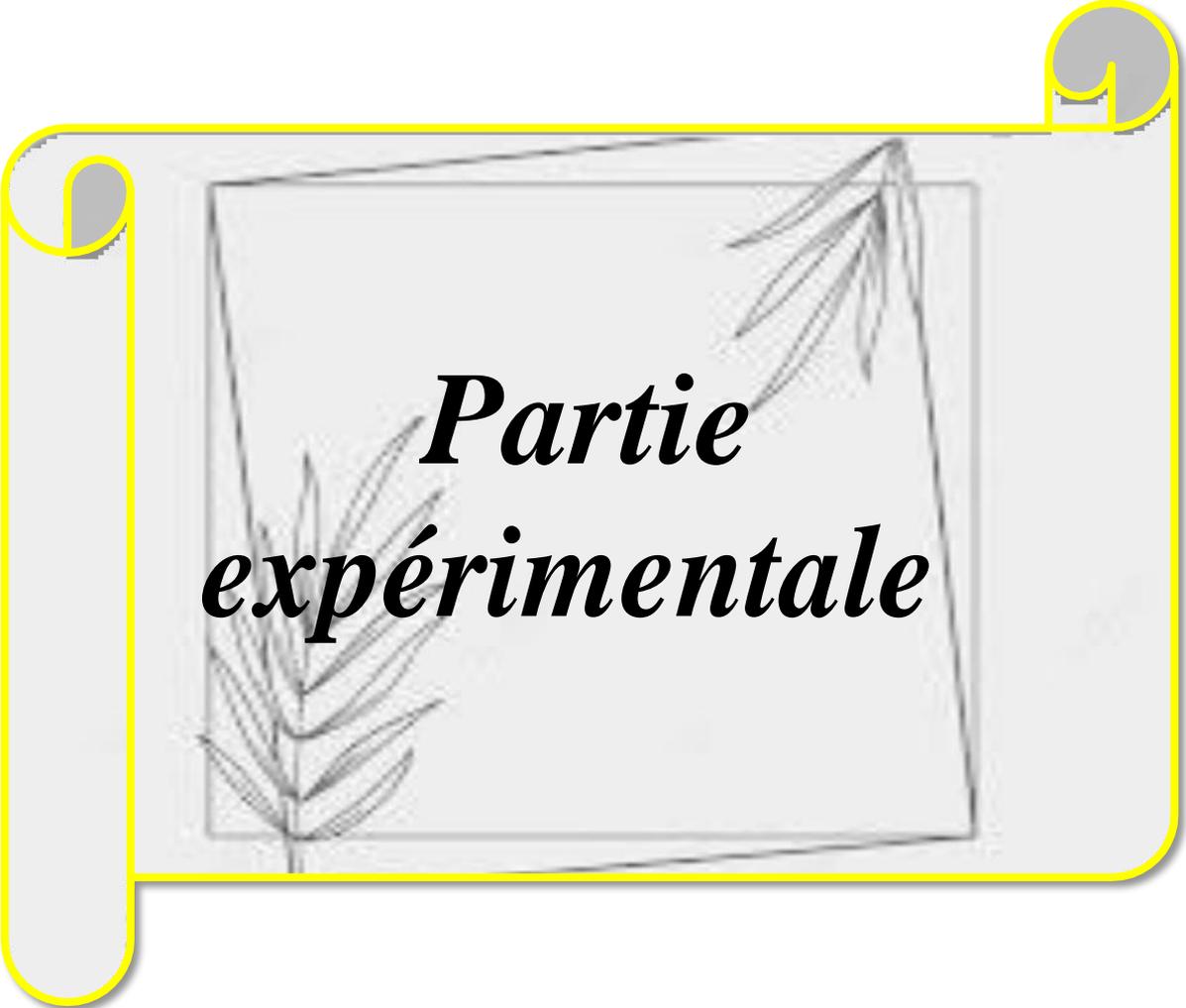
Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés, pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirable.

Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement Hardin Harding F, (1995).

Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène (tableau 08).

Tableau 08 : Critère microbiologique de yaourt (J.O. R.A.N35 du mai 1998).

Micro- organismes	Normes
Coliformes totaux	10 germes/ g
Coliformes fécaux	1 germe/ g
Salmonelles	Abs/ 25g
Staphylococcus aureus	10 germes /g
Levures	100 germes /g
Moisissures	Abs /g



***Partie
expérimentale***

Matériel et méthodes

Le présent travail a été réalisé au sein du laboratoire de contrôle de qualité du lait et des produits laitiers de la laiterie (Sidi Khaled) située dans la zone industrielle ZAAROURA, wilaya de TIARET, durant la période qui s'est étalée du mois de avril jusqu'au mois de juin de l'année 2021.

L'objectif de cette étude consiste à vérifier la conformité du produit fini (Yaourt étuvé), fabriqué au niveau de la laiterie (Sidi Khaled) par l'évaluation de la qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire de ce dernier.

1. Matériel

a. Echantillonnage

La présente étude a été portée sur 20 échantillons du produit fini (Yaourt étuvé) dans le cadre de l'autocontrôle au niveau de l'usine (figure 05).



Figure 05: Yaourt étuvé produit au niveau de la laiterie (Sidi Khaled)

b. Matériel du laboratoire

- pH mètre
- Dessiccateur
- Centrifugeuse
- Vortex
- Balance de précision
- Bain marie
- Agitateur magnétique
- Autoclave

- Bec bunsen
- Etuves d'incubation
- Verrerie (boîtes de pétri, tubes à essais, pipettes de pasteur, étaleuse, bécher, butyromètre, pipette graduée, burette, Coupelle)

c. Solvants, réactifs et milieux de culture

Tableau 09 : Milieux de culture ou réactifs utilisés en fonction des germes ou paramètres recherchés.

Milieux de culture	Réactifs	Solvants
VRBL	Phénolphtaléine	Diluant TSE (tryptone sel eau)
Baird Parker (BP)	La soude (NaOH)	EPT (eau peptonée tamponnée)
Hektoen	Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	
OGA	l'alcool iso-amylque	

2. Méthodes

2. 1. Analyses physico-chimiques

Détermination de potentiel Hydrogène (pH)

➤ Principe

Le pH est la mesure de la concentration en ion d'hydrogène (H⁺) de la solution. Le pH renseigne précisément sur l'état de la fraîcheur du produit. La différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence, en utilisant un pH-mètre. (Rodier *et* Bazin, 1997).

➤ Mode opératoire

- 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 (Kiepmtoire, 2003) (figure 06).

➤ **Expression des résultats**

Il suffit de lire directement la valeur affichée sur l'écran de pH-mètre stabilisé en effectuant 3 essais.



Figure 06 : Détermination du pH par un pH-mètre

Détermination de l'Acidité titrable (NF V04-305., 1985)

➤ **Principe**

L'acidité titrable est réalisée par neutralisation d'un échantillon à analyser au moyen de soude (ion OH). La titration se fait en présence de phénolphtaléine, indicateur coloré (coloration rose pale). 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. (Georges et al, 2008)

➤ **Mode opératoire**

- 10 ml du yaourt sont versé dans un bécher après avoir bien mélangé le pot de yaourt.
- Ajouté 3 à 5 gouttes de phénolphthaléine, puis titré avec de la solution NaOH à N/9 (0.1) jusqu'au virage à la couleur rose pale (figure 07).
- lire en suite, le volume de NaOH titré sur la burette. Cette concentration est exprimée en « degrés Dornic ».



Figure 07 : Détermination de l'Acidité titrable

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés selon le calcul suivant :

$$\text{Acidité (°D)} = V \times 10$$

D'où

V : volume (en millilitre) de chute de la burette.

1°D = 0,1g /l d'acide lactique

Détermination de l'extrait sec total (NF V 04. 207 ., 1970)

➤ **Principe**

La détermination de l'Extrait Sec Total (EST) du produit se fait par évaporation pendant 10 min pour le produit fini et 15min pour le produit semi fini. L'EST représente la perte de masse du produit lors d'une dessiccation à une température de 105 °C (Figure 08).

➤ **Mode opératoire**

- Mettre le dessiccateur en marche.
- Faire la tare pour que l'écran indique exactement zéro.
- Peser environ 2,0 gramme avec étalement de produit dans la coupelle.
- baisser le couvercle et la dessiccation commence automatiquement.

➤ **Expression des résultats**

A la fin de l'analyse, le résultat sera affiché directement sur l'appareil et exprimé en pourcentage.



Figure 08 : Détermination de l'extrait sec total par un dessiccateur

Détermination de la matière grasse par méthode GERBER

➤ **Principe**

Les protéines sont dégradées par l'acide sulfurique et la chaleur produite fait fondre la matière grasse. L'alcool iso-amylique aide à la séparation de la matière grasse de la phase aqueuse par centrifugation. (figure 09).

➤ **Mode opératoire**

- Dans un butyromètre, on introduit 10 ml d'acide sulfurique.
- On ajoute 11ml du produit homogénéisé.
- On ajoute 1 ml d'alcool iso-amylique sans mouiller le col du butyromètre et en évitant de mélanger les liquides.
- Après avoir fermé le butyromètre, on l'agite avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à la disparition des grumeaux.
- Après avoir soigneusement agité le butyromètre, on le retourne et on le place pour être centrifugé pendant 10mn à 1000 tours/min à une température de 65°C+2°C.



Figure 09 : Détermination de la teneur en matière grasse

➤ **Expression des résultats**

La lecture doit s'effectuer rapidement en lisant les graduations correspondant au niveau de la colonne lipidique. Le résultat = B–A avec :

B : graduation correspondant au niveau supérieur de la colonne lipidique.

A : graduation correspondant au niveau inférieur de la colonne lipidique.

Analyses microbiologiques

Les échantillons (pots de yaourt) ont été choisis au hasard, de différents lots pour réaliser les analyses.

A. Préparations des échantillons

Avant d'ouvrir le pot de yaourt, et afin d'éliminer toute source de contamination, prendre soin de nettoyer soigneusement la surface extérieure du récipient autour de la zone d'où sera prélevé l'échantillon. Le nettoyage peut être effectué avec de l'eau javel ou l'alcool, afin d'éviter toute contamination supplémentaire, Ouvrir le pot aseptiquement (Joura, 2004).

B. Préparation de la solution mère (SM) et les dilutions décimales

Nous avons mélangé avec soin le contenu du pot de yaourt par une spatule stériles, les solutions mères ont été préparé en pesant par une balance analytique 1g de chaque échantillon dans un tube à vis stérile contenant 9 ml de diluant TSE (solution mère).

A partir de la solution mère, réaliser d'autre dilutions décimales ; 1ml de la dilution

précédente dans un tube à vis stérile contenant 9 ml de diluant TSE, pour obtenir la dilution 10^{-1} , de la même façon pour les dilutions 10^{-2} , 10^{-3} . Il faudra veiller à changer la pipette entre chaque dilution.

Pour chaque dilution et pour chaque espèce bactérienne deux boîtes de pétri ont été utilisées (Méthode interne).

C. Recherche des germes de contamination

Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

❖ Mode opératoire

- ✓ partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} , porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boîtes de pétri vides préparées à cet usage et numérotées.
- ✓ Compléter ensuite chaque boîte avec environ 15 ml de la gélose VRBL.
- ✓ Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.
- ✓ après solidification ajouté une deuxième couche du même milieu (VRBL) afin de favoriser l'anaérobiose et empêcher le développement des colonies superficielles envahissantes.

❖ Incubation

- Une série de boîtes sera incubée à 37°C , pendant 24 à 48h et servira à la recherche de coliformes totaux.
- L'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48h et servira à la recherche de coliformes fécaux.

❖ Lecture

- Pour les coliformes totaux : Apparition des colonies jaunes.
- Pour les coliformes fécaux : Apparition d'un anneau rouge.

Recherche de *Staphylococcus aureus*

❖ Mode opératoire :

Transférer, à l'aide d'une pipette stérile 0,1 ml de la dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} à la surface d'une plaque de gélose Baird Parker. Etaler soigneusement l'inoculum à la surface de la

gélose avec un étaleur stérile pour chaque boîte.

❖ **Incubation**

- L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures.

❖ **Lecture**

Présence des colonies avec une coloration noir entouré d'une zone claire : donc Présence des *Staphylocoques*.

Recherche de Salmonella

❖ **Mode opératoire**

La recherche des salmonella nécessite une prise d'essai de 25 g à part .Elles sont recherchées selon le protocole suivant :

✓ **Pré-enrichissement**

25 g de yaourt sont ajoutées à un flacon contenant 225 ml de bouillon de l'Eau peptonée tamponnée. Homogénéiser la suspension, cette suspension constitue l'étape de pré enrichissement. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 h.

✓ **Enrichissement**

A partir de la culture de pré-enrichissement, transférer 1 ml dans un tube contenant 9 ml de milieu sélectifs (milieu d'enrichissement).

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 h, et un autre tube incubé à 42°C pendant 24 h.

✓ **Isolement sélectif**

Après 24 h d'incubation, ensemer avec une anse stérile par stries, à partir du tube rappaport la surface d'une boîte contenant le milieu Hektoen .

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 h.

❖ **Lecture**

- Les Salmonella se présentent comme des colonies le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose Hektoen.

Recherche et dénombrement de levures et moisissures

❖ Mode opératoire

Le dénombrement des levures et moisissures est réalisés sur le milieu OGA. Prélever 1 ml de la dilution 10^{-1} , 10^{-2} de yaourt à analyser dans une boîte de pétri, en suite couler la gélose de OGA, une fois homogénéisé avec des mouvements en huit, la boîte est incubé à 22°C pendant 5 jours.

❖ Lecture

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

3. Expression des résultats

Le comptage des colonies se fait sur les boîtes ayant un nombre de colonies compris entre 15 et 300.

Le nombre de micro-organismes par ml est déterminé à l'aide de la formule suivante (Guiraud, 1998).

$$\frac{\sum C}{(n1+0.1+n2)d}$$

D'ou :

C : est le nombre de colonies comptées par boîte ;

d : 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 qui égal 1 ou 0,1 ml.



***Résultats et
discussion***

Résultats et discussions

Un yaourt de bonne qualité doit satisfaire à un nombre de critères particulièrement en matières physico-chimiques et microbiologiques. Celle-ci peut être obtenue par l'application des bonnes règles de manipulations et d'hygiène à tous les stades de fabrication du produit.

Dans le cas de notre étude, l'analyse des 20 échantillons du yaourt étuvé a révélé:

1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le yaourt étuvé sont résumés dans le (tableau 10) :

Tableau 10: Analyses physicochimiques du produit fini.

Paramètres	pH	Acidité (°D)	EST %	MG g/l
Moyenne	4,56	81,44	23,54	1,3
Norme	4 à 4.6	80 à 100	23 à 24	1,1 à 1,4

2. Interprétation des résultats physico-chimiques

Détermination du pH

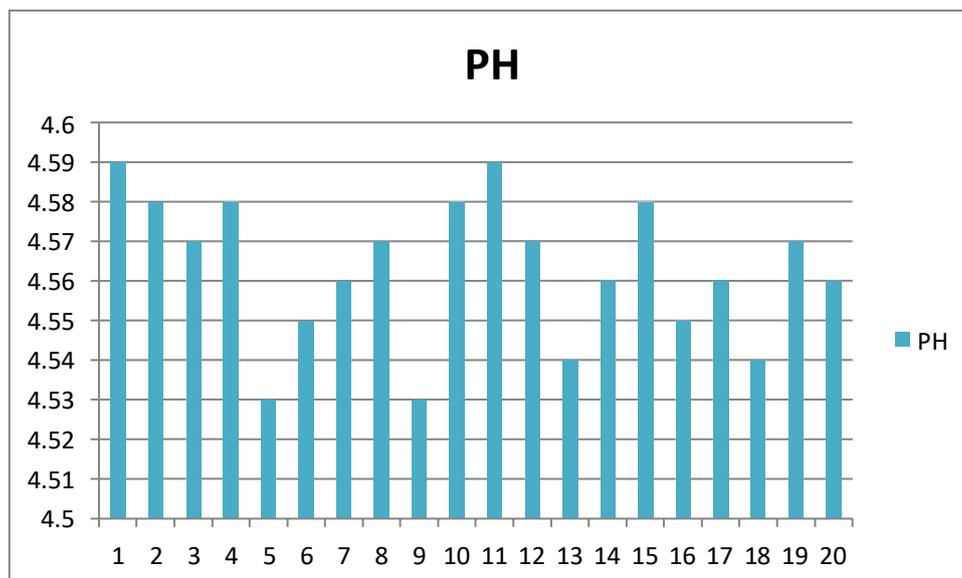


Figure 10 : Histogramme représentatif des valeurs du pH

D'après les résultats obtenus, La totalité des échantillons analysés ont enregistré un pH conforme à la norme. Dans les laits fermentés, particulièrement, les yaourts, la cinétique d'acidification des deux espèces lactiques, est d'évolution différente, voir même contradictoire (Angelovetal., 2009). Ce trait, est lié aux caractéristiques physiologiques, biochimiques des deux espèces lactiques utilisées :

L'espèce *Streptococcus thermophilus*, ayant une vitesse élevée d'acidification (Meribaiet al., 2010), contrairement à l'espèce *Lactobacillus bulgaricus*, ayant une cinétique d'acidification relativement lente et un pH optimum de croissance, au tour de 04,90 (Courieu et Luquet, 2008). Alors que l'espèce St Th est dotée d'uréase ce qui lui confère un effet tampon contre l'acidité du milieu fermentaire d'où une survie en milieu acide. Meribai et al., (2015 ; 2016) Sachant que, la température relative du processus fermentaire du yaourt, est de 45°C, proche de l'optimale pour les deux espèces lactiques (Béal et Corrieu, 1991).

Détermination de l'acidité titrable

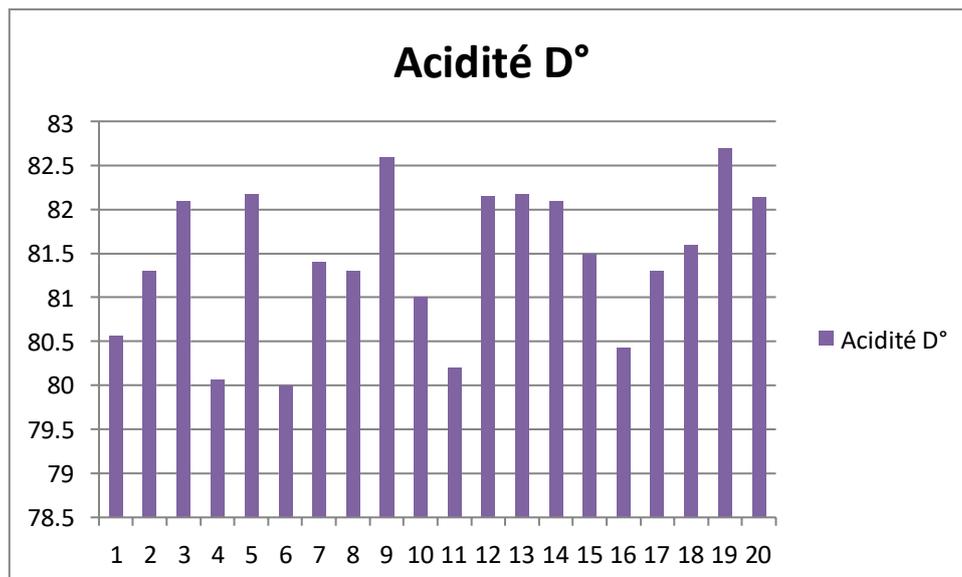


Figure 11 : Histogramme représentatif des valeurs de l'acidité

D'après les résultats obtenus, les valeurs moyennes de l'acidité titrable des échantillons du yaourt étuvé ne présentent pas de différence significative. La totalité des échantillons analysés, présentent une acidité conforme à la norme.

Il y a 2 organismes vivants que l'on retrouve habituellement dans le yaourt: *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus*. *Lactobacillus bulgaricus* apporte essentiellement de l'acidité. Il se développe bien à une température allant de 47 à 50 °C. *Streptococcus*

thermophilus est moins acidifiant que la précédente; il développe l'avantage d'arôme. Il se développe à une température allant de 42 à 45 °C, Au cour de la fermentation ces deux espèces lactiques se prolifèrent en fermentant le lactose du lait pour produite de l'acide lactique capable d'abaisser le pH du milieu jusqu'à 4,6. A ce pH les protéines du lait dont les caséines présentent autant négatives que de charges positives, c'est à ce moment qu'il y'a phénomène du caillage ou le yaourt se forme (Lemonnier et al, 1992). Cette acidité évite le développement de bactéries pathogènes.

Détermination du taux d'extrait sec total

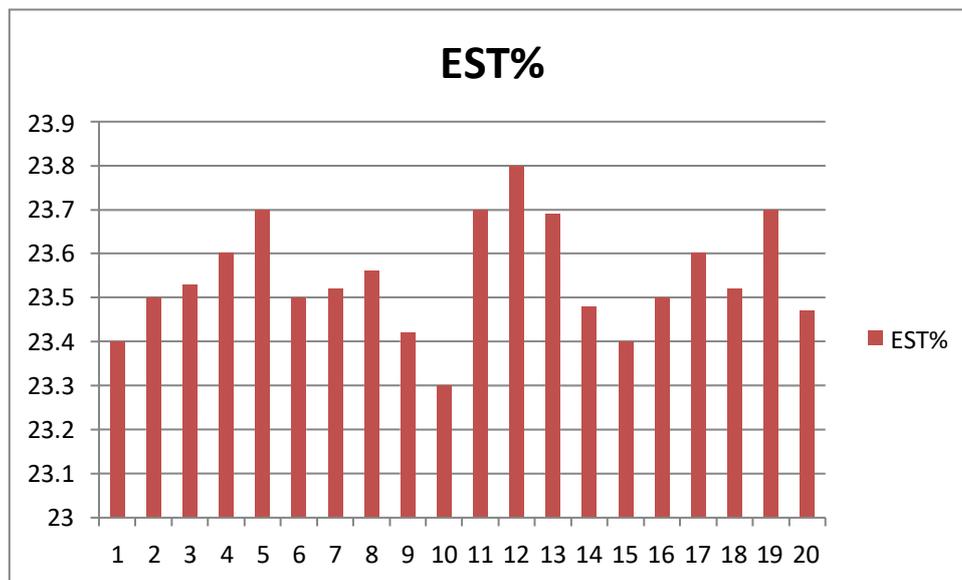


Figure 12 : Histogramme représentatif des valeurs d'extrait sec total

L'analyse de l'extrait sec total du produit fini a montré que tous les échantillons analysés sont conforme à la norme. Le lait qui est la matière première de la fabrication du yaourt est une émulsion constituée majoritairement d'eau ainsi que le lait de vache est riche en matière sèche .L'alimentation possède un effet direct sur le taux de matière sèche de lait, l'élevage des vaches laitières distribue une alimentation basée sur les concentrés et les compléments alimentaire. Selon Vignola (2002), les principaux facteurs de variation sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation).Dans ce sens si le lait est mouillé doit être ajouté de la poudre du lait pour ajuster son taux d'extrait sec totale.

Détermination du taux de matière grasse

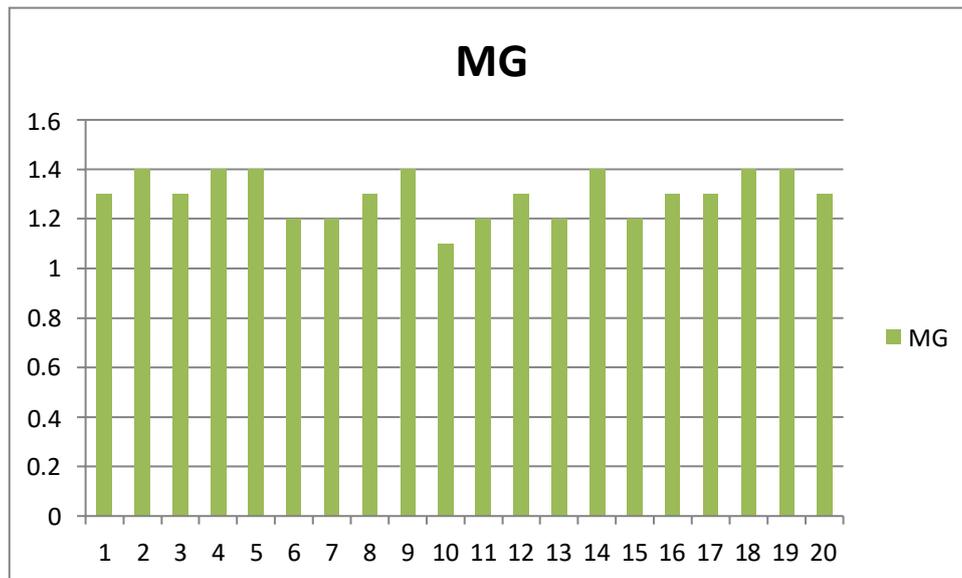


Figure 13 : Histogramme représentatif des valeurs de la matière grasse

Les échantillons présentent une matière grasse normale en générale les teneurs en matière grasse des 20 échantillons analysés sont comprises dans l'intervalle de la norme.

La matière grasse du lait n'est pas constante, elle varie selon l'alimentation et l'espèce animale, les conditions climatiques et le stade de lactation (Labioui et al., 2009).

Selon Moller (2000), pour avoir des teneurs exactes butyreux, il est préférable d'utiliser la MGLA (matière grasse laitière anhydre) qui est à 99,8% en matière grasse pure, afin de faciliter le calcul des différentes proportions des matières premières (MG, poudre du lait et eau).

3. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques portant sur les germes de contaminations et les germes pathogènes sont présentés dans le (tableau 11) :

Tableau 11 : Analyses microbiologiques du produit fini.

Détermination	Résultat	Normes (journal. 1998)
Coliformes totaux	ABS	< 10
Coliformes fécaux	ABS	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	ABS	10
<i>Salmonella</i>	ABS	Absence
Levures	ABS	< 10 ²
Moisissures	ABS	Absence

4. Interprétation des résultats microbiologiques

D'après les résultats des analyses microbiologiques du yaourt étuvé donnés par le (tableau 11) ; tous les échantillons analysés ont répondu aux exigences de qualité fixées par les normes (journal, 1998) : une absence totale des germes pathogènes (*staphylococcus aureus*, *salmonelles*) et de la flore de contamination (*coliformes*, *levures* et *moisissures*).

L'absence des germes recherchés explique la bonne qualité hygiénique et microbiologique des produits.

Coliformes totaux et fécaux

La recherche des microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit (Labioui et *al.*, 2009).

D'après Guiraud (2003) et Leary (2004), l'absence totale de coliformes indique l'action primordiale exercée par les traitements thermiques subits par les produits analysés d'une part et l'efficacité des opérations de nettoyage appliquées d'autre part.

Les bactéries lactiques peuvent aussi jouer un rôle dans la réduction ou l'élimination de la flore de contamination et ce par la production des composés inhibiteurs d'agents antibactériens comme le bulgarique de *Streptococcus thermophilus* et de l'eau oxygénée produite par *Lactobacillus bulgaricus* (Lamprell, 2003). Dans nos échantillons on a remarqué aucune croissance des colonies n'a été constatée sur milieu VRBL que ce soit pour les coliformes totaux ou fécaux pour les 20 échantillons.

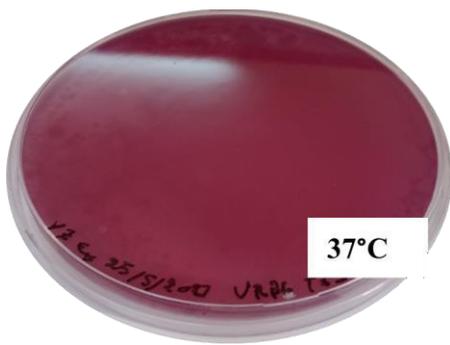


Figure 14 : absence de colonies des Coliformes totaux sur milieu VRBL



Figure 15 : absence de colonies des Coliformes fécaux sur milieu VRBL

Staphylococcus aureus, salmonelles

La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaire, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires (vignola, 2002).

L'absence des staphylocoques et la *salmonella* permet le respect des règles d'hygiène et l'absence de contamination post- traitement thermique.

Selon Meziane et *al* cité par Loumani en 2010 l'acidité développée dans le milieu exerce un effet inhibiteur sur la majorité des bactéries pathogènes. Ils sont complètement éliminés dans le produit fini lorsque l'acidité titrable est environ 70°D.

Pour les 20 échantillons les résultats était négatif pour les colonies de *Staphylococcus aureus* sur milieu Baird Parker (figure16).

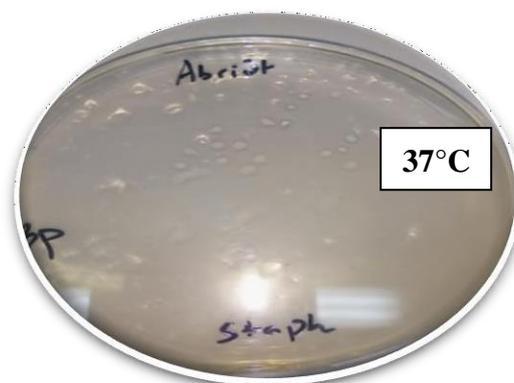


Figure 16 : absence de colonies de *Staphylococcus aureus* sur milieu Baird Parker.

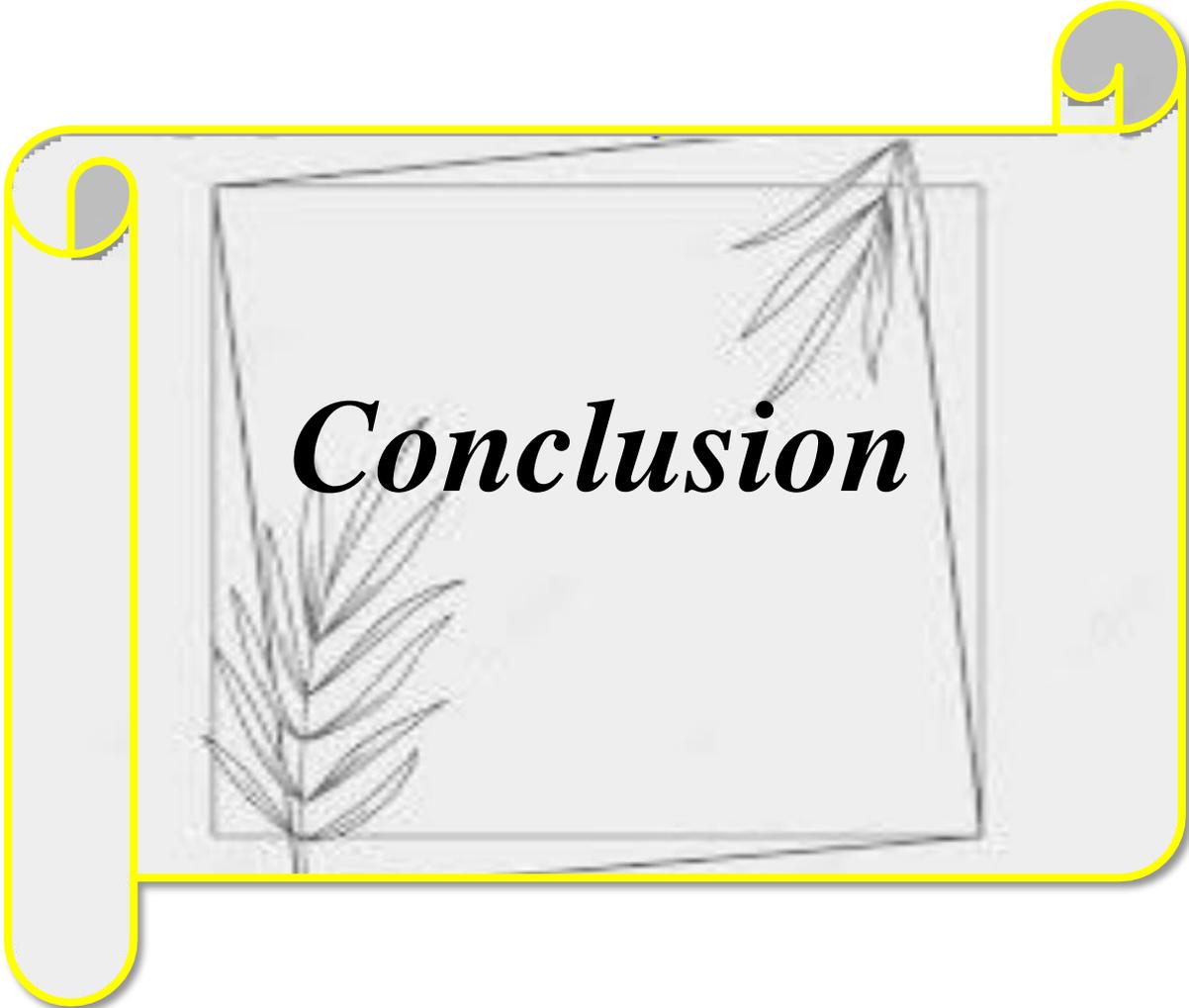
Levures et moisissures

D'après Guiraud (2003), l'absence totale des coliformes et des levures et moisissures dans un produit, indique l'efficacité des traitements thermiques que subissent les produits analysés d'une part, et l'efficacité des opérations de nettoyage appliquées et le respect des règles d'hygiène lors de la fabrication, d'une autre part.

Le résultat était l'absence des colonies des levures et moisissures sur milieu OGA pour les 20 échantillons (figure17).



Figure 17 : absence de colonies des levures et moisissures



Conclusion

Conclusion

Passant aux quarts coins du monde, vous ne trouverez guère un peuple qui ne consomme pas le yaourt, ce joyeux produit laitier apprécié par toutes les catégories de la société en vue de sa valeur nutritionnelle et son agréable goût. Mis à part sa vertu nutritionnelle et économique, le yaourt peut contenir des germes microbiens dangereux souvent responsables des toxi-infections collectives dont la fin est dramatique sans intervention, ce qui nous a poussé à réaliser une étude au saint de la laiterie Sidi Khaled de Tiaret , qui a concerné le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt étuvé produits par la laiterie afin d'assurer sa conformité.

Les résultats obtenus dans la présente étude révèlent que les yaourts étuvés possèdent une bonne qualité sanitaire et hygiénique

Ces derniers ont montré des critères microbiologiques conformes à la législation algérienne ; ce degré de salubrité est atteint grâce à l'application des bonnes pratiques d'hygiène pendant la chaîne de fabrication et l'utilisation des conservateurs chimiques qui ont un rôle très important dans la conservation de cet aliment jusqu'à sa consommation .

A partir de ces résultats nous déduisant les règles générales de la laiterie :

- ✓ Une maîtrise de tous les paramètres de production du produit fini.
- ✓ Le respect des règles générales d'asepsie lors de la manipulation de ce produit.
- ✓ Le respect de la chaîne du froid et des traitements thermiques appliqués.



***Références
bibliographiques***

Références bibliographiques

A

- **Affer .M, Bouziane.T, 2013.** L'effet de l'incorporation de la farine de pois chiche sur le lait fermenté type yaourt.
- **Alais, C.** Science du lait. Principes et techniques laitières. Édition Sepaic. 4ème éd. Paris. 814p.1984.
- **ALLO O, BLANC P et DALMASSO M.A, (2005)** «pharmacie galénique» BP 2eme édition prophyre 130p.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeu Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).
- **Amellal-Chibane, H. 2008.** Aptitude technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en technologies alimentaires. Faculté des sciences de l'ingénieur. Université BOUMERDES. Pp. 164.
- **Angelov M., Kostov G., Simova E., Beshkova D. & Koprinkova-Hristova. (2009).** Oxygen influence in the mutual metabolism of *St. thermophilus* and *Lb. bulgaricus* in yogurt starter cultures, <http://www.revue-genie-industriel.info/>.

B

- **Béal C. &Corrieu G. (1991).** Influence of pH, temperature, and inoculum composition of mixed cultures of *Streptococcus thermophilus* 404 and *Lactobacillus bulgaricus* 398. *Biotechnology and Bioengineering* 38, 90- 98.
- **BEAL C et SODINI I, (2003)** «fabrication des yaourts et des laits fermentés» in: technique d'ingénieur. Traité agro-alimentaire, F 6315.
- **BONNEFOY C, GUILLET F, LEYRAL G, et VERNE-BOURDAIS E, (2002)** «microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire». Edition Doin. Paris 24p.
- **BONNEFOY C, GUILLET F, LEYRAL G, et VERNE-BOURDAIS E, (2003)** «microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire» Doin Boudreau 245p.
- **BOUTOU O, (2003)** «management de la sécurité des aliments» afnor 295p
- **BRANGER J.C, (2003)** «micro biochimie et alimentaire». Edugrie:343p.

- **BRULE G, SCHUCK P, CROGUENNEC T, et JEANTET R, (2006)** «science des aliments, biochimie-microbiologie-procèdes-produits». Volume 1, édition, technique et documentaire Lavoisier, Paris 776p, 352-353-356p
- **Brisabois A, Lafarge V, Brouillard A, DE BUYSER ML, Collette C, Garin-Bastuji B et Thorel MF.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 1997.

C

- **Cerf O., Dousset X., Brossard J. (1996).** Pasteurisation et stérilisation thermique. *In* Microbiologie alimentaire. Tome I. Edition: Tec et Doc, Lavoisier (Paris). PP: 35 – 60.
- **Codex Alimentarius. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp :1-4.
- **CUQ, JL.** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. 2007.
- **CHILLIARD Y et LAMBERET G.** La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variations, signification pratique. Le lait. 1984.

D

- **Daniel et Thomas, (2002).** Published by the press syndicate of the university of Cambridge the pitt building.
- **Deforges J., Derens E., Rosset R. et Serrand M. (1999).** Maitrise de la chaine du froid de produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris.
- **DJELLAS M (2007)** « L'industrie laitière » DANONE DJURDJURA p 10-15.
- **Driessen. F.M, 1982.** Evedence that lactobacillus in yaourt is stimulated by carbon produced by streptococcus thermophilus, mill.Dairy journal N°22.p134-144.

E

- **Essalhi, M.** Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait .Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat. 2002.
- **Enkelejda, P. 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la saveur. Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique paris grignon. Pp205.

F

- **FAO.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Amazon, Rome, Italie. 1995.
- **F.A.O.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 5 : Lait fermentés. Collection FAO/Alimentation et Nutrition. 2002.
- **Fredot E.** Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. *Ed. Tec & Doc Lavoisier.* 424p. 2005.
- **Franworth E. et Mainville I., 2010.** Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.

G

- **Guiraud J. et Galzy P. (1980).** Analyse microbiologique dans l'industrie agro alimentaire. Ed. Lusine nouvelle. pp 43-76.
- **GUIRAUD J.P (1998)** :«Microbiologie alimentaire ; tome 2. Edition Dunod.Paris. 652 p »
- **Guiraud J.P.(2003)** microbiologie alimentaire . Edition Dunod. Paris.p. 136-139.
- **Gosta.** Lait long conservation. In manuel de transformation du lait. Edition: Tétra Packs Processing Systems A.B, Sweden. 442p. 1995.
- **Guéguen L. ,1979.** Apports minéraux par le lait et les produits laitiers. Cahiers de nutrition et diététique, 14 (3), 215.
- **Ghalem.K, 2014.** L'effet de variation des doses de jus de citron sur la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé.
- **Georges corrieu et Luquet FM. (2008).** Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments.Ed : Lavoisier, Pp 549.

H

- **HARDIN HARDING F, (1995)** « Milk quality, Blackieacademic et professional »: 113(166p).
- **HEUCHEL, V. CHATELIN, YM. BREAU, S. SOBOLEWSKI, F. BLANCARD, N et BARATON YETAYERBE, A.** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Tech. Ruminant n°10. 2003.

J

- **Jeantet,R.,Croguennec,T.,Mahaut,M.,Schuck,P.,Brulé,G.,2008.**Les produit laitiers .2^{ème} édition. Lavoisier Tec et Doc.Paris.PP181.
- **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE** N° 32, 23 mai 2004.p :18
- **JUVE J.P, (1996)** «la qualité microbiologique des aliments: maitrise et critères». 2eme édition polytechnica 837p.

K

- **Kim, H. Hardy, J. Novak, G Ramet, JP et Weber, W.** Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35. 1982.

L

- **Lablondel, C. 2007.** Les laits fermentés : vos alliés pour une meilleure santé. Pp. 3.
- **Lamontagne, M. 2002.** Produits laitiers fermentés. In Science et technologie du lait : transformation du lait. Chapitre 8.Vignola C.I, Ed Presses internationales. Polytechnique, Pp93-139. 557.
- **Labioui L., Elmoualdi A., Benzakour M., Elyachioui E., Berny M., Ouhssine., 2009.** "Étude physicochimique et microbiologique de laits crus", Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux, vol.148. 7-16 p.
- **Lamprell H. (2003).** Production des entérotoxines dans les fromages en fonction de la diversité phénotypique et génétique des souches de *Staphylococcus aureus*. Thèse de doctorat, spécialité « science des aliments », Ecole national de biologie appliquée à la nutrition et à l'alimentation, Bourgogne, France.190p.
- **LE HIR A, CHAUMIEL et BROSSARD D, (2009)** «pharmacie galénique, bonne pratique de fabrication des médicaments». 9eme édition, Masson, Paris 400p.
- **LEYRAL G et VIERLING E, (2001)** «microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaire». Edition, CNPD d'aquitaine, 3eme édition 274p.
- **LEYRAL, G et VIERLING, É.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 87p. 2007.
- **Loones, A. 1994.** Laits fermentés par les bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. Vol2. De Roissart, H et Luquet, F.M(Ed) ; Lorica, Uriage, 135-154.
- **Loumani A. (2010).** Etude microbiologique et hygiénique d'un yaourt fabriqué et

commercialisé dans l'Ouest Algérien. Université d'Oran. Magister en Microbiologie Alimentaire et Industrielle. 118p

- **Lee J.W. et Lucey J.A. (2010).** Formation and physical properties of yughurt. p23: 1127-1136.
- **Luquet F.M. (1990).** Laits et produits laitiers vache, Brebis, Chèvre. .2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier. PP 3-6.
- **Luquet, F. M., Carrieu, G. 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed lavoisier tec et Doc, Paris, P 307.

M

- **Mahaut, M., Jeantet,R., Schuck,P., Brulé,G.,2000.** Les produits industriels laitiers. Lavoisier Tec et Doc. Paris. PP178.
- **Martin, M.** Direction développement technique. 2000.
- **Moller S. (2000).** La reconstitution du lait. Edition: INA. Paris. P: 36.
- **Meribai, A. Diafet, A. Bachene, A. Bahloul, M. Ouarkoub, S. Naami,M. Madaci, A. Bensoltane (2016).** Acetaldehyde and lactate production after long term freezing for three thermophilic wild streptococcus thermophilus strains: evaluation in single culture. Volume 32(4). Published August, 01, 2016www.jnsciences.org E-ISSN 2286-5314WWW. JNSCIENCES. ORG Journal of New Science. Volume 35(7). Published November, 01, 2016. www.jnsciences.orgE-ISSN2286-5314.
- **Meribai, A. Diafet, A. Bahloul, L. Ouarkoub, S. Naami,M. Mekhoukh, A. Bensoltane (2015).** Stabilité acide et viables starters ,après conservation des yaourts industriels, commercialisés aux Nord – Est d'Algérie.*Journal of New Sciences*. Volume 23(2). Published novembre,01,2015.www.jnsciences.orgISSN2286-5314.file:///C:/Users/HP%20630/Downloads/JNS_AgriBiotech_Vol_23_2.pdf .
- **Meribai A, Ait-Abdeslam A, Krantar K, Mahi Med , Benzeguir FM, Slimane N, Maghnia D, Mouadene R et Bensoltane A. (2010).** Biotechnological study of a thermophilic acid starter isolated from Algerian cow's raw milk. *Egypt. Jo Of Appl. Sci*, 25(4B),Pp: 243– 254.
- **MOLL M et MOLL N, (2002)** «sécurité alimentaire du consommateur» 2eme édition Tec et doc Lavoisier. Paris 442p.
- **MILLER G, (1995)** «manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaire: analyse des résidus de pesticides dans les laboratoires de contrôle de la qualité des

aliments. Food and agriculture Org» 183p.

- **Multon J.L., 1992.** Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans l'industrie agro-alimentaires. Lavoisier (Ed). Paris, 815p.
- **MECHAI, A et KIRANE, D.** Antimicrobial activity of autochthonous lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk —Raïbl. African Journal of Biotechnology. 2008.
- **Mittaine J., 1980,** Les laits autres que le lait de vache, [http://whqlibdoc.who.int/monograph/ who mono](http://whqlibdoc.who.int/monograph/who_mono)

N

- **Noblet B. 2012.** Le lait: produits, composition et consommation en France. Cah. Nutr.Diet., 47(5): 242-249.
- **NF V 04. 207 ., 1970.** Lait : Détermination de l'extrait sec total.
- **NF V04-305., 1985.** Détermination de l'acidité titrable du lait et produit laitiers.

P

- **Paci kora, E. 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brasse aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception et de la texture et de la saveur .Thèse de doctorat présentée à l'Institut National Agronomique. Paris. Grignon.Pp205.
- **Perreau .M.J, 2014.** Conduire son troupeau de vaches laitières. Editeur : ÉDITIONS FRANCE AGRICOLE Collection : Produire mieux. Paris Page 31, 34,47, 50, 71,403.
- **Pernoud, S., Schneid, C., Breton, S. 2005.** Application des bactéries lactiques dans les produits frais et effet probiotiques. In bactéries lactiques et probiotiques .CoordLuquet F.M., Corrieug., Ed Tec et Doc, pp : 235-260 .306p.
- **PIPET L, (2004)** «qualité à l'officine». Edition le moniteur, France 31p.
- **Pougheon S .et Goursaud J., 2001.** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

Q

- **Quigley et al., 2013.** The complex microbiota of raw milk. FEMS Microbiol. Rev., 37. 664.

R

- **Rodier et Bazin. (1997).** Analyse de l'eau, 8ème édition. Paris. Pp 42-43
- **Romain, J., Thomas, C., Michaut, M. Pierre, S., Gérard, B. 2008.** Les produits laitiers .2eme édition (24-32p).

S

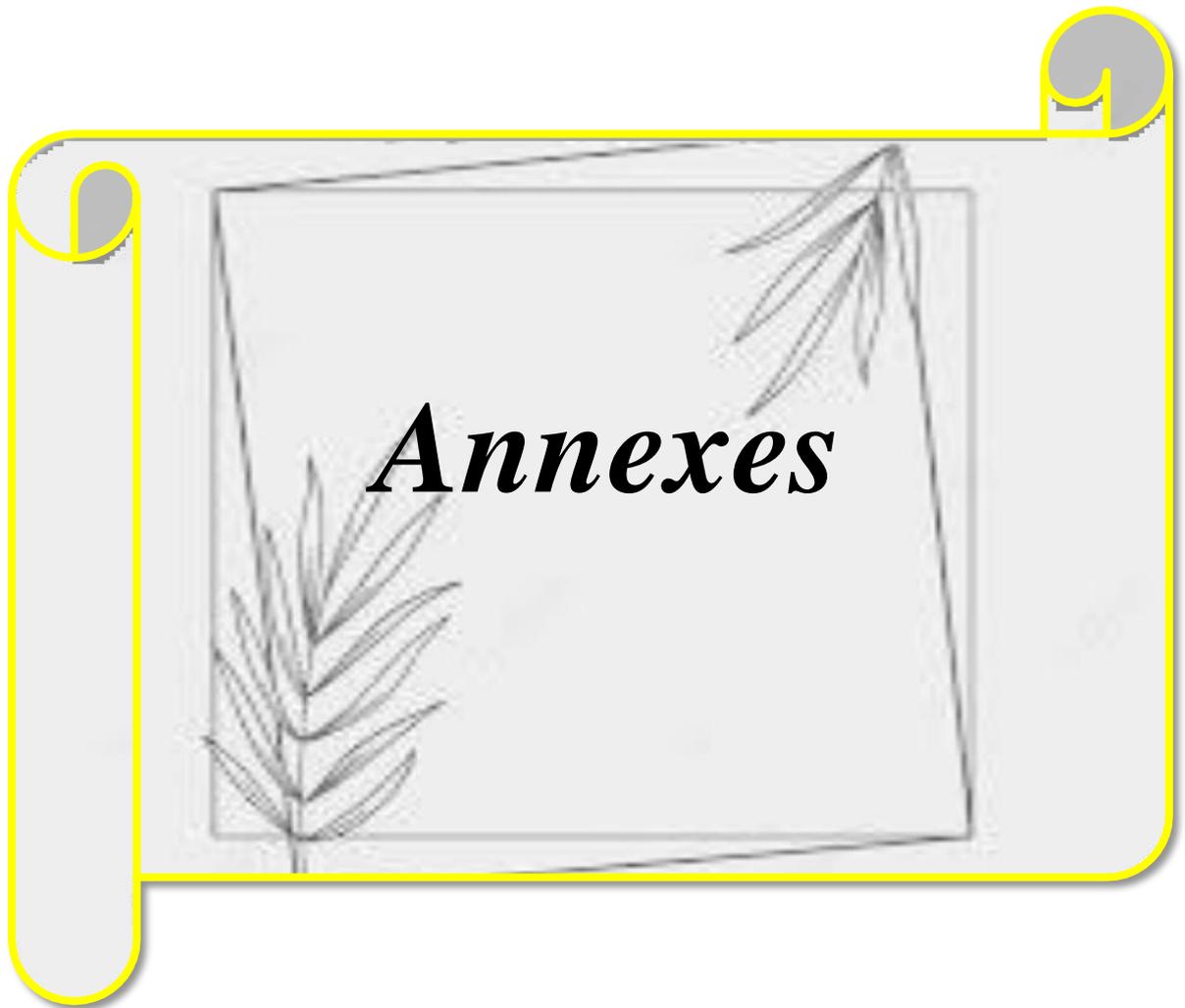
- **Sodini, I. et Beal, C. 2012.** Fabrication des yaourts et laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur (F 6315). Paris- France : Pp16
- **Symons, (1993),** Nutritional value of yogurt and fermented milk. DANONE world newsletter.Ed Donald Robertson at IDEAS.2 p 1-17.
- **Syndifrais, (2002).** Produit laitiers frais. Danone word newsletter. Lettre N01

T

- **Tamime, A.Y., Deeth, H.C. 1980.** Yogurth: technology and biochemistry. Journal of Food protection, 43, 12, 939-977.
- **Tome D. (2002).** Laits fermentés ; les antiques vertus aux nouvelles propriétés. Article : le quotidien du médecin.

V

- **Varnam, AH et Sutherland, P.** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. 2001.
- **VEISSEYRE R.** Technologie du lait. 3ème édition, Paris, La maison rustique, 714 p. .1979.
- **Vignola, C.I., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed Lavoisier, Paris, Pp600.



Annexe n° 1

1. Présentation de l'unité Giplait Sidi Khaled

La laiterie de Sidi Khaled était rattachée anciennement à l'Office Régional Ouest du Lait et dérivés par abréviation OROLAIT. Elle fut créée en date du 13-6-1987 dont le projet a été réalisé par une firme Danoise nommée Danis (laiterie de sidi Khaled).

A l'issue de la restructuration économique du pays, l'office a fait l'objet d'une fusion avec les deux offices régionaux l'Office Régional de Lait Centre(ORLAC) et OROLAIT en date du 1-10-1997. Ces offices qui comptaient 19 unités de productions ont été érigés en un groupe national dénommé GIPLAIT.

La laiterie de SIDI KHALED est une entité économique, société par action dotée d'un capital de 519.770.000,00 DA et un effectif de 119 agents. Ces missions consistent à produire et à commercialiser le lait et les produits laitiers. Au fil des années, son objectif social a été élargi au développement de la production nationale de lait, l'intensification du réseau de collecte de lait, ainsi que la contribution à la régulation du marché. Alors son bailleur de fond est le groupe GIPLAIT puisque étant l'unique détenteur de ce capital (laiterie de sidi Khaled).

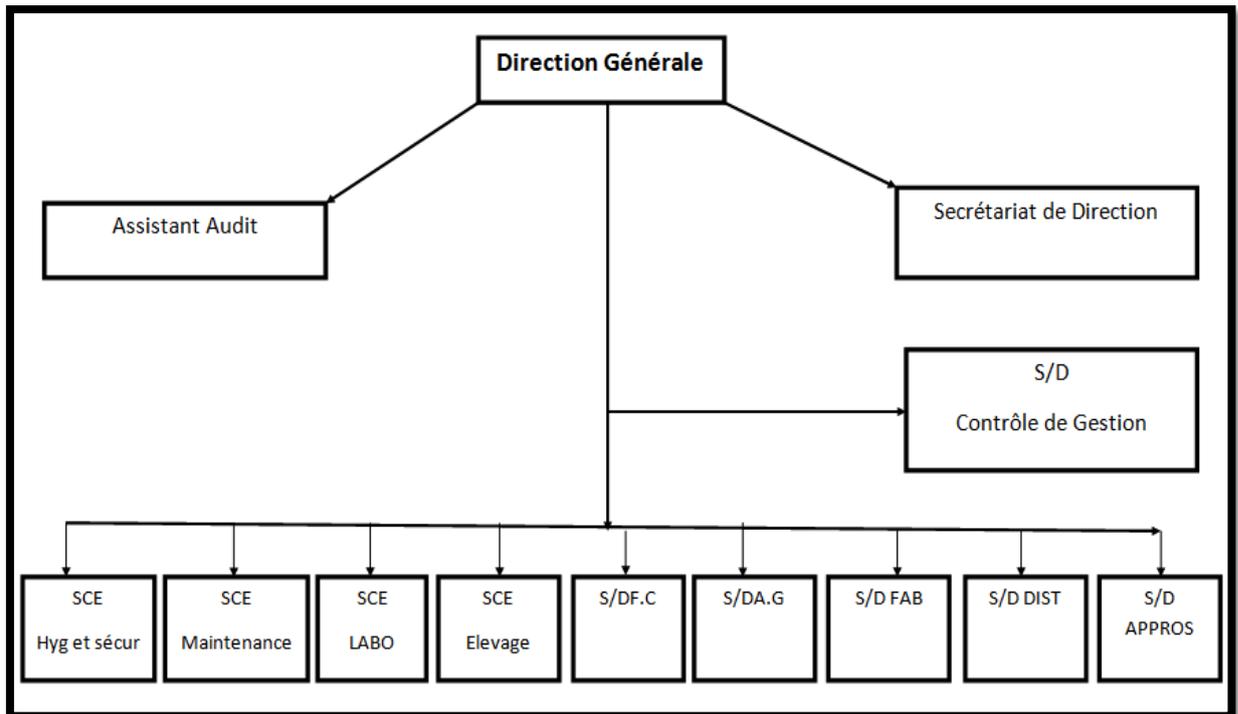
La laiterie de Sidi Khaled de Tiaret dispose d'une capacité de production annuelle globale de 52.000.000 litres en tout lait avec une gamme de produits très variée composée de produits tels que : le lait recombinaé, le lait de vache cru pasteurisé, le lait caillé, le lait fermenté (leben), le yaourt, le petit suisse, la crème désert lactée, la crème fraiche et le beurre frais.

2. Situation géographique

La laiterie de SIDI KHALED de Tiaret est située dans la périphérie du chef-lieu de la commune de Tiaret, elle en est distante d'environ 7km. Elle s'étale sur une superficie de 81.000m².

L'organigramme général de la laiterie Sidi Khaled présente comme suit :

Figure 01 : Organigramme générale de la laiterie de Sidi Khaled



(Source : Laiterie de Sidi Khaled 2014)

SCE : Service ; **S/D** : Sous-Direction

3. Mode de distribution de la laiterie de Sidi Khaled

La laiterie de Sidi Khaled comporte 3 modes de distribution :

La distribution agréée par l'Etat : consiste à établir un registre de commerce ou code de distribution des produits laitiers et dérivés aux clients spéciaux.

La livraison lointaine : dans ce cas la laiterie livre ses produits à travers les wilayates environnantes telles que la wilaya d'Oran, Tissemsilt, Relizane etc...

La vente directe au consommateur au niveau des dépôts qui se trouvent au niveau de la wilaya.

Annexe n°2

Tableau 01 : La composition des milieux de culture

Gélose VRBL (Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre).	Peptone..... 7g Extrait de levure 5g Sels biliaire..... 1,5g Lactose 10g Chlorure de sodium..... 5g Rouge neutre 30g Cristal violet 2 g Gélose 12g Préparation: Dissoudre 40 g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15min à 121°C ; pH=7,4
Gélose Baird Parker	Peptone..... 10 g Extrait de viande de boeuf4 g Extrait de levure2 g Pyruvate de sodium10 g Glycocolle......12 g Chlorure de lithium5 g Agar.....20 g Émulsion de jaune d'oeuf (stérile)..... 50ml Tellurite de potassium (stérile)0,1 g Préparation : le milieu de base est autoclavé. Le tellurite de potassium et jaune d'oeuf sont ajoutés ensuite à raison de 1 ml pour 20 ml de milieu de base ; pH= 7,2
Gélose Hektoen	Protéose peptone..... 12g Extrait de levure..... 3g Chlorure de sodium..... 5g Thiosulfate de sodium..... 5g Sels biliaires 9g Citrate de fer ammoniacal 1,5g Salicine..... 2g Lactose 12g Saccharose.....12g Fuchsine acide 0,1g Bleu de bromothymol0,065g Agar 14 pH final : 7,5 ± 0,2

Gélose OGA	Tryptone 5 g Extrait autolytique de levure 2.5 g Glucose 1 g Agar agar 15 g pH final à 25°C : 7,0 ± 0.2.
-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Annexe n°3

Préparation des solutions pour les analyses physico-chimiques.

1. Préparation de la phénophtaléine

Phénophtaléine 1g
Alcool 95% 120ml
L'eau distillée..... 80ml
NaOH(0,1N).....quantité de titrage

2. Préparation de la solution NaOH (0,1N)

NaOH..... 1g
L'eau distillée..... 250ml

Annexe n°4

Tableau 02 : Résultats des Analyses physicochimiques des 20 échantillons du yaourt.

N°Ech	PH	Acidité	EST	MG
1	4,59	80,56	23,4	1,3
2	4,58	81,3	23,5	1,4
3	4,57	82,1	23,53	1,3
4	4,58	80,07	23,6	1,4
5	4,53	82,17	23,7	1,4
6	4,55	80	23,5	1,2
7	4,56	81,4	23,52	1,2
8	4,57	81,3	23,56	1,3
9	4,53	82,6	23,42	1,4
10	4,58	81	23,3	1,1
11	4,59	80,2	23,7	1,2
12	4,57	82,15	23,8	1,3
13	4,54	82,18	23,69	1,2
14	4,56	82,1	23,48	1,4
15	4,58	81,5	23,4	1,2
16	4,55	80,43	23,5	1,3
17	4,56	81,3	23,6	1,3
18	4,54	81,6	23,52	1,4
19	4,57	82,7	23,7	1,4
20	4,56	82,14	23,47	1,3

Annexe n°5

Tableau 03 : Résultats des Analyses microbiologiques des 20 échantillons du yaourt.

N° Échantillon	Germe recherché					
	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i>	levures	moisissures
01	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
02	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
03	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
04	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
05	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
06	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
07	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
08	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
09	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
10	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
11	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
12	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
13	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
14	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
15	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
16	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
17	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
18	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
19	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
20	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Norme	< 10	1	10	Absence	< 10²	Absence