



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمار تليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUCAT

FACULTE DES SCIENCES

كلية العلوم

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

قسم البيولوجيا

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière: Sciences Biologiques

Option: Microbiologie Appliquée

THEME

Evaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du yaourt brassé
commercialisé en Algérie.

Présenté par :

ARAB Maroua

BOUKHELKHAL Fatima Zohra

Devant le jury composé de :

Président:	BENCHIKH Imen	MCA	Université de Laghouat
Examineur:	SOUIDA Zineb	MAB	Université de Laghouat
Rapporteur:	BOUNOUALA Fatima Zohra	MCB	Université de Laghouat

Soutenu publiquement le: 12/06/2024

Année Universitaire: 2023/2024

Remerciement

Nous remercions en tout premier lieu « DIEU » le Tout Puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la patience et la santé durant toutes ces années d'étude, et que grâce à lui ce travail a pu être réalisé.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à la participation de plusieurs personnes à qui nous voudrions adresser toute notre reconnaissance.

*Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre gratitude à notre encadrant, Mme **BOUNOUALA FATIMA ZOHRA**, pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.*

Nos remerciements vont également à :

***Mme BENCHIKH IMEN** pour l'honneur qu'elle nous fait de présider notre jury et de juger notre travail.*

***Mme SOUIDA ZINEB** pour l'honneur qu'elle nous fait d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nous tenons à remercier tout le personnel du Laboratoire Vétérinaire de Laghouat pour nous avoir aidés, encouragés et orientés tout au long de notre travail. Un merci tout spécial à Mme Fariha TABICHE pour son précieux guidage et son soutien tout au long de notre travail. Sa expertise et ses conseils ont été d'une aide inestimable dans la réalisation de notre étude.

Nous tenons à formuler notre gratitude et nos profondes reconnaissances à l'égard de nos parents pour leurs indéfectibles soutiens durant tout notre cursus.

Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de ce modeste travail .

FATIMA ZOHRA & MAROUA

Dédicaces

Je dédie ce travail à:

*La mémoire de **mon défunt père**. J'espère que je serai toujours à la hauteur de ses espérances ;*

*À **mon adorable mère**, La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur qui est toujours présente et prête à sécher mes larmes.*

*A ma très chère **grand mère khedoja** que dieu la protège pour nous .*

*A mes **chères sœurs** ; AYATT KHADIDJA et NOUR ELKAOUTHER*

*A mes **chers frères** ; MOHAMED ABDELHAK et YOUNES*

*A tous les **familles** : BOUKHELKHAL et MECHRAOUI*

*A mon **chère binôme** MAROUA et sa famille.*

*A tous **mes amis**, ainsi que tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé au cours de cette année.*

Fatima zohra

Dédicaces

Je dédie ce travail à:

*À **moi-même**, tu l'as fait, tu as bien fait. N'oublie jamais que tu es une source de fierté et d'inspiration. Quelles que soient les difficultés auxquelles tu fais face, rappelle-toi toujours de ta force intérieure et de ta capacité à les surmonter. N'oublie pas de t'accorder l'amour et l'appréciation que tu mérites. Continue à poursuivre tes rêves avec confiance et détermination.*

*À toi, mon pilier, mon roc, celui qui veille jour et nuit pour mon bien, qui sacrifie ses moments de repos pour mon avenir, à l'amour inconditionnel de mon cœur, mon cher père **ABDEL HAKIM ARAB**, que Dieu lui accorde une longue vie.*

*À la fleur de ma vie, à celle qui me tend la main lorsque je trébuche, et qui me pousse à résister à toutes ces choses qui appellent à la chute, à ma mère **OUARDA TAIEB** qui m'a permis d'étreindre la joie chaque jour. À toi, femme extraordinaire, sans qui la vie ne serait pas la même, à toi qui as supporté nos fardeaux et enduré bien au-delà de tes forces. Je t'aime.*

*À mes étoiles qui illuminent ma vie, **MOHAMED, RIHAB et BAHAA EDDINE**. Votre amour, votre soutien et votre présence constante sont des trésors inestimables. Chaque moment passé avec vous est un cadeau précieux. Merci d'être là dans les moments de joie comme dans les moments difficiles. Je vous aime profondément et je suis très reconnaissant de vous avoir dans ma vie*

*À ma belle **MERIEM**, ta présence dans ma vie est l'une des belles choses qui m'ont fait croire que les coïncidences de la vie peuvent être vraiment magnifiques.*

*À mon binôme **Fatima Zohra**, mon chère amie, ceci n'est pas la fin mais le début des réalisations.*

*À ceux qui se réjouissent de mon succès et à tous ceux qui ont été un soutien et un appui sur ce chemin, **aux amis et compagnons** des années, aux partenaires dans les difficultés et les crises, **à toi, cher lecteur**, bats-toi... et tiens tête à ceux qui sèment en toi l'esprit de la défaite, dis-leur : **J'atteindrai mon rêve...** Je me réjouirai alors et oublierai toute fatigue, je peux y arriver.*

MAROUA

Résumé

Le yaourt est le produit laitier fermenté le plus connu, le plus fabriqué localement et industriellement, et parmi les plus consommés en Algérie, en particulier par 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 vétérinaire régional (LVR) de Laghouat, sur le contrôle de la qualité microbiologique du produit fini. Nous avons analysé 2 échantillons de yaourt brassé de deux marques différentes, SOUMMAM et DANONE, qui sont produits localement et collectés dans le marché de la wilaya de Laghouat.

Les analyses ont donné les résultats suivants : l'absence totale de *Salmonella*, d'*Enterobacteriaceae*, de *Staphylocoques* et de *Listeria monocytogenes*. Cela peut être dû à l'application des bonnes mesures de manipulation et des bonnes règles d'hygiène à tous les stades de fabrication du produit.

Mots clés : Yaourt brassé, laiterie, analyse microbiologique, qualité hygiénique, contrôle alimentaire, sécurité sanitaire.

Abstract

Yogurt is the most well-known fermented dairy product, widely produced both locally and industrially. It is also one of the most consumed dairy products in Algeria, especially among children. Due to health risks associated with consumption, strict food control measures are necessary.

Our study was conducted at the Regional Veterinary Laboratory (LVR) in Laghouat, focusing on the microbiological quality control of finished yogurt products. We analyzed two samples of stirred yogurt from different brands, SOUMMAM and DANONE, which are locally produced and collected in the Laghouat province market.

The analyses revealed the complete absence of *Salmonella*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococci*, and *Listeria monocytogenes*. This favorable result may be attributed to the application of proper handling practices and hygiene rules at all stages of product manufacturing.

Keywords: stirred yogurt, dairy, microbiological analysis, hygiene quality, food control, health safety.

ملخص

الزبادي هو أشهر منتج ألبان مخمر، يتم إنتاجه محلياً وصناعياً، وهو أحد أكثر المنتجات الألبانية استهلاكاً في الجزائر، خاصة بين الأطفال. نظراً للمخاطر الصحية المرتبطة بتناوله، يجب تطبيق إجراءات صارمة للرقابة الغذائية أجريت دراستنا في المختبر البيطري الإقليمي في الاغواط، حيث تم التركيز على مراقبة الجودة الميكروبيولوجية لمنتجات الزبادي النهائية قمنا بتحليل عينتين من الزبادي المخفوق من علامتين تجاريتين، واللتين تنتجان محلياً وتجمعان من سوق ولاية الاغواط. أظهرت التحاليل عدم وجود كل من *Salmonella*, *Enterobacteriaceae*,

Staphylocoques, *Listeria monocytogene*

ترجع هذه النتيجة الإيجابية إلى تطبيق ممارسات الحماية السليمة وقواعد النظافة في جميع مراحل تصنيع المنتج كلمات مفتاحية : زبادي مخفوق منتجات ألبان تحليل ميكروبيولوجي، جودة النظافة، رقابة غذائية، سلامة صحية

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux	iii
Introduction	1
Synthèse bibliographique.....	2
Chapitre 01 : Le lait	3
1. Définition du lait	3
2. Composition du lait	3
3. Valeur nutritive du lait	4
4. Consommation du lait	5
5. Caractéristiques microbiologiques du lait	6
5.1 .Flore microbienne du lait.....	6
5.2. Flore originelle	6
5.3. Flore de contamination.....	6
6. Les Critères organoleptiques du lait	7
6.1. L'odeur	7
6.2 La couleur.....	7
6.3 La saveur.....	7
Chapitre II : Le yaourt.....	8
1 Histoire et origine.....	8
2. Définition	8
1. Matières premières utilisées pour la production du yaourt.....	9
1.1. Lait frais	9
1.2. Poudre de lait.....	9
1.3. L'eau	9
1.4. Les additifs	9
2. Composition du yaourt	10
3. Diagramme de fabrication d'un yaourt	11
3.1. Réception du lait.....	14
3.2. Standardisation du mélange.....	14
3.3. L'homogénéisation.....	14
3.4. Traitement thermique	15
3.5. Fermentation lactique	15
3.6. Conditionnement et stockage	16
4. Différents types de yaourt	16

5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt.....	17
5.1. Valeur nutritionnelle.....	18
5.2. Effets thérapeutiques	18
6. Les bactéries caractéristiques du yaourt	19
6.1. Les bactéries lactiques du yaourt.....	19
6.1.1. <i>Streptococcus thermophilus</i>	19
6.1.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	20
6.2. Intérêt et fonctions des bactéries du yaourt	22
6.2.1. Aptitude acidifiante	22
6.2.2. Aptitude protéolytique.....	22
6.2.3. Aptitude aromatique	22
6.2.4. Aptitudes texturant	22
Chapitre III : Qualité microbiologique du yaourt brassé.....	24
1. Introduction à la qualité microbiologique des produits laitiers fermentés	24
2. Critères de qualité microbiologique du yaourt brassé	24
2.1. Normes et réglementations applicables aux yaourts brassés	24
2.2. Paramètres microbiologiques d'évaluation	24
3. La flore d'altération et pathogène du yaourt	25
3.1. La flore totale aérobie mésophile	25
3.2. Coliformes totaux et fécaux	25
3.3. <i>Staphylococcus aureus</i>	25
3.4. Les salmonelles	25
3.5. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	25
3.6. Levures et moisissures.....	25
4. Contrôle de la qualité microbiologique du yaourt brassé.....	26
4.1. Méthodes d'échantillonnage	26
4.2. Techniques de détection et d'identification des micro-organismes	26
5. Facteurs influençant la qualité microbiologique du yaourt brassé	27
5.1. Conditions de production et d'hygiène	27
5.2. Matières premières et environnement de production	27
6. Les accidents de fabrication du yaourt	28
7. Gestion des risques microbiologiques	28
7.1. Prévention des contaminations et des altérations	28
7.2. Mesures correctives et actions en cas de non-conformité	29
8. Perspectives et défis dans l'amélioration de la qualité microbiologique du yaourt brassé.....	29

Matériel et méthodes	30
1. Lieu et période de stage.....	30
2. Matériel utilisé.....	30
3. Méthodes d'analyses microbiologiques	30
3.1. Échantillonnage et prélèvement	30
3.2. Préparation des milieux de culture	31
3.3. Préparation de la solution mère	32
3.4. Préparation des dilutions décimales	33
3.5. Le dénombrement des colonies	33
4. Recherche et dénombrement des germes de contamination.....	34
4.1. Recherche et dénombrement des <i>Staphylocoques</i> à coagulase +	34
4.1.1. Ensemencement sur milieu Baird-Parker	35
4.1.2. Ensemencement sur milieu Chapman	36
4.1.3. Test de Catalase.....	36
4.2. Recherche et dénombrement des <i>Enterobacteriaceae</i>	36
4.3. Recherche et dénombrement de <i>Salmonella</i>	38
4.4. Recherche et dénombrement de <i>Listeria monocytogenes</i>	39
Résultats et discussion	42
1. Résultats de la recherche et le dénombrement de <i>Staphylococcus</i> à coagulase +	44
2. Résultats de la recherche et le dénombrement des <i>Entérobactéries</i>	45
3. Résultats de la recherche de <i>Salmonella</i>	46
4. Résultats de la recherche de <i>Listeria monocytogenes</i>	46
5. Discussion générale.....	47
Conclusion	49
Références bibliographiques	50
Annexes	60

Liste des Abréviations

% : Pourcentage

Y : yaourt

VRBG : Violet Red Bile Glucose Agar = gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre .

UFC : unité formant colonie

UHT : Ultra haute température

UI : Unités International

S: *Staphylococcus*.

SM : Suspension mère

T : Température

pH : potentiel d'hydrogène

PCR : Polymerase Chain reaction.

N : Normalité.

n : Nombre de répétitions.

Mg: Milligramme

mg/ml :milligramme par millilitre

Lb : *Lactobacillus* .

L. monocytogenes : *Listeria monocytogenes*

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne.

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point

g: gramme

G : Gram .

FAO : Organisation pour L'alimentation et L'agriculture (Food and Agriculture organisation)

EPS : exopolysaccharides

EMP : d'Emden Meyerhoff Parnas

ELISA : Enzyme-Linked Immuno sorbent Assay

E : Echantillon

Bp: Baird-Parker

ALOA: Agar listeria according to ottaviani and agosti

°D : Degré Dornic

°C : degré Celsius

Liste des figures

Figure 01. : Diagramme général de fabrication des yaourts (Bourliou x et $al.$, 2011).	p12
Figure 02 : Diagramme de fabrication du yaourt ferme (Bylund, 1995).....	p13
Figure 03 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé (Bylund, 1995).....	p13
Figure 04. Aspect des cellules de <i>Streptococcus thermophilus</i> sous microscope électronique (Durso et Huktins, 2003)	p20
Figure 05 : Aspect des cellules de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sous microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).....	p21
Figure 06 : Préparation des milieux de culture.....	p 32
Figure 07: Préparation de la solution mère à partir du yaourt.....	p 33
Figure 08 : Schéma récapitulatif du mode opératoire suivi pour le dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	p35
Figure 09 : Dénombrement des <i>Enterobacteriaceae</i>	p37
Figure 10 : Schéma récapitulatif du mode opératoire pour le dénombrement des <i>Enterobacteriaceae</i>	p37
Figure 11 :Étapes d'enrichissement dans le but d'isoler des Salmonelles	p38
Figure 12: Schéma du mode opératoire pour le dénombrement de <i>Salmonella</i>	p 39
Figure 13 : Étapes d'isolement <i>Listeria monocytogenes</i>	p 40
Figure 14 : Schéma récapitulatif du mode opératoire pour le dénombrement de <i>Listeria monocytogenes</i>	p 41
Figure 15: Classement des échantillons selon les trois critères.....	p 43
Figure 16 : Résultats de la recherche de <i>Staphylococcus</i> à coagulase positive dans le yaourt brassé sur milieu Baird Parker.....	p 44
Figure 17 : Résultats de la recherche de <i>Staphylococcus</i> à coagulase positive dans le yaourt brassé sur milieu Chapman.....	p 45
Figure 18 : Résultats de la recherche des <i>Enterobactéries</i> dans le yaourt brassé sur le milieu VRBG.....	p 45
Figure 19 : Résultats de la recherche des <i>Salmonella</i> dans le yaourt brassé sur le milieu HEKTOEN	p 46
Figure 20 : Résultats de la recherche de <i>Listeria monocytogenes</i> dans le yaourt brasé sur milieu ALOA.....	p 47

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition du lait de vache (Alais <i>et al.</i> , 2008)	p 04
Tableau 02 : Composition chimique et valeur énergétique des yaourts pour 100 g du produit (Cidil et Inra, 2009)	p 11
Tableau 03 : Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002).....	p17
Tableau 04 : Composition nutritionnelle de yaourt (Syndifrais, 1997).....	p 18
Tableau 05 : Principaux caractères de <i>S. thermophilus</i> et de <i>Lb. bulgaricus</i> (Corvi ,1997).	p21
Tableau 06 : informations sur les échantillons de yaourt utilisés.....	p31
Tableau 07 : l'ensemble des germes recherchés dans le yaourt selon l'arrêt interministériel du 2 juillet 2017 (JORA N°39).....	p 34
Tableau 08 :Résultats des analyses microbiologiques du yaourt brassé	p 42
Tableau 09 : Classement des échantillons selon la qualité du yaourt.....	p 43

Introduction

Introduction

Le lait est l'un des aliments les plus répandus dans la nature, étant un excellent aliment pour l'homme, en raison de sa composition équilibrée en nutriments de base (glucides, lipides, et protéines), mais aussi de sa richesse en certaines vitamines, notamment de groupe B et d'oligo-éléments (**Ghaoues, 2011**). Le lait peut être transformé en laits fermentés qui sont différenciés par leur composition, la flore lactique, la technologie, la texture, et leur durée de conservation. Ils possèdent des qualités nutritionnelles reconnues (**Tome, 2002**).

Avec les progrès technologiques réalisés ; le yaourt apparaît comme un produit laitier très digeste fabriqué à base de lait fermenté. Cet aliment possède une grande valeur nutritionnelle par sa richesse en calcium, vitamine B, protéines animalesetc. Il est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit consommé la plupart du temps comme un dessert, de part le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets intolérants au lait.

Le Yaourt est défini comme un lait fermenté obtenu à l'aide de deux souches de bactéries bien spécifiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Kaci et Sassi, 2007**), sa valeur nutritionnelle est supérieure à celle du lait (**Malclnga, 1985**).

En Algérie, Le yaourt a connu un développement spectaculaire durant ces dernières années. D'après une étude faite par Danone Djurdjura, la consommation annuelle de l'algérien moyen en yaourt oscille entre 5 et 6 kg/an.

Pour qu'un produit laitier quel qu'il soit puisse remplir ses multiples fonctions, il faut avoir, outre une qualité organoleptique, une excellente qualité microbiologique et physico-chimique. Sans ces conditions, son utilisation peut constituer une menace sérieuse pour la santé humaine (**Kiemptore, 2013**).

Donc, dans ce contexte, Le but de notre travail est de vérifier la qualité hygiénique et sanitaire des deux marques connues de yaourt brassé commercialisées En Algérie.

Afin de donner une idée sur la qualité microbiologique de cette denrée et d'évaluer le niveau de sa contamination, des analyses bactériologiques sont effectuées. Il s'agit de contrôler la qualité microbiologique des différents échantillons par la recherche d'un certain nombre de germes d'altération et pathogènes selon les normes dictées dans le journal officiel algérien. (**JORA, 2017**).

Le présent travail s'articule comme suit :

- La première partie s'intéresse à une synthèse bibliographique sur le lait, le yaourt et sa qualité microbiologique ;
- La deuxième partie présente l'étude expérimentale, en développant le matériel et les méthodes utilisés pour les analyses microbiologiques des yaourts ;
- La troisième partie discute les résultats obtenus ;
- Enfin nous achevons ce travail par une conclusion générale.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Le lait

1. Définition du lait

Le lait est un liquide aqueux blanc opaque au gout sucré et au pH léger acide (6,6 à 6,8) sécrété par les grandes mammaires des femelles après la naissance des jeunes (**Sandra, 2001**).

Le lait est une substance biologique essentielle à la nutrition des nouveau-nés et consommée par les humains. Sa composition varie en fonction de l'espèce animale, mais il est principalement composé d'eau, de protéines, de matières grasses, de lactose, de minéraux et de vitamines (**Brochard et al., 2014**).

Selon le journal officiel de la république démocratique algérienne, la dénomination « Lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (**J.O.R.A, 1993**).

2. Composition du lait

Le lait se présente comme un aliment contenant une grande quantité de calcium, de phosphore, de lactose, de matières grasses et de protéines. Le lait de vache présente un taux de matière grasse assez faible, une teneur moyennement élevée en lactose et en protéines, ainsi qu'une teneur suffisante en calcium et en phosphore (**Tableau 01**) (**Leymarios, 2010**).

Tableau 01 : Composition du lait de vache (Alais *et al.*, 2008).

	Composition g/l	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) + eau liée (3,7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 µm)
Matière grasse	34	
Lécithine (phospholipides)	0.5	
Insaponifiable (stérols, carotènes, tocophérol)	0.5	
Protides	34	Suspension micellaire de
Caséine	27	Phosphocaséinate de calcium
Protéines solubles (globulines, albumines)	2.5	(0.08-0.12µm)
Substances azotées non protéiques	1.5	Solution (colloïdale)
		Solution vraie
Sels	9	Solution ou état colloïdale
Acide citrique	2	
Acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2.6	
Chlorure de Sodium (NaCl)	1.7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Trace	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

3. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait est reconnu pour sa valeur nutritionnelle exceptionnelle, offrant une gamme complète d'éléments essentiels à la santé humaine. Comme l'œuf, il est considéré comme une source complète de nutriments nécessaires à la vie. Une consommation quotidienne de lait peut fournir une quantité significative des besoins nutritionnels quotidiens pour un adulte, notamment :

- Plus de 20 % des besoins en protéines
- Plus de 60 % des besoins en calcium
- 10 % des besoins en thiamine (vitamine B1)
- Environ 4 % des besoins en riboflavine (vitamine B2)
- 15 % des besoins caloriques quotidiens et 16 g de matières grasses

Les protéines du lait sont parmi les plus précieuses, avec une valeur biologique élevée de 90, juste après celles de l'œuf. Les acides gras, notamment les acides gras saturés, présents dans les produits laitiers, sont une source d'énergie importante. De plus, les lipides contenus dans le lait, comme les vitamines A et D, jouent un rôle crucial dans divers processus métaboliques.

Le lait constitue également une source significative de calcium, dont l'assimilation est optimisée par la présence de phosphore et de vitamine D. Le lactose, sucre naturel du lait, fournit de l'énergie tout en favorisant la santé intestinale en soutenant la microflore lactique.

La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (**Derby, 2006**).

4. La consommation de lait

La consommation de lait varie selon les groupes d'âge, les régions et les contextes socio-économiques. Une étude menée au Maroc a révélé que la consommation de lait chez les enfants et les adolescents variait entre 171 ml/jour et 303 ml/jour, en fonction de l'âge et du type de lait consommé (**Berrani et al., 2017**). En Algérie, la consommation de produits laitiers a considérablement augmenté entre 1973 et 2013, passant de 50 à 141 kilogrammes équivalents laits par habitant et par an (**Zalani et al., 2021**). Au Burkina Faso, la consommation de lait frais pasteurisé est influencée par des modèles économétriques qui évaluent à la fois la probabilité de consommation et le niveau des dépenses qui y sont consacrées (**Ouedraogo et Doanio, 2007**).

Les produits laitiers fermentés, tels que les yaourts, sont de plus en plus consommés, ce qui peut avoir des effets sur la santé, notamment en ce qui concerne la concentration en cholestérol sérique (**Drouault et Corthier, 2001**). Par ailleurs, la composition en acides gras

du lait maternel peut être un indicateur du niveau de consommation des acides gras polyinsaturés par la mère (**Vaysse et al., 2018**).

5. Caractéristiques microbiologiques du Lait

5.1. Flore microbienne du lait

Le lait est un milieu propice au développement microbien en raison de sa composition riche en nutriments tels que les protéines, les glucides, les lipides, les sels minéraux et les vitamines, ainsi que de sa teneur élevée en eau et son pH neutre (environ 6,7). La flore indigène (ou originelle) et la flore de contamination sont les deux principaux types de microbes du lait. Dans ce dernier cas, il existe deux sous-classes : la flore pathogène et la flore altérante (**Vignola, 2002**).

5.1.1. Flore originelle

Lorsque le lait est prélevé dans des conditions sanitaires optimales à partir d'un animal sain, il contient généralement peu de micro-organismes, principalement des germes saprophytes tels que les microcoques, les streptocoques lactiques et les lactobacilles. Cependant, s'il est issu d'un animal malade, il peut être contaminé par des agents pathogènes potentiellement dangereux pour la santé humaine, tels que les streptocoques pyogènes, les staphylocoques, la brucella, la listeria, les mycobactéries, ...etc (**Vignola, 2002**).

5.1.2. Flore de contamination

Le lait peut être contaminé par une variété de micro-organismes d'origines diverses, y compris les fèces et les téguments de l'animal, le sol, les litières et les aliments, l'air et l'eau, l'équipement de traite et de stockage, les manipulateurs et divers vecteurs tels que les insectes. Cette flore de contamination peut comprendre des bactéries inoffensives, des pathogènes et des micro-organismes responsables de la détérioration du lait. Il est donc essentiel de contrôler et de surveiller la qualité microbiologique du lait à chaque étape de la production, du traitement et de la distribution afin de garantir la sécurité alimentaire et la qualité des produits laitiers destinés à la consommation humaine (**Vignola, 2002**).

6. les critères organoleptiques du lait

6.1. L'odeur

L'odeur du lait est caractéristique et en grande partie due à la matière grasse qu'il contient, ainsi qu'à d'autres facteurs tels que l'ambiance de la traite, l'alimentation des vaches laitières et la conservation du lait (**Vierling, 2003**).

6.2. La couleur

La couleur du lait est généralement décrite comme blanche et mate, principalement attribuée à la présence de matière grasse et de pigments de carotène (**Fredot, 2005**).

6.3. La saveur

Le lait frais normal est agréable, mais elle peut varier en fonction du traitement thermique du lait (pasteurisation, bouillissage, stérilisation), donnant parfois un goût légèrement différent du lait cru (**Fredot, 2005**).

Chapitre II : Le yaourt

1. Histoire et origine

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de « yoghurmark », mot turc signifiant « épaissir » (**Tamime et Deeth, 1980**).

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 1902, RIS et KHOURY, deux médecins français, isolent les bactéries présentes dans un lait fermenté égyptien. METCHNIKOFF (1845-1916) isole ensuite la bactérie spécifique du yaourt « le bacille bulgare », analyse l'action acidifiante du lait caillé et suggère une méthode de production sûre et régulière (**Rousseau, 2005**).

Plusieurs autres produits ont ensuite fait leur apparition sur le marché : laits fermentés probiotiques, laits fermentés de conservation prolongée (pasteurisés, UHT, lyophilisés ou séchés) et produits «divertissement» (à boire, pétillants ou glacés).

De manière traditionnelle, c'est le yaourt appelé « nature » et ferme qui était principalement utilisé dans la fabrication de laits fermentés. Au cours des années 1960-1970, les produits sucrés, puis aromatisés et fruités ont fait leur apparition. À l'heure actuelle, ils représentent la majorité du marché.

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. En outre, le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à une demande du consommateur (**Brule, 2003**).

Les mots "yaourt" et "yogourt" sont entrés dans "Le Petit Larousse" en 1925.

2. Définition du yaourt

Le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique due à deux ferments spécifiques ensemencés simultanément : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont contenus naturellement dans le lait, à l'exclusion de tout autre bactérie. Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de $10^7/g$ de produit. Elles sont aussi thermophiles et dégradent le lactose en acide lactique à partir de 45°C dont la teneur doit être au moins 0,7 % lors de sa vente (**Fredot, 2005**).

Le **Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (1975)** définit ainsi le yaourt : « 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

(Ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. D'autres pays admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contient plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt (**FAO, 1995**).

3. Matières utilisées pour la production du yaourt

3.1. Lait frais

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait et essentiellement le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche contenant elle aussi des glucides, protéines, des lipides et des minéraux. Après l'eau, les constituants les plus abondants sont les glucides particulièrement représentés par le lactose. Les principaux constituants protéiques sont les caséines (82%), la β -lactoglobuline est la protéine sérique la plus abondante (45%) (**Tamime et Robinson, 1985**)

3.2. Poudre de lait

Afin d'augmenter la viscosité apparente et la consistance des yaourts, la teneur en matière sèche du lait est augmentée au préalable jusqu'à 10-12% (**Schkoda et al., 2001 ; Van marle, 1998**). Après concentration (par évaporation ou par osmose inverse) ou, plus fréquemment, par addition de poudre de lait ou de protéine de lactosérum, le lait obtenu est d'ailleurs fortifié ou enrichi (**Mahaut et al., 2000**).

3.3. L'eau

L'eau est l'une des matières premières de tous les types des produits laitiers reconstitués et recombinaisonnés. Elle doit être potable, de bonne qualité, dépourvue de microorganismes et d'un niveau de dureté acceptable (**Gosta, 1995**).

3.4. Les additifs

En outre, d'autres composés sont rajoutés au mélange afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles ainsi que la consistance du produit fini. Ces composés comportent du sucre, arôme, épaississants... (**Gosta, 1995**). Dans le cas des yaourts

brassés sans matière grasse, des agents de texture (épaississants ou gélifiants) sont souvent ajoutés. Ils améliorent l'apparence, la viscosité et la consistance des yaourts. Les additifs les plus fréquemment utilisés sont : la gélatine, les alginates, les celluloses, les amidons, et les pectines (**Amellal-Chibane, 2008**).

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous forme de préparations de fruits avec ou sans sucres ajoutés. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruits, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (**Vignola, 2002**)

4. Composition du yaourt

Le yaourt est caractérisé par la baisse de la teneur en lactose de 20 à 30 %. En partant d'un lait enrichi de poudre de lait écrémé au taux de 2 %, la teneur du yaourt en lactose résiduel est de l'ordre de 4,5 g pour 100 g. La dégradation du lactose conduit à la formation de galactose, de glucose et d'acide lactique qui passe d'un niveau pratiquement nul à un niveau de 0,8 à 1 %. Les quantités finales de galactose sont aux alentours de 1 à 1,5 %. Les concentrations en glucose et oligosaccharides sont très faibles (**Syndifrais, 1997**). Le **tableau 02** représente les teneurs en composés chimiques et les valeurs énergétiques de quelques types de yaourt.

Tableau 02 : Composition chimique et valeur énergétique des yaourts pour 100 g du produit
(Cidil et Inra, 2009).

	Teneur moyenne pour 100 g de produit							
	Protides g	Lipides g	Glucide g	Calcium mg	Sodium mg	Potass mg	Phosph mg	Valeur énergétique K Calories
Yaourt nature	4.15	1.2	5.2	174	57	201	114	48
Yaourt au lait entier	3.8	3.5	5.3	171	56	206	112	68
Yaourt nature 0%	4.2	Traces	5.4	164	55	180	100	39
Yaourt nature sucré	3.8	1.1	14.5	160	52	195	105	83
Yaourt brassé nature	3.75	1.65	14.5	140	50	190	110	88
Yaourt brassé aux fruits.	3.1	2.7	16.5	140	45	180	100	103
Yaourt au lait entier aux fruits	3.6	Traces	17.2	140	45	180	100	84

5. Diagramme de fabrication du yaourt

Le schéma de la **figure 01** résume les étapes de la fabrication du yaourt. Celle-ci peut subir des variantes de sorte que les étapes indiquées peuvent faire l'objet de modifications dans leur ordre comme dans leur nombre. Cette figure montre qu'il existe deux types de yaourts (Lee et Lucey ,2010) :

- Le yaourt ferme ou étuvé : le lait estensemencé directement dans les pots, lesquels passent dans une étuve à 42- 44°C pendant environ trois à cinq heures (**figure 02**) (Syndifrais, 2011). Il présente une acidité de 70 à 80 °D (**Boudier, 1990**).

- Le yaourt brassé : plus liquide, il est souvent plus acidulé que le yaourt nature. Seule sa texture diffère. On le nomme aussi yaourt bulgare, en référence aux origines supposées du yaourt et au *Lactobacillus bulgaricus*, l'un des deux ferments à l'œuvre dans la transformation du lait en yaourt. Il est fabriqué en cuve avant d'être conditionné en pots (**figure 03**) (**Barrata et al., 2017**).

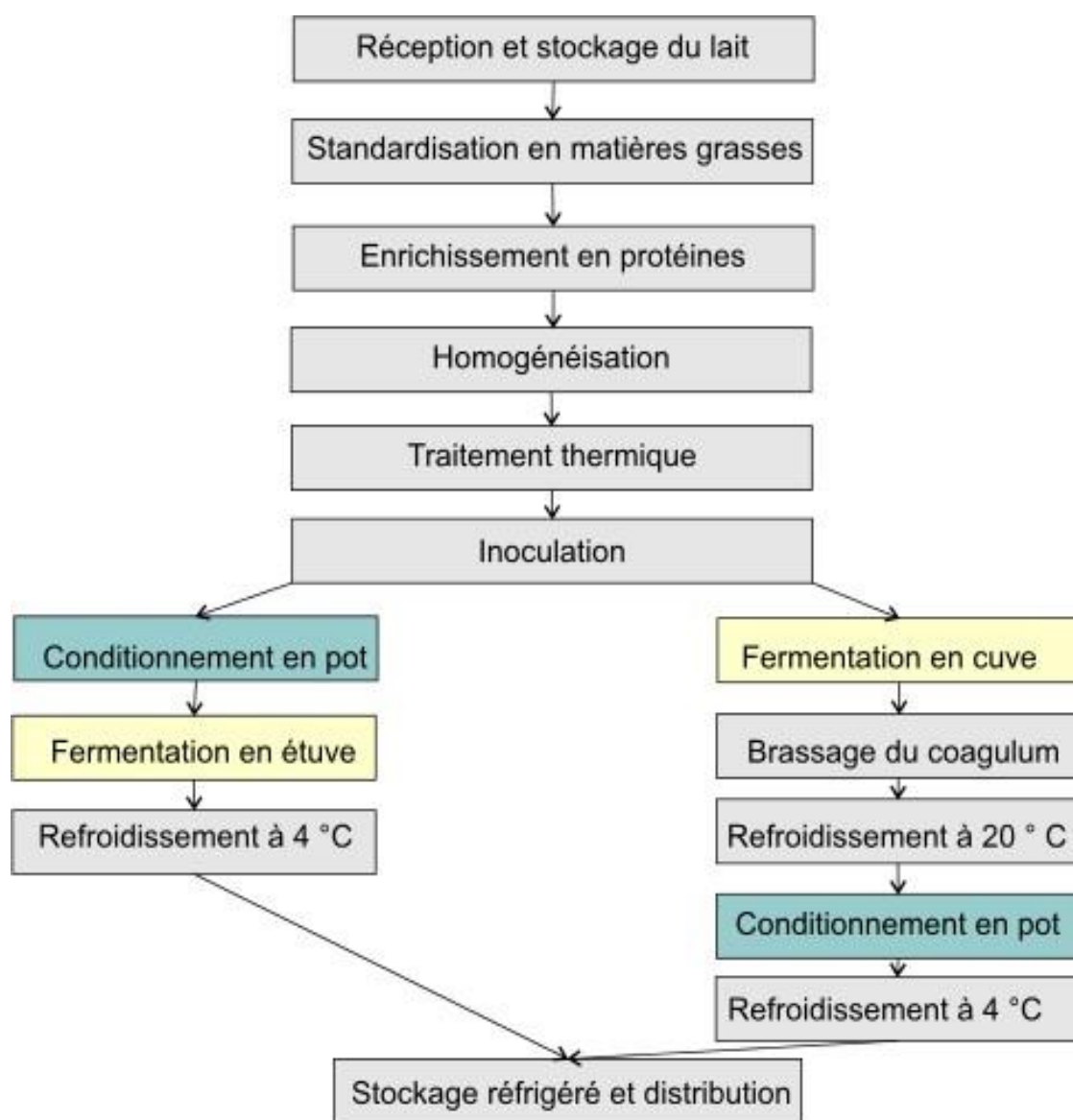


Figure 01. : Diagramme général de fabrication des yaourts (Bourlioux *et al.*, 2011).

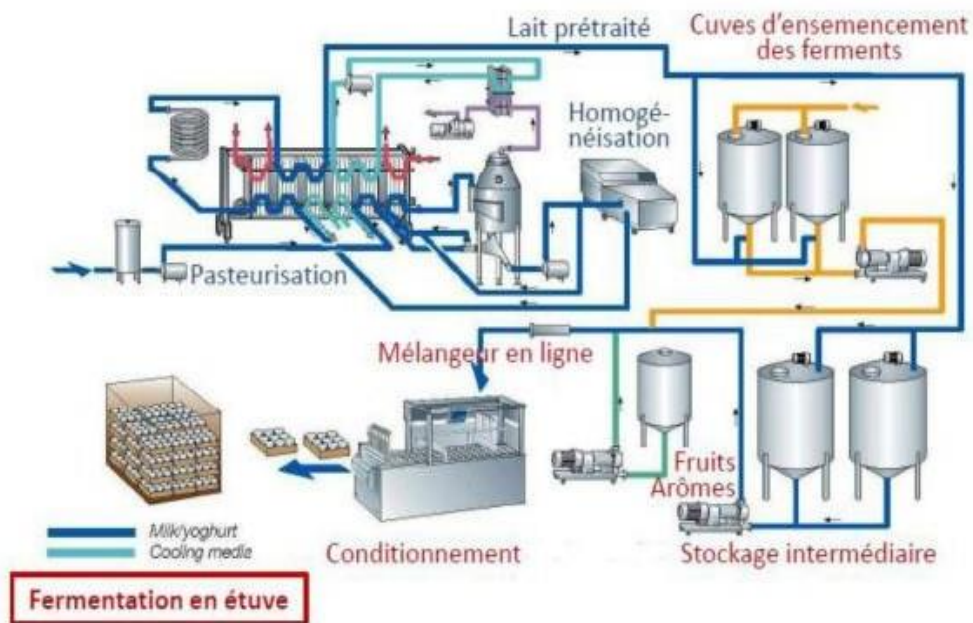


Figure 02 : Diagramme de fabrication du yaourt ferme (Bylund, 1995).

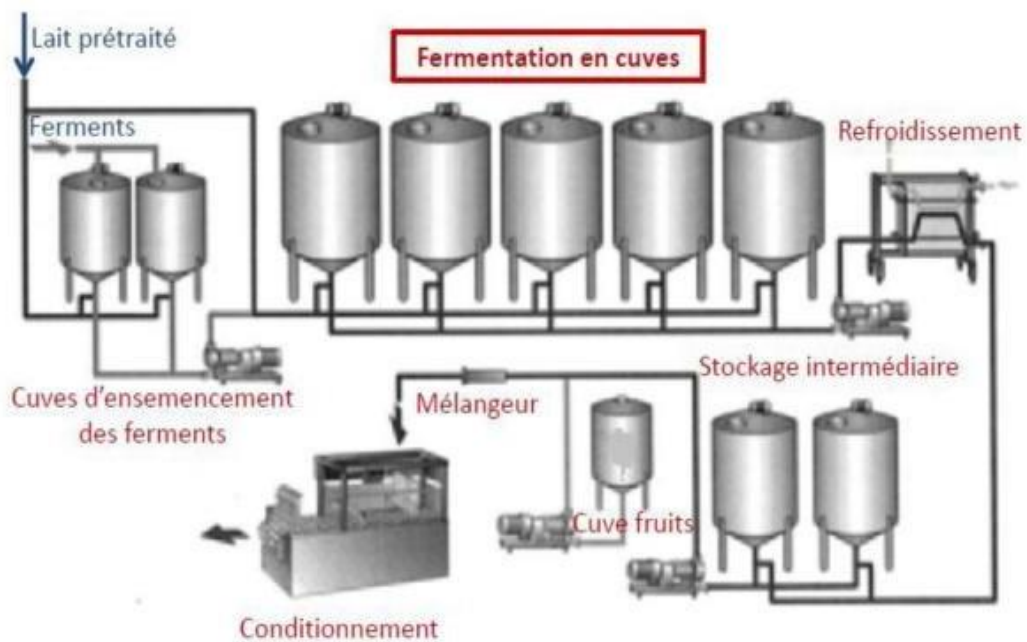


Figure 03 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé (Bylund, 1995).

5.1. 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). Il est primordial de mettre en place dès la réception du lait ou toutes autres matières premières, des méthodes et des procédures rapides et simples permettant de détecter les anomalies et les pertes possibles de contrôle (Amellal-Chibane, 2008).

5.2. Standardisation du mélange

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 laitières ou addition d'autres ingrédients comme le sucre et les arômes. Et ceci, afin de répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques du produit (Pernoud *et al.*, 2005) et aussi améliorer la qualité organoleptique du yaourt.

5.3. L'homogénéisation

Elle est généralement combinée avec le traitement thermique, comme elle peut se faire avant la pasteurisation ou après celle-ci, dans ce dernier cas, la consistance du yaourt semble meilleure. Mais les risques de décontamination sont à craindre (FAO, 1995). Elle a principalement des effets sur deux composantes du lait, soit la matière grasse soit les protéines.

- **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 (Lamontagne, 2002).

- **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. Enfin, l'homogénéisation confère un aspect plus blanc au produit fini (Pernoud *et al.*, 2005). Pour des raisons hygiéniques et pour éviter une recontamination du lait, l'étape

d'homogénéisation est généralement positionnée avant le traitement thermique du mix ou au cours de sa montée en température vers 64°-70°C (**Lamontagne, 2002; Sodini et Béal, 2012**).

5.4. Traitement thermique

Dans la pratique commerciale, le lait destiné à la fabrication de yaourts est préchauffé à 85 °C pendant 30 minutes ou à 90 - 95 °C pendant 5-10 min (**Tamime et Deeth ,1980**).

La stérilisation UHT peut remplacer la pasteurisation. Le traitement se fait pendant quelques secondes (de 3 à 4) à 135-140 °C, soit par injection directe de vapeur, soit par chauffage indirect à l'aide d'échangeurs tubulaires ou à plaques (**Boudier, 1990**). Les objectifs de cette étape du processus peuvent être résumés comme suit :

- Destruction de tout micro-organisme présent à l'état végétatif, évitant ainsi le risque de compétition entre le starter et tout autre concurrent et bactéries adventices ; les pathogènes potentiels sont également détruits, tout comme les levures ou les spores de moisissures qui pourraient causer la détérioration de l'environnement du produit final (**Robinson et Tamime ,1993**).
- Contribution à l'amélioration de la texture du yogourt en permettant la dénaturation des protéines de lactosérum et l'interaction avec la caséine, ce qui entraîne une diminution de la synérèse du gel et une augmentation de la fermeté du gel (**Courrieu, 2016**).

Afin d'éviter toutes odeurs désagréables, il est recommandé de compléter le traitement thermique par une désaération du lait (**FAO, 1995**).

5.5. Fermentation lactique

Le lait est ensuite refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (autour de 40 – 45C°) (**Syndifrais, 1997 ; Bourlioux et al., 2011**). 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**). 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. Le lait ainsi

ensemencé est amené à une température généralement voisine de 45°C par un passage à travers des réchauffeurs à plaques. La température optimale de développement du streptocoque est de 42-45°C, celle du lactobacille de 47-50°C. Selon les régions, les consommateurs préfèrent des yaourts plus ou moins acides et plus ou moins aromatisés. Les caractéristiques recherchées dépendent des souches utilisées et de la température d'incubation. L'abaissement de celle-ci de 1 à 3°C (42-44°C), favorise le développement du streptocoque et donc la production d'arômes. L'augmentation légère (45-46°C), favorise le lactobacille donc la production d'acides (**Enkelejda, 2004**).

5.6. 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. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (**Pacikora, 2004; Luquet et Carrieu, 2005**).

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**).

6. Différents Types de yaourt

Il existe plusieurs variétés de yaourts qui diffèrent par leur composition, leur technologie de fabrication et leur saveur. Le **tableau 03** résume les différentes catégories de yaourts.

Tableau 03 : Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002).

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

7. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle et thérapeutique remarquable (Loones, 1994).

7.1. Valeur nutritionnelle

Le yaourt permet une meilleure assimilation en calcium que le lait, le calcium et le phosphore sont absorbés efficacement dans l'intestin grâce à leur association avec les protéines et à l'acidité des produits (**Loones, 1994**).

Le yaourt est pauvre en sel et en matière grasse et il est riche en protéines et en potassium (**Loones, 1994**).

Il contient également l'ensemble des vitamines du groupe B, de la vitamine A, D et K (**Xanthopoulos et al, 2001**). Les valeurs sont présentées dans le **tableau 04**

Tableau 04 : Composition nutritionnelle de yaourt (**Syndifrais, 1997**)

Composants	Teneurs (/100g)
Apport calorique	42-115 kcal
Eau	80-90 g
Glucides	4-18 g
protéines	4.3 g
Lipides	0 – 3.5 g
Calcium	150 mg

7.2. Effets thérapeutiques

- Effet probiotique : L'effet « probiotique » est l'amélioration des performances zootechniques (effet positif sur la croissance, sur la diminution des diarrhées...). Il dépend de la sélection des souches, de la quantité et de la durée d'administration des bactéries lactiques vivantes (**Syndifrais, 1997**).

- Effet sur le transit : L'administration de laits fermentés, dont le yaourt, tend à rétablir un équilibre bactérien favorable à la normalisation du transit digestif (**Syndifrais, 1997**).

- Activité antimicrobienne : Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles. En dehors de

l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des probiotiques, notamment des oligosaccharides (Jeantet *et al.*, 2008).

- Stimulation du système immunitaire : L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué à *Lactobacillus bulgaricus* (Jeantet *et al.*, 2008).

- Action préventive contre des cancers de la sphère digestive : Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs de tumeurs cancéreuses) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses. Cet effet serait notamment attribué à la production de polysaccharides par les ferments (Jeantet *et al.*, 2008).

8. Les bactéries caractéristiques du yaourt

8.1. Les bactéries lactiques du yaourt

Le rôle principal des deux bactéries impliquées dans la préparation du yaourt est d'abaisser le pH du lait jusqu'au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6), formant ainsi un gel (ou coagulum). En plus de conférer un goût acidulé au gel, elles lui confèrent également une saveur unique due à la production de composés aromatiques (principalement acétaldéhyde, cétone, acétoïne, diacétyl). Enfin, en produisant des polysaccharides (glucanes), certaines souches ont un effet sur la consistance du gel (FAO, 1995).

8.1.1. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus est l'une des bactéries lactiques thermophiles, largement employé en tant que levain dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés tel que le yaourt (en culture mixe avec *Lactobacillus bulgaricus*) et les fromages à pâte cuite (en culture mixe avec *Lactobacillus helveticus*), elle est connue par une forte production d'arôme tel que l'acétaldéhyde, et par sa capacité de produire de l'acide folique et des exopolysaccharides, *Streptococcus thermophilus* est la seule espèce non pathogène du genre *Streptococcus* (Hols *et al.*, 2005 ; Delorme, 2008).

S. thermophilus est un cocci à Gram positif (Figure 04), anaérobie facultatif ; non mobile ; on le trouve dans les produits laitiers. Résistant à la chaleur, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et des antibiotiques, il est aussi résistant au chauffage à 60°C pendant 30

min. Il est isolé exclusivement du lait et des produits laitiers sous formes de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C (Enkelejda, 2004 ; Mouedden, 2009)

La fonction principale de *Streptococcus thermophilus* est de faire fermenter le lactose du lait en acide lactique. Outre son pouvoir acidifiant, il est responsable de la texture dans le lait fermenté. Il augmente la viscosité par production de polysaccharides (composé de galactose et glucose) (Bergamaier, 2002).



Figure 04. Aspect des cellules de *Streptococcus thermophilus* sous microscope électronique (Durso et Huktins, 2003).

8.1.2. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus est un bacille à Gram positif, immobile et asporulé, micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnet ou de chaîne (Figure 05) ; a un métabolisme strictement homofermentaire, produit de l'acide D-lactique à partir de sucres hexoses via la voie d'Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP) et ne peut pas fermenter les pentoses. Il se développe bien à des températures comprises entre 45 et 50°C et acidifie fortement le lait à 1,8% (pH proche de 4,5) et même à 2,7% d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6). *Lb. bulgaricus* est une bactérie thermophile avec des besoins élevés en calcium et en magnésium, sa température de croissance optimale est d'environ 42°C et elle est responsable de la production d'acétaldéhyde (Bouhanna et Boussaa, 2017).

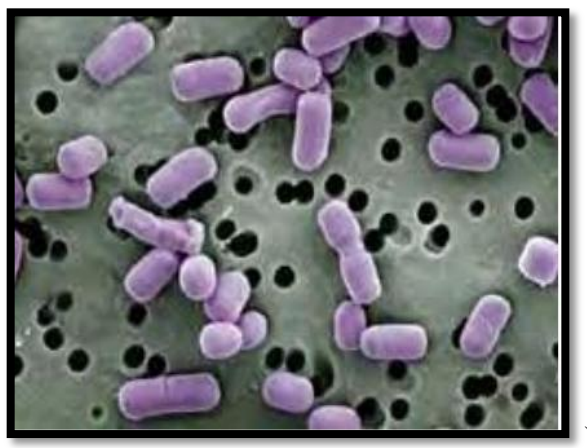


Figure 05 : Aspect des cellules de *Lactobacillus bulgaricus* sous microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).

Ces deux bactéries lactiques tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le système le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase, dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites microaérophiles (tableau 05) (Doleyres, 2003).

Tableau 05 : Principaux caractères de *S. thermophilus* et de *Lb. bulgaricus* (Corvi, 1997)

<i>Streptococcus salivarius subsp thermophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Croissance optimale (37- 42°C) • Ne Se développe pas au-dessus de 20 °C • Se développe encore à 50 °C • Supporte un chauffage de (30 min à 65 °C) • Homofermentaire, produit très peu de composés contribuant- à l'arôme du yaourt : Acétoine, acétaldéhyde) • Production d'acide lactique L (+) jusqu'à concentration de (0.7-0.8 %) • Supporte un milieu acide pH (4- 4.5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance optimale (42-47 °C) • limites de développement (15 -52 °C) • Homofermentaire, mais produit un d'acétaldéhyde responsable de l'arôme du yaourt. • Production d'acide lactique D (-), jusqu'à concentration de 1,7 %. • Supporte sans difficulté un milieu acide PH (5)

8.2. Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt

8.2.1. Aptitude acidifiante

La production d'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques. En technologie laitière, cet acide organique peut être concentré et conservé, comme coagulant et agent antibactérien. L'acidité du yaourt est exprimée en degrés Donic ($1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g/l}$ d'acide lactique). Elle est comprise entre 100 et 130 $^{\circ}\text{D}$ (Boubchir-Ladj, 2014).

L'importance de l'acide lactique dans la production de yaourt peut être résumée comme suit :

- Il aide à déstabiliser les micelles de caséine, conduisant à la formation de gels ;
- Il donne au yaourt sa saveur unique car il contribue à la saveur et à la saveur du yaourt ;
- Agit comme un inhibiteur contre les micro-organismes indésirables (Boubchir-Ladj, 2014).

8.2.2. Aptitude protéolytique

Pour répondre à leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent décomposer la fraction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques. Leur système protéolytique se compose de deux types d'enzymes différents : les protéases et les peptidases. *Lb. bulgaricus* possède des protéases au niveau de la paroi cellulaire. Cette activité protéasique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptides. *S. thermophilus* est considérée comme ayant une faible activité endopeptidasique. Il dégrade les polypeptides sous l'action des exopeptidases en acides aminés libres (Mihoubi, 2019).

8.2.3. Aptitude 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. Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé. L'acétaldéhyde, a été identifié comme le plus important des composés carbonyliques qui contribuent à l'arôme typique du yaourt (Hammi, 2016).

8.2.4. Aptitudes texturant

Pour les consommateurs, la texture et l'onctuosité sont des éléments importants pour l'évaluation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent à partir de glucose, un polysaccharide, qui limitent les changements de gel en formant des filaments et

manipulent mécaniquement et contribuent à la viscosité du yaourt. Les augmentations de la viscosité du yaourt sont souvent attribuées à la production, selon des études portant sur plusieurs souches, des exopolysaccharides (EPS) qui sont principalement composés de rhamnose, d'arabinose et de mannose (**Boubchir-Ladj, 2014**).

*Chapitre III : Qualité
microbiologique du yaourt
brassé*

1. Introduction à la qualité microbiologique des produits laitiers fermentés

Les études sur la qualité microbiologique des produits laitiers fermentés en Afrique mettent en lumière des préoccupations importantes. Les recherches de **Maïworé et al., 2018**, et de **Koussou et al., 2007**, soulignent la nécessité d'évaluer la qualité microbiologique des laits fermentés et des yaourts, notamment en raison de leur fabrication artisanale et non contrôlée. Ces produits, tels que le lait fermenté et le yaourt, sont reconnus pour favoriser la santé digestive, mais des études comme celle de **Drouault et Corthier, 2001**, indiquent des résultats contradictoires quant à leur impact sur le cholestérol sérique.

La production de produits laitiers fermentés dépend de processus microbiologiques essentiels, comme la production d'acide lactique, comme mentionné par (**Savadogo et Traore, 2012**). De plus, la conservation des produits laitiers, y compris des produits fermentés, peut être améliorée par l'utilisation de bactériocines, comme le soulignent (**Diop et al., 2009**).

2. Critères de qualité microbiologique du yaourt brassé

2.1. Normes et réglementations applicables aux yaourts brassés

Les normes et réglementations applicables aux yaourts brassés sont essentielles pour garantir la qualité et la sécurité des produits laitiers. Dans la fabrication des yaourts brassés, la caractérisation des bactéries lactiques thermophiles telles que *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* est cruciale (**Zourari et Desmazeaud, 1991**). Ces bactéries jouent un rôle clé dans le processus de fermentation et influencent la texture et le goût des yaourts.

Selon la norme nationale de 2017, N°39 parue au Journal Officiel algérien, les yaourts ne doivent contenir, aucun germe pathogène.

Les yaourts et les laits fermentés ont également été étudiés pour leur impact sur la santé, notamment en ce qui concerne la cholestérolémie. Bien que la diversité des protocoles d'étude puisse rendre les conclusions complexes, il est établi que les yaourts ne sont pas hypercholestérolémiants (**Syndifrais, 1997**). Ces résultats soulignent l'importance des normes et réglementations pour informer les consommateurs et assurer la qualité des produits laitiers.

2.2. Paramètres microbiologiques d'évaluation

Les paramètres microbiologiques d'évaluation des yaourts brassés sont les bactéries totales, les coliformes, les staphylocoques, et les salmonelles. Les normes décrites dans

J.O.R.A (Journal Officiel de la République Algérienne) doivent être respectées pour assurer la qualité microbiologique des yaourts brassés.

3. La flore d'altération et pathogène du yaourt

3.1. La flore totale aérobie mésophile

Une flore d'altération est un ensemble de micro-organismes que l'on retrouve dans un produit ou dans les processus industriels.

Des études ont montré que la flore aérobie mésophile des produits laitiers, y compris le yaourt, peut varier considérablement en fonction des conditions de production et de stockage. (Traoré *et al.*, 2023)

3.2. Coliformes totaux et fécaux

La présence croissante de coliformes totaux et fécaux dans les aliments peut indiquer une contamination fécale, augmentant ainsi le risque d'intoxication alimentaire. Les signes de cette contamination comprennent un goût acide et la formation de gaz.

3.3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus peut produire des toxines qui, si présentes dans le yaourt, peuvent provoquer des maladies gastro-intestinales chez les consommateurs. *Staphylococcus aureus*, connu pour ses capacités de formation de biofilm, peut persister dans les infections chroniques en se fixant aux surfaces (Lister et Horswill, 2014).

3.4. Les salmonelles

Salmonella est une bactérie pathogène courante qui peut provoquer des infections chez l'homme et les animaux. Elle est souvent associée à des intoxications alimentaires. Les salmonelles présentes dans les produits alimentaires comme les graines de sésame soulignent l'importance de surveiller et de contrôler les bactéries pathogènes dans la transformation des aliments (Douamba *et al.*, 2022).

3.5. *Clostridium sulfito-réducteurs*

Ce micro-organisme se trouve couramment dans le sol et les matières organiques, et il possède une capacité de résistance élevée grâce à la formation de spores. Il est souvent associé aux cas d'intoxication alimentaire et sa présence conjointe avec les coliformes confirme généralement une contamination d'origine fécale.

Sa présence dans le Yaourt produisant de l'acide butyrique (bactérie butyrique) responsable de mauvaises odeurs. (Beerens et Luquet, 1987).

3.6. Levures et moisissures

• **Les levures** sont des organismes fongiques microscopiques qui se présentent sous forme unicellulaire. La présence des levures à la surface de yaourt c'est un indice d'une

pollution qui déprécie l'aspect et le goût (saveur de levure) de yaourt, avec formation de gaz qui rend le capsulage de la bouteille bombé. (Bourgeois *et al.*, 1991).

• **Les moisissures** sont des organismes fongiques qui peuvent contaminer le yaourt. Il existe plus de cent mille espèces de moisissures différentes susceptibles de le faire. La contamination se fait par les spores douées d'une grande aptitude à la survie et souvent adaptées au transport par l'air, certains ont de grandes propriétés d'adhésion et leur transport est favorisé par une ambiance chaude et humide. (Bourgeois *et al.*, 1991).

4. Contrôle de la qualité microbiologique du yaourt brassé

4.1. Méthodes d'échantillonnage

L'échantillonnage est une étape cruciale dans le contrôle de la qualité microbiologique du yaourt brassé. Il permet de collecter des échantillons représentatifs du produit final afin de les analyser en laboratoire :

• **Échantillonnage aléatoire** : Cette méthode consiste à prélever des échantillons de manière aléatoire dans différentes parties du lot de yaourt brassé. Cela permet d'obtenir un échantillon représentatif de l'ensemble du lot (Shori, 2018).

• **Échantillonnage systématique** : Cette méthode implique de prélever des échantillons à des intervalles réguliers, par exemple toutes les heures ou toutes les 100 unités de production. Cela garantit une couverture systématique de tout le lot de yaourt brassé (Shori, 2018).

• **Échantillonnage par zone** : Cette méthode est utilisée lorsque différentes zones de production présentent des caractéristiques distinctes. Les échantillons sont prélevés dans chaque zone pour tenir compte des variations potentielles (Shori, 2018).

• **Échantillonnage par catégorie de produit** : Si différents types de yaourts brassés sont produits dans la même installation, il peut être utile de prélever des échantillons de chaque catégorie pour évaluer leur qualité microbiologique spécifique. (Shori, 2018).

Il est important de suivre les protocoles d'échantillonnage appropriés, tels que l'utilisation de matériel stérile, pour éviter toute contamination croisée lors de la collecte des échantillons (Shori, 2018).

4.2. Techniques de détection et d'identification des micro-organismes

Une fois les échantillons collectés, ils sont analysés en laboratoire pour détecter et identifier les micro-organismes présents dans le yaourt brassé :

- **Culture sur milieu sélectif** : est une méthode traditionnelle qui consiste à ensemencer l'échantillon sur un milieu spécifique favorisant la croissance de certains micro-organismes (Robert-Pillot *et al.*, 2006). Cette approche permet d'inhiber la croissance d'autres types de micro-organismes et de faciliter l'identification des colonies qui se développent.

- **PCR (Réaction en chaîne par polymérase)** : La PCR est une technique de biologie moléculaire largement utilisée pour détecter des régions spécifiques d'ADN (Kobayashi *et al.*, 2006). Dans le contrôle de la qualité microbiologique, des amorces spécifiques sont employées pour détecter la présence de micro-organismes pathogènes ou indicateurs de contamination.

- **Méthodes immunologiques** : Ces techniques utilisent des anticorps spécifiques pour détecter les micro-organismes cibles. Par exemple, l'ELISA (Enzyme-Linked Immuno sorbent Assay) sont également employées pour détecter des antigènes spécifiques de micro-organismes pathogènes (Coënon *et al.*, 2021).

- **Séquençage de l'ADN** : Le séquençage de l'ADN est une approche avancée qui permet d'identifier précisément les micro-organismes présents dans le yaourt brassé en séquençant et en comparant leurs régions d'ADN spécifiques (Ruppé, 2015). Des techniques telles que le séquençage Sanger ou le séquençage à haut débit (NGS) peuvent être mises en œuvre pour cette fin.

5. Facteurs influençant la qualité microbiologique du yaourt brassé

5.1. Conditions de production et d'hygiène

- **Hygiène et température**: jouent un rôle crucial dans la prévention de la contamination et la promotion des bactéries lactiques tout en empêchant la prolifération de microorganismes indésirables (Chapot et Chartier, 1996).

- **Contrôle du pH**: Importance pour la qualité microbiologique, car un pH bas peut inhiber la croissance de microorganismes pathogènes (Desmazeaud, 1983).

5.2. Matières premières et environnement de production

- **Qualité du lait**: Le lait de haute qualité et exempt de contaminants génère un yaourt brassé de meilleure qualité microbiologique. Des pratiques d'élevage adéquates influencent la microflore du lait, qui à son tour affecte la qualité des produits laitiers (Montel *et al.*, 2003).

- **Conditions de stockage:** Les conditions de stockage des matières premières et des produits finis sont également essentielles pour maintenir la qualité microbiologique du yaourt brassé (Morand-Fehr *et al.*, 2012).

- **Contrôle de l'environnement de production:** Un environnement de production propre, incluant des équipements et des surfaces de travail exempts de contaminants, ainsi qu'un personnel formé, sont nécessaires pour garantir la qualité microbiologique du yaourt brassé (Zourari et Desmazeaud, 1991).

6. Les accidents de fabrication du yaourt

Les accidents rencontrés peuvent être causés par divers facteurs, incluant la contamination microbienne, l'incubation inappropriée, des défauts de coagulation, des problèmes de ferment et le stockage inadéquat. Ces incidents peuvent être évités en maintenant des conditions de production optimales, en utilisant des matières premières de qualité et en suivant les procédures de fabrication. Il est important de noter que les accidents de fabrication du yaourt peuvent également résulter des conditions strictes de pureté bactériologique et chimique requises lors du processus de fabrication (Syndifrais, 1997).

7. Gestion des risques microbiologiques

7.1. Prévention des contaminations et des altérations

- **Programme de prévention des risques :** Mise en place d'un programme HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) est essentielle pour identifier les dangers potentiels, déterminer les points critiques de contrôle et mettre en œuvre des mesures de contrôle appropriées afin de prévenir les contaminations et les altérations des aliments (FAO, 2020).

- **Conditions d'hygiène :** Maintien de hauts niveaux d'hygiène dans toutes les étapes de production, y compris l'entretien régulier des équipements, la formation du personnel et la vérification des bonnes pratiques d'hygiène (Soumahoro *et al.*, 2018).

- **Contrôle des matières premières :** Il est primordial d'utiliser des matières premières de qualité, de vérifier régulièrement leur conformité aux normes microbiologiques et de garantir leur traçabilité pour assurer la sécurité des aliments (Batonon-Alavo *et al.*, 2015).

- **Gestion des températures :** la surveillance stricte de la chaîne du froid est nécessaire pour éviter la prolifération des micro-organismes et garantir la conservation optimale des produits (Sève, 1994).

7.2. Mesures correctives et actions en cas de non-conformité

- Révision des procédures : En cas de non-conformité, révision et mise à jour des procédures de production, si nécessaire, pour garantir la sécurité du produit.

- Retrait des produits : En cas de risque important pour la santé humaine, retrait du produit non conforme du marché et informations aux autorités compétentes.

- Action corrective : Mise en œuvre d'actions correctives pour résoudre les problèmes identifiés et prévenir leur récurrence.

- Vérification de l'efficacité des mesures correctives : Surveillance et évaluation de l'efficacité des mesures correctives pour s'assurer qu'elles ont corrigé la situation.

- Formation du personnel : Renforcement de la formation du personnel en matière de sécurité alimentaire et de bonnes pratiques d'hygiène (**Guiguemdé *et al.*, 2022**).

8. Perspectives et défis dans l'amélioration de la qualité microbiologique du yaourt brassé

- Nouvelles technologies de production (pasteurisation à ultra-haute température, microfiltration).

- Cultures bactériennes lactiques améliorées.

- Systèmes de surveillance renforcés (HACCP).

- Mise en conformité avec les normes et réglementations.

- Contrôle de la qualité des matières premières.

- Formation en hygiène et sécurité alimentaire.

- Gestion des nouveaux pathogènes et micro-organismes détériorants (**Vénica *et al.*, 2014**).

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

L'objectif de ce travail était d'évaluer la qualité sanitaire et hygiénique de yaourt brassé commercialisé en Algérie

1. Lieu et période de stage :

Les études et les expérimentations ont été effectuées au niveau du Laboratoire vétérinaire régional (LVR) de Laghouat, plus précisément au sein du Service des Sciences alimentaires (contrôle de la qualité des produits alimentaires et de leur conformité aux normes), durant la période entre février- mars.

Le Laboratoire Vétérinaire Régional de Laghouat (**LVRL**) a été créé en 1989 par l'arrêté ministériel N° 40/SM du 10/01/1989. Il est rattaché à l'Institut National de la Médecine Vétérinaire. Le LVRL couvre une zone comprenant cinq wilayas : Laghouat, Djelfa, El Baydha, Ghardaïa et Ouargla. Ces wilayas sont caractérisées par des activités d'élevage ovin et caprin extensif, ainsi que par une transformation fromagère artisanale dans certaines régions. Il assure la surveillance et le contrôle de la qualité et de la sécurité des produits alimentaires d'origine animale, ainsi que la lutte contre les maladies infectieuses et parasitaires touchant les animaux.

2. Matériel utilisé



L'ensemble des équipements, la verrerie, les appareils ainsi que les milieux de culture utilisés sont représentés dans les annexes 02 et 03.

3. Méthodes d'analyses microbiologiques

3.1. Échantillonnage et prélèvement :

Les échantillons de yaourt analysés ont été achetés aléatoirement en marché de la ville de Laghouat. Notre étude a été effectuée sur 10 boîtes de yaourt de deux marques différentes (DANONE et SOUMMAM) fabriqués et commercialisés en Algérie (**tableau 06**). Les échantillons ont été conservés au frais à 4°C jusqu'à utilisation.

Tableau 06 : informations sur les échantillons de yaourt utilisés.

Echantillon	Laiterie de production	Figure	Volume net
SOUMMAM Jnina mangue	Soummam (Bejaia).		100g (chacun)
DANONE Fakiha fraise	Danone (djurdjura blida).		95g (chacun)

3.2. Préparation des milieux de culture :

Selon les besoins et les germes à identifier, les milieux de culture sont préparés en respectant le processus indiqué sur l'étiquette de chaque boîte. Afin de préparer un milieu de culture, il est nécessaire de prélever la quantité désirée et de la mélanger avec de l'eau distillée dans les proportions spécifiées dans le protocole de préparation de chaque milieu. On chauffe et homogénéise ce mélange dans un erlenmeyer en utilisant un agitateur magnétique (**figure 06**). Le produit est stérilisé à l'autoclave (120°C pendant 20 minutes) et le milieu ainsi préparé est conservé dans un réfrigérateur à une température de 4°C.



Figure 06 : Préparation des milieux de culture.

3.3. Préparation de la solution mère

Avant d'ouvrir le pot de yaourt, il est important de nettoyer la surface extérieure du récipient autour de la zone d'où sera prélevé l'échantillon. Il est recommandé de procéder à un nettoyage avec de l'éthanol à 70° pour éviter toute contamination supplémentaire.

10g de yaourt sont introduits dans un sachet stérile puis dissous et homogénéisés dans 90 ml d'eau physiologique stérile à l'aide d'un vortex pendant 2 minutes (**figure 07**). Cette solution mère correspond alors à la dilution 10^{-1} , La solution est placée dans un incubateur à 37°C pendant 24h.

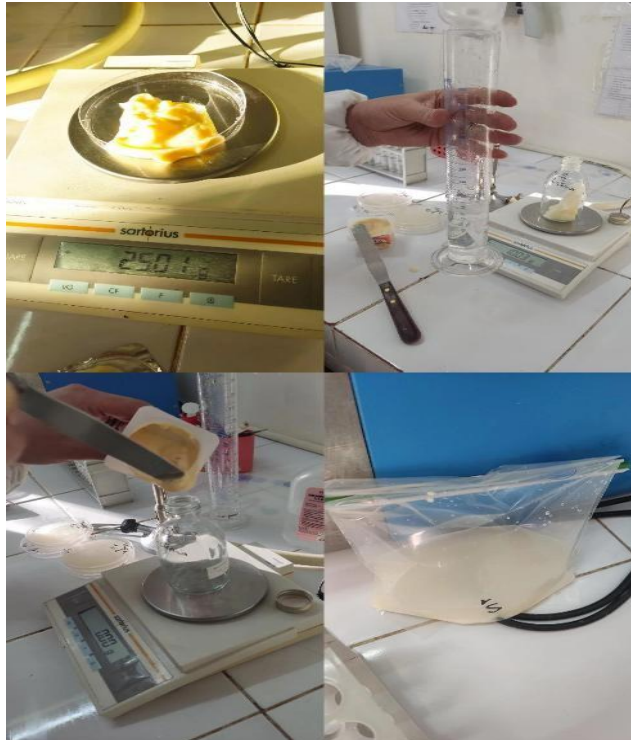


Figure 07: Préparation de la solution mère à partir du yaourt.

3.4. Préparation des dilutions décimales

À partir de la solution mère, un volume de 1 ml est prélevé aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée et introduit dans un tube stérile contenant 9 ml de l'eau physiologie stérile (la dilution 10^{-2}). La même procédure se répète pour obtenir la dilution 10^{-3} .

3.5. Le dénombrement des colonies :

Pour calculer le nombre de microorganismes par millilitre de lait, on retient les boîtes contenant de 30 à 300 colonies. Le calcul du nombre de microorganismes par millilitre se fait selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \times d}$$

Où :

N : nombre d'UFC par ml de produit initial.

ΣC : est la somme des colonies de toutes les boîtes (boîtes contenant entre 30 et 300 colonies) .

d : est le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

4. Recherche et dénombrement des germes de contamination

Le yaourt est un produit rapidement périssable, le contrôle microbiologique permet la détection de la flore pathogène et d'assurer par la suite au produit une bonne qualité générale sous l'angle organoleptique et une bonne conservation dans le temps (**Bourgeois, 1996**).

Dans notre travail, le yaourt préparé est analysé conformément aux directives du Journal officiel de la république algérienne n°39 (**JORA, 2017**). Le **tableau 07** résume l'ensemble des germes recherchés

Tableau 07 : l'ensemble des germes recherchés dans le yaourt selon l'arrêt interministériel du 2 juillet 2017 (**JORA N°39**).

Germes recherchés	Milieu utilisé	Type d'ensemencement	T° et Durée d'incubation
<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	Baird Parker / Chapman	En surface	37°C/24h-48h
<i>Les salmonelles</i>	Hektoen / Rappaport	En surface	37°C,44°C /24h
<i>Enterobacteriaceae</i>	VRBG	En masse	37°C/24h
<i>Listeria monocytogenes</i>	ALOA	En surface	37°C /24h-48h

4.1. Recherche et dénombrement des *Staphylocoques à coagulase +*

Le milieu utilisé est la gélose de Baird-Parker additionnée d'une suspension de jaune d'œuf au tellurite de potassium.

La présence des *staphylocoques* dans le yaourt est la conséquence de négligence des mesures d'hygiène du manipulateur. En effet ils sont très répandus dans la nature. Ce sont des commensaux excréments fréquent dans la peau et des cavités naturelles de l'homme et des animaux (**Pilet et al., 1978**).

Le dénombrement et la recherche de *Staphylococcus aureus* permettent de déterminer si l'aliment peut représenter un danger pour le consommateur.

4.1.1. Ensemencement sur milieu Baird-Parker

Au moment d'emploi, faire fondre le milieu de base (Baird Parker) dans un bain d'eau bouillante et ensuite le refroidir entre 45 °C et 50 °C. Réchauffer l'enrichissement au jaune d'œuf et au tellurite de potassium (produit commerciale) entre 45 °C et 50 °C dans un bain marie. Agiter l'enrichissement pour mettre de nouveau le précipité en suspension. Dans les conditions d'asepsie nécessaires, ajouter 5 ml de l'enrichissement au 95 ml du milieu de base, mélanger uniformément et distribuer dans des boîtes de Pétri.

Prélever 0,25ml de chaque dilution pour chaque échantillon et ensemer en surface sur les boîtes de pétri contenant du milieu baird -Parker enrichi à l'aide d'un étaloir.. Les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24h à 48h (**figure 08**).

Lecture :

Les colonies caractéristiques sont noires ou grises, brillantes, convexes et entourées d'une auréole d'éclaircissement de 1 à 2 mm de diamètre. Il contient 2 critères de différenciation:

- réduction du tellurite en tellure : donne coloration noir noir.
- protéolyse des protéines du jaune d'œuf : halo clair autour de la colonie .

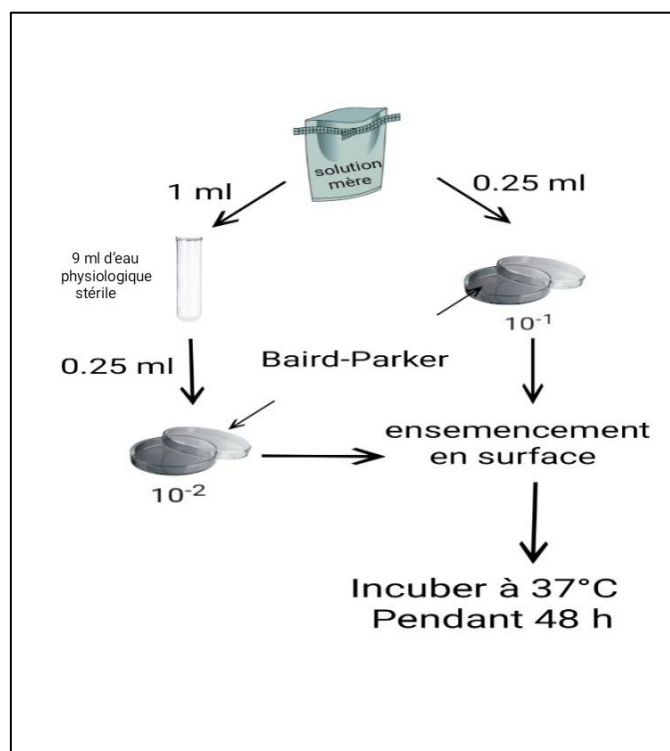


Figure 08 : Schéma récapitulatif du mode opératoire suivi pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus*.

4.1.2. Ensemencement sur milieu Chapman

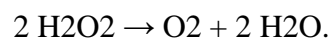
Prélever les colonies de *Staphylococcus* obtenues sur milieu Baird parker et ensemercer sur les boîtes de pétri contenant du milieu Chapman par la méthode des stries à l'aide d'une anse de platine. Les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24h.

Lecture

Sur milieu Chapman, les Staphylocoques à coagulase positive forment des colonies de taille moyenne, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

4.1.3. Test de Catalase

La catalase est une oxydoréductase hémique qui catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène :



La catalase permet la dégradation de l'eau oxygénée qui résulte de l'oxydation par l'O₂ de l'air, des protons (et électrons) issus des voies d'oxydation directes, elle est mise en évidence par contact des cellules avec une solution fraîche d'eau oxygénée 1/10. Une effervescence due à un dégagement de dioxygène signe la présence d'une catalase

4.2. Recherche et dénombrement des *Enterobacteriaceae*

Les *Enterobacteriaceae* sont recherchées et dénombrées en milieu solide en ensementement d'échantillons sur un milieu gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar = gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) (**figure 09**),

Mode opératoire

Déposer 1ml de chaque dilution à l'aide d'une pipette pasteur dans des boîtes de pétri stériles puis ensemercer en masse par le milieu VRBG. Les boîtes ont été incubées à une température de 37°C pendant une durée de 48 heures (**figure 10**).

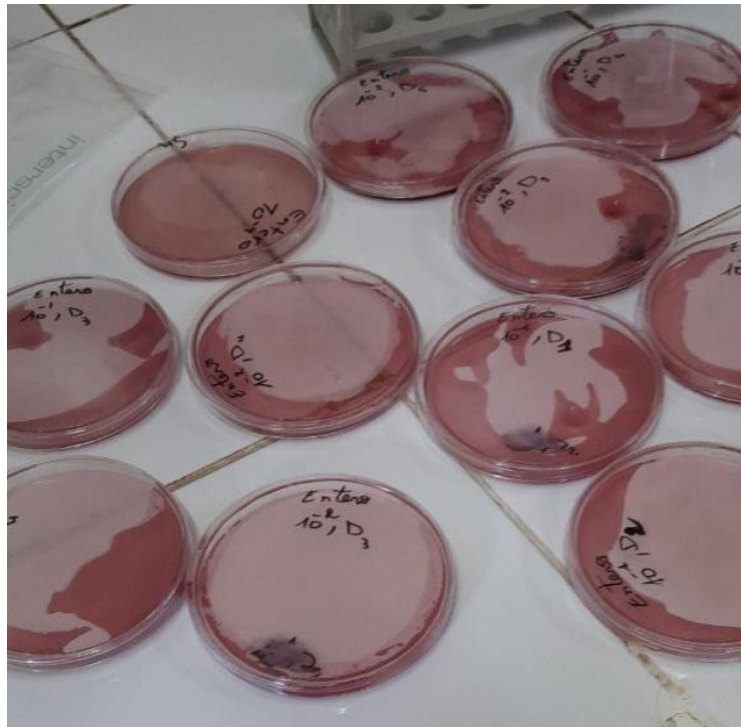


Figure 09 : Dénombrement des *Enterobacteriaceae*.

Lecture :

Les *Enterobacteriaceae* forment des colonies roses-rouges ayant un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm, avec ou sans zone de précipitation de la bile.

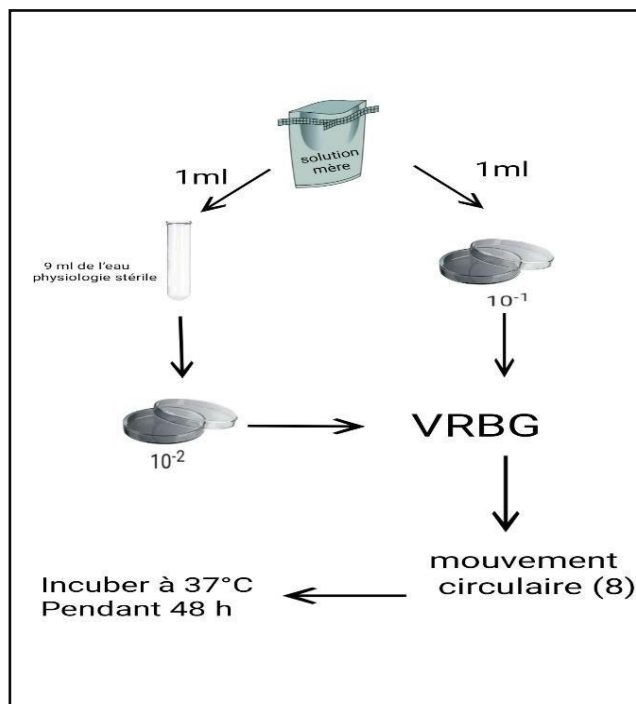


Figure 10 : Schéma récapitulatif du mode opératoire pour le dénombrement des *Enterobacteriaceae*.

4.3. Recherche et dénombrement de *Salmonella*

La recherche des *salmonelles* a pour but de voir si le produit est dangereux ou pas car se sont des bactéries pathogènes provoquant chez l'homme des gastro entérites

Selon la Norme ISO 6579, la recherche de Salmonelle nécessite les quatre étapes suivantes:

- Le pré-enrichissement
- l'enrichissement
- L'isolement
- L'identification

Mode opératoire :

Le pré-enrichissement

Peser et mettre 10 g de yaourt de chaque échantillon dans un sachet stérile de type stomacher contenant 90 ml de l'eau physiologie stérile. Homogénéiser puis incuber la suspension à 37°C pendant 24 h.

L'enrichissement

Après incubation, prélever 0,1 ml de la suspension de pré-enrichissement de chaque échantillon et l'introduire dans des tubes à essai contenant 9ml de bouillon Rappaport (**figure 11**). Les tubes sont par la suite incubés à 44° C pendant 24 h.



Figure 11 : Étapes d'enrichissement dans le but d'isoler des Salmonelles.

L'isolement de *Salmonella* en surface

Faire couler la gélose HEKTOEN dans les boîtes de pétri. Après que milieu de culture soit solidifié et séché, ensemercer par la méthode de strie sur la surface. La lecture des colonies caractéristiques a été effectuée après une incubation de 37°C pendant 24 h (**figure 12**).

Lecture : Les colonies des *Salmonelles* sont de taille moyenne, lisses et colorées en bleu violacé avec un centre noir.

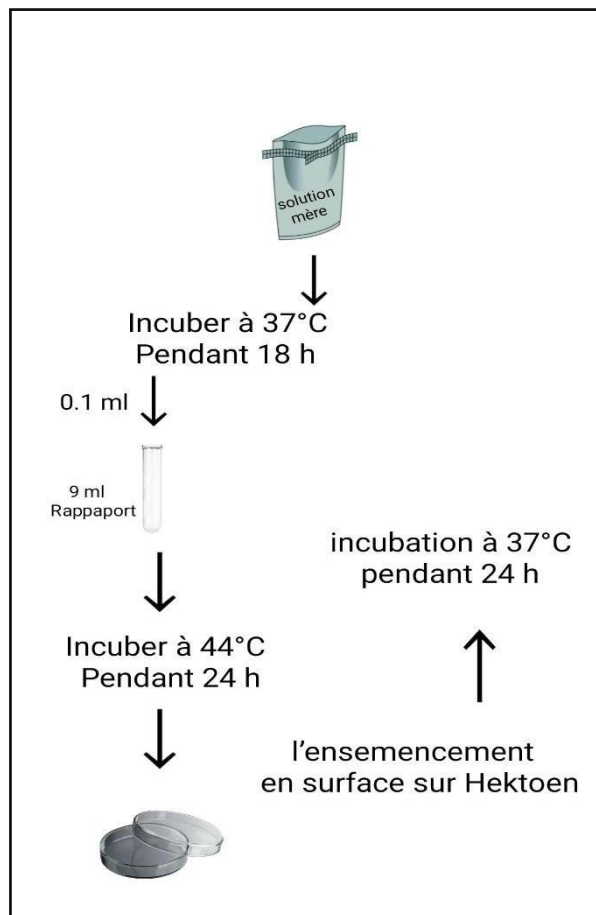


Figure 12 : Schéma récapitulatif du mode opératoire pour le dénombrement des *Salmonella*

4.4. Recherche et dénombrement de *Listeria monocytogenes*

Le milieu de culture ALOA (Agar *Listeria* according to Ottaviani and Agosti), formulé selon la norme ISO 11290, représente un milieu de culture différentiel pour l'isolement et le dénombrement de *Listeria spp.*

Mode opératoire :

Revivification pendant une heure à 37°C

Prélever 10 g de chaque échantillon de yaourt dans 10 flacons stériles contenant 90 ml d'eau physiologie stérile, et ajouter 1ml additifs **HALF FRASER**. Ce mélange a été homogénéisé, marqué et incubé 37°C Pendant une heure (**figure 13**).



Figure 13 : Étapes d'isolement *Listeria monocytogenes*.

Après une heure, prélever 0.25 ml de chaque dilution et ensemercer sur les boîtes de pétri contenant du milieu Aloa, en surface à l'aide d'une pipette pasteur stérile. Les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24 à 48 h (**figure 14**).

Lecture :

Les colonies caractéristiques de *Listeria monocytogenes* sont de couleur bleu-vert entourée d'un halo opaque.

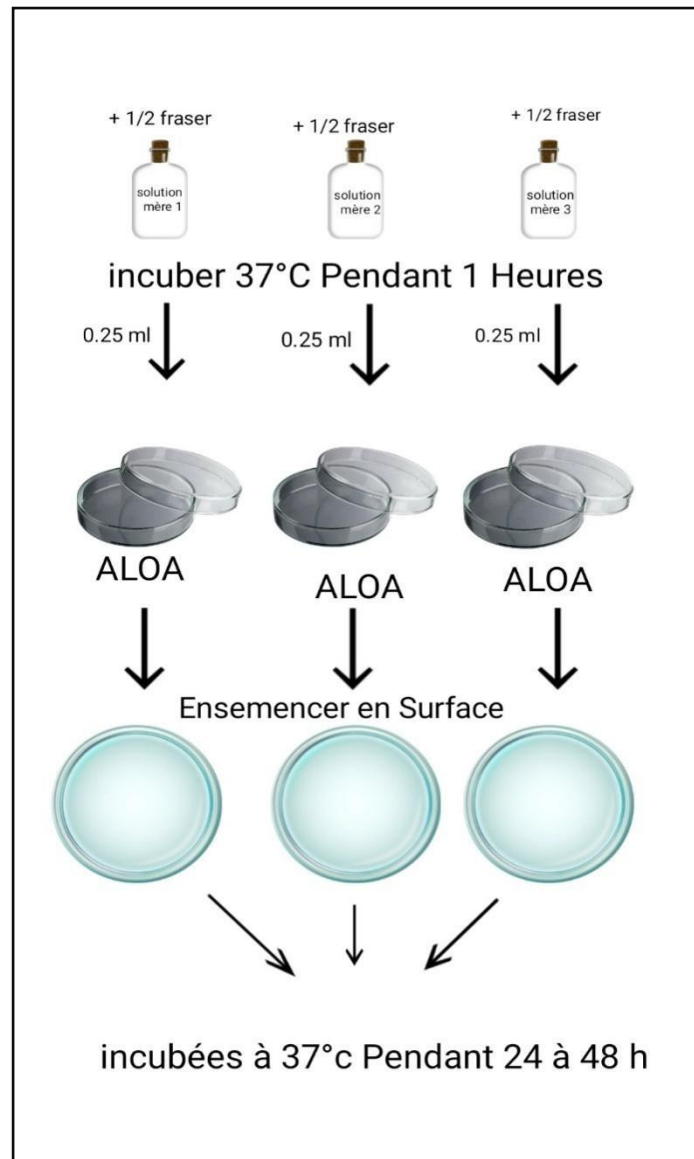


Figure 14 : Schéma récapitulatif du mode opératoire pour le dénombrement de *Listeria monocytogenes*

Résultats et Discussion

Résultats et discussion

La législation Algérienne recommande la recherche de certains germes pour l'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du yaourt brassé. Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les 10 échantillons du yaourt brassé, exprimés en UFC/g, sont représentés dans le **tableau 08**.

Les résultats des analyses bactériologiques ont révélé que la totalité des échantillons ne renferment aucun germe pathogène ni d'altération. Nous avons enregistré l'absence totale de *Listeria monocytogenes*, des *Enterobacteriaceae*, de *Staphylocoques à coagulase +* et de *salmonelles* dans nos échantillons analysés.

Tableau 08: Résultats des analyses microbiologiques du yaourt brassé.

Germes recherchés	Nombre d'échantillons	Résultat (ufc/g)	Limites microbiologiques (ufc /g)	
			m	M
<i>Enterobacteriaceae</i>	10	0	10	10 ²
<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	10	0	10	10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	0	100	
<i>Salmonelles</i>	10	absence	Absence dans 25 g	

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

- Si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat du critère microbiologique est satisfaisant ;
- Si le résultat de l'analyse n'excède pas (ne dépasse pas) « M », le résultat du critère microbiologique est acceptable ;
- Si le résultat de l'analyse excède (dépasse) « M », le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant.

Le classement des 10 échantillons selon les 3 critères est présenté dans le **tableau 09** et illustré par la **figure 15**.

Tableau 09 : Classement des échantillons selon la qualité du yaourt

Qualité	Nbre échantillons Yaourt brassé SOUMMAM	Nbre échantillons Yaourt brassé DANONE	Total
Satisfaisante	5	5	10
Acceptable	0	0	0
Non satisfaisante	0	0	0

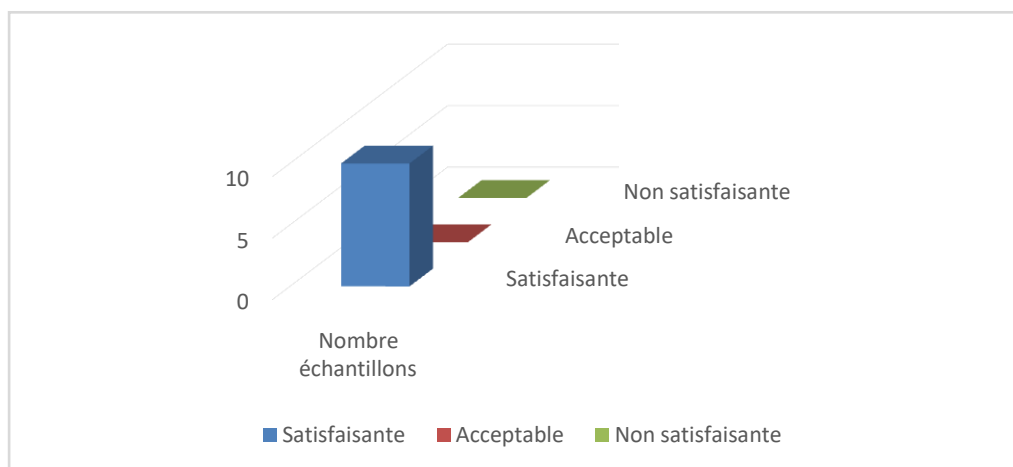


Figure 15: Classement des échantillons selon les trois critères

1. Résultats de la recherche et le dénombrement de *Staphylococcus* à coagulase positive

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

Dans la recherche de *Staphylococcus aureus* dans les yaourts brassés, nous avons trouvé des colonies dans quelques boîtes après l'incubation (figure 16 et 17). Cependant, lorsque le test de confirmation a été effectué, le résultat était négatif, ce qui signifie que les pots de yaourt ne contenaient pas de *Staphylococcus aureus* à l'origine. Il est possible que la présence initiale de bactéries soit due à des contaminations environnementales dans le laboratoire où les analyses ont été réalisées ou contamination par le manipulateur (porteur sain). Ces contaminations sont une source potentielle d'erreurs pouvant mener à des résultats faussement positifs.

Nos résultats conforment aux normes décrites par la législation algérienne. L'absence de ce germe dans tous les échantillons de yaourt brassés analysés révèle la bonne conduite d'hygiène et qu'il est de bonne qualité microbiologique et ne constitue aucun risque sur la santé du consommateur.

Madouni et Maibeche (2016), ont également enregistré l'absence totale *S.aureus* dans le yaourt commercialisé en Algérie.

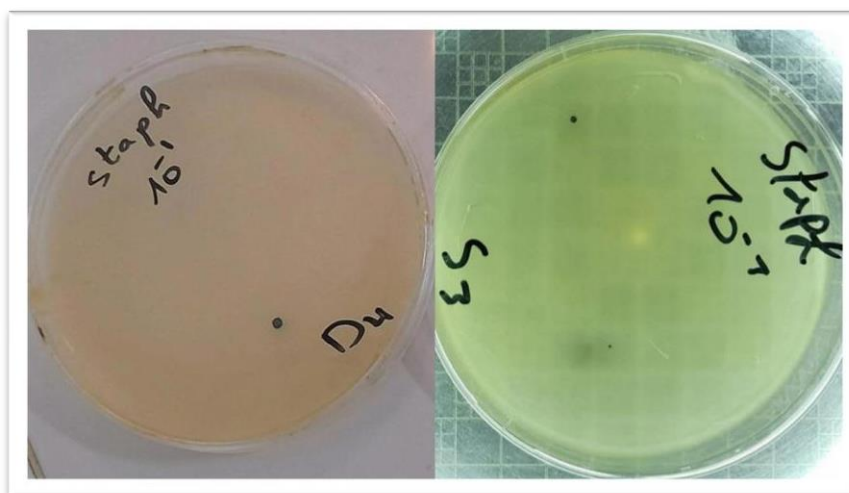


Figure 16 : Résultats de la recherche de *Staphylococcus* à coagulase positive dans le yaourt brassé sur milieu Baird Parker.



Figure 17 : Résultats de la recherche de *Staphylococcus* à coagulase positive dans le yaourt brassé sur milieu Chapman

2. Résultats de la recherche et le dénombrement des *Entérobactéries*

Nos résultats indiquent une absence totale des entérobactéries (**figure 18**), ce qui est satisfaisant par rapport aux JORA. Ce résultat est considéré comme un indice de bonne maîtrise d'hygiène et de manipulation, donc les échantillons de yaourt analysés sont de qualité microbiologique satisfaisante.

La présence des entérobactéries pathogène et/ou toxigène dans l'échantillon pourrait constituer un danger potentiel pour la santé Publique (**Brisabois et al., 1997 ; Soomro et al., 2002 ; Chye et al., 2004**).

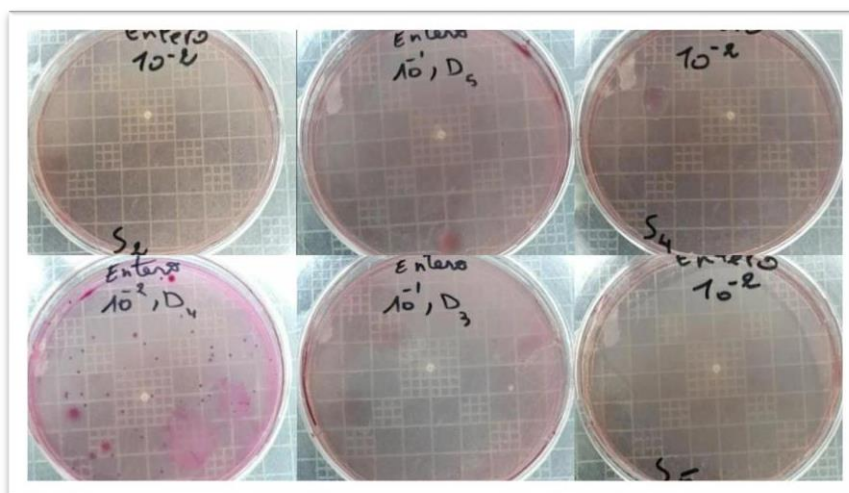


Figure 18 : Résultats de la recherche des *Enterobactéries* dans le yaourt brassé sur le milieu VRBG

3. Résultats de la recherche de *Salmonella*

Les résultats des analyses de la recherche de *Salmonella* dans tous les échantillons de yaourt indiquent leur absence totale (**figure 19**). Les résultats obtenus répondent aux normes Algérienne (Absence dans 25 g) ce qui Indique que nos échantillons analysés sont de bonne qualité microbiologique.

Bien que *Salmonella* soit la première cause de toxi- infection alimentaire, le lait et les produits laitiers sont rarement responsables de cas de salmonelloses.

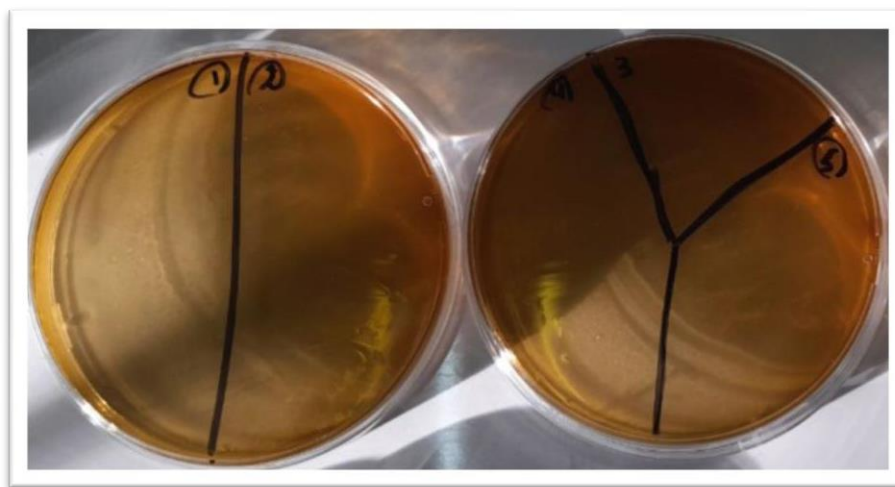


Figure 19 : Résultats de la recherche des *Salmonella* dans le yaourt brassé sur le milieu HEKTOEN.

4. Résultats de la recherche de *Listeria monocytogenes*

Nous avons remarqué l'absence totale de *Listeria monocytogenes* dans les 10 échantillons de yaourt analysés (**figure 20**).

Selon (**JORA, 2017**), la norme concernant *Listeria monocytogene*, est de 100 UFC/ g, cela signifie que nos résultats sont conformes aux normes algériennes et les 10 échantillons de yaourt analysés sont de bonne qualité microbiologique. .

L'absence totale de ces germes dans le yaourt peut être expliquée par le bon respect des règles d'hygiène générale.

Selon **Dodd et Booth, (2000)**, *Listeria monocytogenes* est considérée comme une bactérie pathogène majeure, causant des intoxications alimentaires.

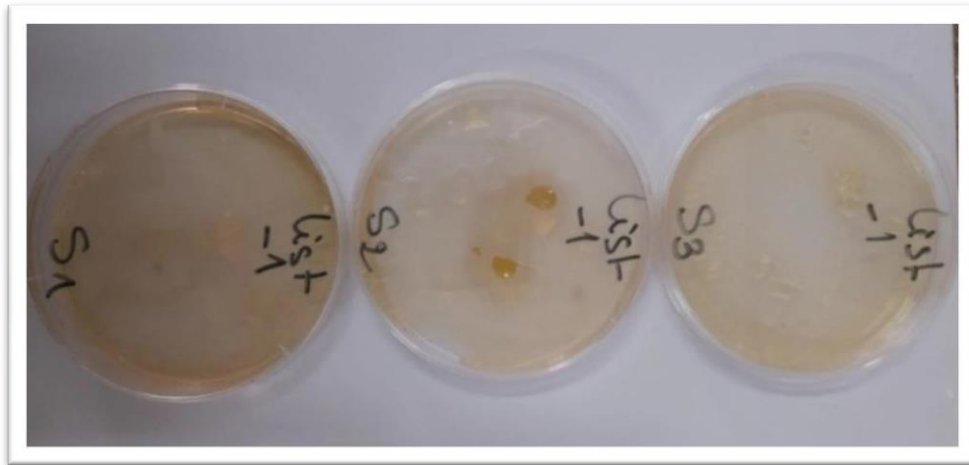


Figure 20 : Résultats de la recherche de *Listeria monocytogenes* dans le yaourt brassé sur milieu ALOA

5. Discussion générale

Un yaourt de bonne qualité doit satisfaire à un nombre de critères particulièrement en matières 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.

Les résultats de l'analyse microbiologique des deux types de yaourt brassé ont révélé une absence totale de germes pathogènes tels que les *Entérobactéries*, les *Staphylocoques à coagulase positive*, les *Salmonelles* et *Listeria monocytogenes*. Cette absence totale de la flore de contamination indique le respect des bonnes conditions d'hygiène du matériel et de la qualité de la matière première utilisée lors de la fabrication du yaourt. L'hygiène du personnel a également joué un rôle important.

La méthode de pasteurisation semble avoir été efficace, car elle a permis l'élimination de la charge microbienne. Selon **Oteng et Yang (1984)**, les principaux objectifs de la pasteurisation sont la destruction de tous les micro-organismes pathogènes non sporulés, la prolongation de la durée de conservation, la destruction des enzymes telles que les lipases, ainsi que l'élimination des levures, moisissures et de la plupart des cellules végétatives bactériennes.

Dans l'ensemble, les résultats indiquent que le yaourt analysé possède une bonne qualité microbiologique et hygiénique, ce qui reflète de bonnes pratiques d'hygiène tout au long du processus de fabrication. Ces performances sont probablement dues à la validation du barème de pasteurisation, au respect de la chaîne du froid et à un contrôle régulier effectué pendant toutes les étapes de fabrication.

Il est intéressant de noter que ces résultats contrastent avec ceux présentés par **Guergour et Maache (2020)**, qui ont effectué des analyses microbiologiques sur 8 échantillons de yaourt de deux marques différentes SOUMMAM et DANONE qui sont produits localement et collectés dans le marché de la wilaya de GUELMA. Les analyses ont donné les résultats suivants : flore mésophile totale satisfaisante selon le (JORA, 1998), ainsi que les coliformes totaux et fécaux qui ont montré une absence totale, et un dénombrement non satisfaisant pour *staphylococcus aureus* et les levures et moisissures qui ont dépassé les normes.

Conclusion

Conclusion

Les produits laitiers ont toujours été perçus auprès des consommateurs comme des produits sains et constituent une partie importante du régime alimentaire, Parmi ces dérivés laitiers, figure le yaourt qui est le produit laitier le plus connu et le plus consommé en raison de son importance nutritionnelle. Il est aussi apprécié pour ses propriétés organoleptiques telles que la texture, l'arôme et la saveur, qui constituent des critères de qualité déterminant l'acceptabilité et les préférences des consommateurs.

Mis à part ses vertus nutritionnelles et économiques, le yaourt peut cependant contenir des germes microbiens dangereux, souvent responsables de toxi-infections alimentaires collectives. C'est ce qui nous a poussés à réaliser une étude sur l'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du yaourt brassé commercialisé en Algérie.

Cette étude a porté sur le contrôle de la qualité microbiologique de 10 échantillons de yaourt brassé, afin de s'assurer leur conformité. À l'issue de cette étude, nous avons déduit que les résultats étaient satisfaisants sur le plan microbiologique, avec une absence totale de germes pathogènes, ce qui reflète le bon respect des conditions d'hygiène lors de la fabrication et la conservation.

Afin d'avoir un produit de bonne qualité et dans le souci de respecter la santé du consommateur, il serait intéressant de vérifier également la qualité organoleptique du yaourt et d'effectuer des analyses physico-chimiques.

Références bibliographique

Références bibliographiques

- Alais, C., et al. (2008).** Composition du lait de vache. Dans *Alimentation et nutrition humaine* (pp. 123-128). Dunod.
- 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.
- Barata M., Guillemant M., Moretti E., Muller E., Delebarre M. (2017).** Formulations nutritionnelles de type yaourt, crème, crème dessert et dessert glacé comprenant un isolat de protéines de pois ainsi que l'utilisation de la formulation comme source protéique. WPOIPCT: Rapport de recherche internationale (Art. 21(3)), 2p.
- Batonon-Alavo, D., Bastianelli, D., Chrysostome, C., Duteurtre, G., & Lescoat, P. (2015).** Sécurisation des flux d'approvisionnement en matières premières et de mise en marché des produits dans le secteur avicole : cas de la filière œufs au Bénin. *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 68(1), 3-18.
- Beerens H, Luquet MF. 1987.** Guide pratique de l'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Te cet Doc Lavoisier 1-144.
- Bergamaier D, 2002.** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhamnosus* RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Canada, p7
- Berrani, H., Alaoui, A., Ettair, S., Mouane, N., & Izgua, A. (2017).** Consommation des produits lactés chez l'enfant et l'adolescent marocain de 2 à 16 ans: une étude monocentrique. *Pan African Medical Journal*, 28.
- Boubchir-ladj K. (2004).** Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'AKBOU. Mémoire de Magister : Sciences biologiques. Biochimie appliquée et biotechnologies. Université de Tizi-Ouzou. pp : 86

- Boubchir-Ladj Kahina**, 2014. Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'Akbou, université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, p7-8
- Boudier J.F. (1990)**. Produits frais ; in « Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre » ed. Luquet F.M. Tec et Doc, 2^{ème} édition, Vol 2, Lavoisier, Paris, pp 35,46.
- Bouhanna I, Boussaa A, 2017**. Les bactéries lactiques, isolement et application dans la technologie laitière P4-9-21-22.
- Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. (1996)**. Microbiologie alimentaire, de la sécurité et de la qualité des aliments aspect microbiologique. Technique et documentation. Tome 1. p272.
- Bourgeois, C.M., Larpent, J.P., 1996**. Microbiologie alimentaire Tome 2 : Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Ed. Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 650p. (matériel et méthode analyse micro).
- Bourgeois. C-M. et Leveau. J- Y, 1991**: Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires, Le contrôle microbiologique ; Tec & Doc Lavoisier, Paris ; 454p.
- Bourlioux Pierre., Braesco Véronique., Denis D.G., Mater., (2011)**. Yaourts et autres laits fermentés, Cahiers de nutrition et de diététique 46 : 305-314, Elsevier.
- Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., de Buyserm. L., Collette C., Gari nbastuji B. Et Thorel F., 1997**. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : Situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off.int. Epi z., 16(1) .pp: 452-471.
- Brochard, M., Duhon, K., & Boichard, D. (2014)**. Dossier "phéno-fin lait : phénotypage et génotypage pour la compréhension et la maîtrise de la composition fine du lait". Inra Productions Animales, 27(4), 251-254
- Brulé, G. (2003)**. Annexe au rapport commun de l'académie des technologies et de l'académie d'agriculture de France. In de l'évolution des technologies de production et de transformation sur la qualité des produits laitiers. Pp47.

- BYLUND, G (1995)** . Recombined milk products. In Dairy processing handbook - Tetra pak processing systems AB S - 221 86, Lund, Sweden. 37p .
- Chapot-Chartier, M. (1996)**. Les autolysines des bactéries lactiques. Dairy Science &Technology, 76(1-2), 91-109.
- Chye F., Abdullah A., Ayob M., 2004**. Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. Food Microbiology, 21,535-541.
- Cidil et Inra, 2009** Du lait aux produits laitiers. – Paris : Cidil. – 19p.
- Coënon, L., Battistoni, A., Poupée-Beaugé, A., Germon, S., &Dimier-Poisson, I. (2021)**. Micro-organismes anti-cancéreux et armement. Médecine/Sciences, 37(1), 47-52.
- Corrieu G., Béal C. (2016)**. Yogurt: The Product and its Manufacture. Encyclopedia of Food and Health, pp 617–624.
- CorrieuG., Luquet F M., 2008** - bactéries lactiques de la génétique aux ferments. Ed TEC et DOC : Lavoisier. Paris. France, pp 472 -849, ISSN :0243-5624
- Corvi A, 1997**. Evénement, le yaourt, les laits fermentent, V77, Pp 321-358 Tech-doc. Sepiac. Paris P14-17.
- DebryG., 2006**.Lait, nutrition et santé. Ed : tecet doc Lavoisier Par i s.566p.
- Desmazeaud, M. (1983)**. L'état des connaissances en matière de nutrition des bactéries lactiques. Dairy Science &Technology, 63(629-630), 267-316.
- Diop, M., Destain, J., Thonart, P., Dubois-Dauphin, R., & Tine, E. (2009)**. La conservation du poisson au sénégal: utilisation d'une souche locale de lactococcus lactis. Cahiers Agricultures, 18(4), 337-342.
- Dodd f.H., Booth J. 2000**. Mastitis and milk production. Dans the healthy of dairy.
- Doleyres, Y. (2003)**. Production en continue du ferment lactique probiotique par la technologie des cellules immobilisées. Thèse Doctorat. Université de Laval. Canada. Pp148.

- Douamba, Z., Ouarme, M., Compaore, S., Somda, N., Kabore, D., Sawadogo-Lingani, H., ... & Simpoire, J. (2022).** Prevalence of salmonella strains in sesame seeds and their derived products in Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(3), 1100-1112.
- Drouault, S. and Corthier, G. (2001).** Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. *Veterinary Research*, 32(2), 101-117.
- Durso L etHukins R., 2003.** Starter cultures. University of Nebraska-Lincoln, NE, USA. Elsevier Science Ltd pp 5583-5593
- Duteurtre, G. (2007).** Commerce et développement de l'élevage laitier en Afrique de l'ouest : une synthèse. *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 60(1-4), 209.
- Enkelejda P.K, (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 de l'institut national agronomique de Paris-Grignon, science des aliments, 258p. Sac. Pharm. Bordeaux.p: 237-250
- F.A.O, 1995 :** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine Food & Agriculture Org.271 p.
- FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. **Collection FAO:** Alimentation et nutrition n° 28, Rome (Italie).
- FAO. 2020.** L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2020. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable. Rome, FAO.
- Fokou, G., Koné, B., &Bonfoh, B. (2011).** Innovations technicoorganisationnelles et relations de pouvoir dans les systèmes de production pastorale au Mali : dynamique des acteurs de la filière laitière périurbaine de Bamako. *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 64(1-4), 81-87.
- Fredot E.(2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

- Ghaoues, S. (2011)** : Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique decinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l’EstAlgérien, Mémoire du Magister en sciences alimentaires, I.N.A.T.A.A. UniversitéMentouri.Constantine,(12-16-18)130pages.
- Gosta, B. (1995).** Manuel de transformation du lait. Ed Etat pack processing systems AB. Sweden.
- Guergour.k et Maache . B, (2020).** Recherches des flores contaminantes dans le yaourt entrepose dans les commerces de la ville de Guelma. Mémoire de fin de cycle en vue de l’obtention du diplôme Master, université de Guelma.
- Guiguemdé, N., Diawara, H., Dori, D., &Semdé, R. (2022).** Analyse comparée de la réglementation des produits cosmétiques des pays de la cedeao par rapport aux pays développés. Journal Africain De Technologie Pharmaceutique Et Biopharmacie (Jatpb), 1(1), 63-72.
- Hamadou, S., Palé, E., &Hébié, D. (2007).** Déterminants de la consommation des produits laitiers à bobo-dioulasso au burkinafaso : facteurs sociaux et sensibilité aux prix. Revue D’élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux, 60(1-4), 51.
- Hammi I, 2016.** Isolement et caractérisation de bactériocines produites par des souches de bactéries lactiques isolées à partir de produits fermentés marocains et de différentes variétés de fromages français, thèse de doctorat , l’Université de Strasbourg ,p11
- Hols P., Hancy F., Fontaine L., Grossioed B., Prozzi D., Leblond-boourget N., Decaris B., Blotin A., Delorme C., Duskoehrlich S.,**
- Hoton, L. (1940).** La réglementation du lait malpropre. Dairy Science &Technology, 20(195-196), 287-291.
- Jeantet, R., C. Thomas, M. Michel, S.B. Pierre (2008).** Les produits laitiers.2éme Ed. TEC et DOC. Lavoisier-Paris : 184p.
- JORA (Journal Officiel de la République Algérienne). 2017. N° 39 du 02 Juillet 2017.** Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438, correspondant au 4 octobre 2016, fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires, pp. 11-32.

- Journal Officiel de LA République Algérienne., (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, N° JORA : 069 du 27/10/1993.
- Kaci. M et Sassi. Y (2007).** Industrie laitière et des corps gras. Edition Edpme Recueil des fiches sous sectorielles .
- Kiemptore, R. (2013).** La qualité microbiologique des produits laitiers. Revue de l'Association Belge des Spécialistes en Lactologie et des Industries Laitières, 123-135.
- Kobayashi, N., Bauer, T., Sakai, H., Togawa, D., Lieberman, I., Fujishiro, T., ... & Procop, G. (2006).** L'utilisation de la pcr en temps réel pour l'identification bactérienne rapide des ostéomyélites à cultures négatives. Revue Du Rhumatisme, 73(12), 1419-1421.
- Koussou, M., Grimaud, P., & Mopate, L. (2007).** Evaluation de la qualité physico-chimique et hygiénique du lait de brousse et des produits laitiers locaux commercialisés dans les bars laitiers de n'djamena au tchad. Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux, 60(1-4), 45.
- Lee W.J. et Lucey J.A., (2010).** Formation and Physical Properties of Yogurt. Asian-Australasian Journal of Animals Sciences, 23, 1 127 -1136.
- Levieux, D. (1999).** Le colostrum, un lait particulièrement riche en de nombreux composants : peut-on en déceler la présence dans les livraisons de lait de vache ?. Dairy Science & Technology, 79(5), 465-488.
- Leymarios, A. (2010).** Composition du lait. Dans L'Alimentation en questions (pp. 25-29). Presses Universitaires de France.
- Lister, J. and Horswill, A. (2014).** Staphylococcus aureus biofilms: recent developments in dispersal biofilm. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 4.
- Loones, A. 1994.** Laits fermentés par les bactéries lactiques. In Bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. Vol 2. De Roissart, H. & Luquet, F. M. (Ed), Lorica, Uriage, 135- 154

- Luquet, F. M., Carrieu, G. 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, 307 p
- Madouni et Maibeche, (2016).** Etude de la qualité physicochimique et microbiologique du yaourt (yaoumi) au cours de la production et du stockage. Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme Master, université de Bejaïa, p 40.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G et Schuck , P. (2000).** Les produits industriels laitiers Tech&Doc, Lavoisier, Paris.
- Maiworé, J., Baane, M., Ngoune, L., Fadila, J., Yero, M., &Montet, D. (2018).** Qualité microbiologique et physico-chimique des laits fermentés consommés à maroua (cameroun). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12(3), 1234.
- Malcnga M. (1985).**étude de la fabrication des yaourts en république populaire du Congo.essai d'amélioration .Université de CLERMONT II. p 18,19, 20.
- Millogo, V., Sissao, M., &Ouedraogo, G. (2018).** Qualité nutritionnelle et bactériologique des échantillons de quelques produits laitiers locaux de la chaîne de production au burkinafaso. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12(1), 244.
- Montel, M., Beuvier, E., &Hauwuy, A. (2003).** (only in french) pratiques d'élevage, microflore du lait et qualités des produits laitiers. Inra Productions Animales, 16(4), 279-282.
- Morand-Fehr, P., Baumont, R., & Sauvant, D. (2012).** Avant-propos : un dossier sur l'élevage caprin : pourquoi ?.Inra Productions Animales, 25(3), 227-232.
- Mouedden N.R ,2009.** simulation d'un plan HACCP au niveau de la chaine de fabrication du yaourt pour la mise en place d'un plan assurance qualité Cas laiterie yaourterie DAHRA. Mémoire de magister, Université d'Oran, p42-43
- Oteng K et Yang G, 1984 :** Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chaudes édition Lavoisier ,320 p.
- Ouedraogo, S. and Doanio, H. (2007).** Déterminants de la consommation de lait frais pasteurisé local à ouagadougou au burkinafaso. Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux, 60(1-4), 59.

- 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
- Pien, J. (1971).** Définition et contrôle du lait stérilisé. Dairy Science & Technology, 51(503-504), 176-202.
- Robert-Pillot, A., Baron, S., Lesne, J., Fournier, J., & Quilici, M. (2006).** Détection de vibrio cholerae dans un écosystème marin par hybridation moléculaire après culture sur un milieu sélectif. Hydroécologie Appliquée, 15, 97-105.
- Robinson R.K., Tamime A.Y. (1993).** Manufacture of Yoghurt and Other Fermented Milks. Edition Modern Dairy Technology. © Chapman & Hall, Pp 10, 11.
- ROUSSEAU M. (2005).** La fabrication du yaourt, les connaissances. INRA. 9 pages.
- Ruppé, E. (2015).** Sept questions autour du microbiote intestinal et de la résistance aux antibiotiques. Journal Des Anti-Infectieux, 17(1), 7-11.
- Sandra I.A.S.P.(2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Toulouse : Ecole nationale vétérinaire, 2001, 102p.
- Savadogo, A. and Traore, A. (2012).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5(5), 2057.
- Schkoda P., Hechler A. et Hinrich J. (2001).** Influence of the protein content on structural characteristics of stirred fermented milks. Milchwissenschaft, 56, 19-22.
- Sève, B. (1994).** Alimentation du porc en croissance : intégration des concepts de protéine idéale, de disponibilité digestive des acides aminés et d'énergie nette. Inra Productions Animales, 7(4), 275-291.
- Shori, A. (2018).** Antifungal Activity of Lactobacillus plantarum and Sage Extract on Aspergillus Fumigatus in Yogurt. American Journal of Biomedical and Life Sciences, 6(3), 37.

- Simon D., Gret M-F., Gret P-D. (2002).** Transformer les produits laitiers frais à la ferme. Edition Educ agri p42.57.
- Sodini, I. et Beal, C. (2012).** Fabrication des yaourts et laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur (F 6315). Paris- France : Pp16
- Soomro A. H., M. A. Arain, M. Khaskheli and B. Bhutto, 2002.** Isolation of Escherichia Coli from Raw Milk and Milk Products in Relation to Public Health Sold under Market Conditions at Tandojam, Pakistan. Pakistan journal of nutrition.
- Soumahoro, S., Coulibaly, M., Kouassi, D., Irika, O., Goua, B., Ouaga, J., ... &Angbo-Effi, O. (2018).** Connaissance, attitudes et pratiques des élèves sur l'hygiène alimentaire et l'alimentation de la rue. Revue Malienne D Infectiologie Et De Microbiologie, 2(2).
- Syndifrais, M. (1997).** Yaourts, laits fermentés. Dairy Science & Technology, 77(3), 321- 358.
- Syndifrais. (2011).** Tout savoir sur le yaourt. 10p.
- Tamime A. Y et Robinson R. K. (1985).** Backroud to manufacturing practice. In Yoghurt. Science and technology. (Eds), Pergamon press, Paris, 7-90.
- TAMIME A.Y. and DEETH H.C. (1980).** Yogurt: technology and biochemistry. Journal of Food Protection, 43, 12, 939-977.
- Toko, R., Adegbidi, A., &Lebailly, P. (2016).** Valorisation des produits laitiers dans les ménages peul du nord-est du bénin. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(6), 2716.
- Tome D. (2002).** Laites fermentes des antiques vertus aux nouvelles propriétés. Le Quotidien du médecin in: Agronomie et nutrition. Institut national agronomique Paris- Grignon (INA P-G)
- Traore, S., Bayili, G., Sissao, M., Sangaré, B., &Millogo, V. (2023).** Applicabilité des 5m du système haccp dans les unités de transformation laitière et effets sur la qualité hygiénique des produits laitiers locaux au burkinafaso. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 16(6), 2641-2657.

- Van marle M. (1998).** Structure and rheological properties of yoghurt gels and stirred yoghurts, These, University of Twente, Enschede, Pays Bas.
- Vaysse, C., Simon, N., Tressou, J., Pasteau, S., Buaud, B., Guesnet, P., ... & Billeaud, C. (2018).** Niveau de consommation en acides gras polyinsaturés de la femme allaitante en France : étude de consommation INCA2 et évolution du contenu en acides gras essentiels du lait maternel de 1997 à 2014. *Ocl*, 25(3), D304.
- Vénica, C., Perotti, M., & Bergamini, C. (2014).** Organic acids profiles in lactose- hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science and Technology*, 94(6), 561-580.
- Vierling E., (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages)
- Vignola, C.I., (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed Lavoisier, Paris, Pp600.
- Zalani, K., Duteurtre, G., & Benyoucef, M. (2021).** Saisonnalité de la production laitière bovine et implications pour le renforcement de la collecte industrielle dans la wilaya de skikda (Algérie). *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 74(2), 83-92.
- Zourari, A. and Desmazeaud, M. (1991).** Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. ii. souches de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et cultures mixtes avec *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*. *Dairy Science & Technology*, 71(4), 463-482.

Annexes

Annexes 01 : Matériels utilisés, Appareillages, solutions

Matériels et verrerie de laboratoire	Appareillages	solutions
-Anse de platine	-Agitateurs variés à	-Eau distillée
-Béchers	barreau magnétique	-Eau physiologique stérile
-Burettes	- Autoclave	-bouillon Fraser
-Boîtes de pétri	- Bec bunsen	
-Barreau magnétique	- Balance	
-Erlenmeyer	- Bain marie	
-Eprouvette graduée	- Broyeur	
-Entonnoir	- Etuve	
-Ecouillons	- plaque chauffante	
-Flacons	- réfrigérateur	
-Fiole jaugé	-Compteur de colonies	
-Micropipettes		
-Pipettes graduées		
-Pipettes pasteur		
-Portoir tubes à essai		
- Pincés		
-Papiers filtre		
-Spatules		
-Tubes à essai		
-Verre de montre		

Annexe 02 : Composition des milieux de culture

Milieux	Composition
Gélose Chapman	Peptone 10 g Extrait de levure 1 g Na Cl.....75 g Mannitol 10 g Rouge de phénol 25 g Gélose 15 g Eau distillé 1000ml Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 20 minutes.
Gélose Hektoen	Protéase - peptone 12 g Extrait de levure 3 g Chlorure de sodium 5 g Thiosulfate de sodium 5 g Sels biliaire 9 g Citrate de fer ammoniacal 0,5 g Salicine 2 g Lactose..... 12 g Saccharose 12 g Bleu de bromothymol 65mg Fuchsine acide 40 mg Agar Agar bactériologique 13,5 g PH : 7,6 ± 0,2 Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes
ALOA (Agar <i>Listeria</i> according to Ottaviani and Agosti)	Gélose Columbia..... 39,0 g Esculine 1,0 g Citrate ammoniacal ferrique 0,5 g Chlorure de lithium 15,0 g pH 7,0 ± 0,2 Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes

Bouillon Rappaport	Phosphate dipotassique.....	0,18 g
	Chlorure de magnésium anhydre	13,58g
	Malaquitevert.....	0.036 g
	Phosphate monopotassique.....	1,26 g
	Chlorure de sodium	7,2 g
	Peptone de soja.....	4,5 g
	pH final à 25 °C 5,2 (+/-) 0,2	
Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes		
Milieu Baird-Parker	Peptone de caséine.....	10,00 g
	Extrait de viande.....	5,00 g
	Extrait de levure	1,00 g
	Chlorure de lithium	5,00 g
	Glycine	12,00 g
	Pyruvate de sodium	10,00 g
	Agar	20,0 g
Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes		
Eau physiologique	Peptone	1,0 g
	Chlorure de sodium	8.7g
	Eau distillée	1000ml
	Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes	
VRBG (Gélose glucosée bilée au cristal violet et au rouge neutre)	Peptone	7g
	Extrait de levure	3g
	glucose.....	10g
	chlorure de sodium	5g
	sels biliaires.....	1,2g
	rouge neutre.....	0,03g
	Cristal violet	0,002g
	Agar.....	12g
PH final.....	7,2±0,2	
Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes		

Bouillon Fraser	-Peptone de protéase.....	5 g
	-Tryptone	5 g
	-Extrait de viande de bœuf	5 g
	-Extrait de levure	5 g
	-NaCl	20 g
	-Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O	12 g
	-KH ₂ PO ₄	1.35 g
	-Esculine	1 g
	-Chlorure de lithium	3 g
Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes		