

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université 8 Mai 1945 Guelma

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologique

Département : Ecologie et Génie de l'environnement

Option : Production et transformation laitière

Etude de l'impact des fruits rajoutés sur la qualité physicochimique et microbiologique d'une marque locale de yaourt

Présenté par :

- ARIBI Hadjer
- HABCHI Randa
- SAAIDIA Rayene

Devant le jury composé de :

Encadreur	Dr. ZIDI. Sourour	(M.C.B)	Université de Guelma
Président	Dr. Djamaa Fatma	(M.C.B)	Université de Guelma
Examineur	Dr. Benosmane Sana	(M.C.B)	Université de Guelma

2021/2022

Remerciements

Avant tout je remercie Allah le tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la patience pour faire ce travail.

Qu'il me soit permis de remercier tous ceux qui d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin, ont contribué à ce travail.

Mon remerciement s'adresse en particulier à :

- *Mme ZIDI Sourour mon encadreur pour ses conseils scientifiques judicieux et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.*
- *J'exprime mon respectueux remerciement aux membres du jury, le président Mme DJAMAA Fatma et l'examinatrice Mme BEN OSMAN Sana pour avoir accepté d'évaluer ce travail.*

À vous tous, un grand Merci.



Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes très chers parents

*A ma chère sœur **Nadia***

*A mes chers frères **Cherife, mohammed***

Toute ma famille

A ma chère Meriem pour ses précieux conseils

*Tous mes chers amis sur tout **Intissar, Randa, Lina, Assia et Imen** ce sont les meilleurs amis qui existent, je vous souhaite un avenir plein de joie, de réussite et de bonheur*

A tous ceux que j'aime.

Tous mes collègues de la promotion



HADJER



Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde gratitude pour leur amour, leur encouragement et leur soutien tout au long de mes études, que DIEU les Bénisse

*A ma chère sœur : **Nada Ikram** pour son soutien durant cette année.*

*A mes chers frères : **Seïf, Abd el Kader et Lamine.***

*A tous mes amies surtout **Hadjer, Rayene et Sara***

A toute ma famille

Et tous mes collègues de la promotion



Randa



Dédicace

Je dédie ce travail :

À la source de la tendresse, ma mère pour sa gentillesse sa douceur, pour son affection, son amour ses sacrifices et ses encouragements.

À mon très cher père, pour sa confiance, ses encouragements et son soutien dans toute ma carrière d'étude dès le premier pas jusqu'à ce jour-là et qui m'apprirent que la patience est le Secret du succès.

À mes frères : Amine, mostafa, taïa

À ma sœur : Anfel

À mon fiancé : Ilyes

À ma chère : meriem

À ma famille

À mes amies et toutes qui me connaissent

À mes binômes



Rayene

Table des matières

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale..... 1

Synthèse Bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur le lait

1. Définition 2

2. Composition chimique du lait de vache..... 2

3. La qualité du lait 3

3.1. La qualité organoleptique..... 3

3.2. La qualité microbiologique..... 3

Chapitre 02 : Généralités sur le yaourt

1. Historique..... 5

2. Définition..... 5

3. Composition 5

4. Classification 6

5. Qualité du yaourt 7

5.1. Aspects physico-chimiques 7

5.2. Aspects hygiéniques et qualité microbiologique..... 7

6. Fabrication du yaourt..... 8

Chapitre 03 : Les Bactéries contaminantes et formant le yaourt

1. La flore d'altération et pathogène du yaourt..... 10

1.1. La flore aérobie mésophile 10

1.2. Les coliformes totaux et fécaux 10

1.3. *Escherichia. Coli* 10

1.4. *Salmonella* 10

1.5. *Staphylococcus aureus* 10

1.6. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	11
1.7. Les levures et moisissures	11
2. Les bactéries lactiques	11
2.1. <i>Streptococcus thermophilus</i>	11
2.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	12
3. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt	13
3.1. Aptitudes texturant	13
3.2. Aptitude acidifiante	13
3.3. Aptitude protéolytique	13
3.4. Aptitude aromatique	14
4. Rôle et intérêt des bactéries lactiques	14
4.1. Rôle dans la structure et la texture	14
4.2 Rôle dans la conservation	14
4.4. Rôle dans le domaine de santé.....	14

Partie Expérimentale

Chapitre 04 : Matériel et méthodes

1. Matériel.....	15
2. Méthodes	15
2.1. Qualité physicochimique.....	15
2.1.1. Détermination du pH	15
2.1.2. Détermination de l'acidité titrable (Dornic)	16
2.1.3.Détermination de l'extrait sec total (EST)	16
2.1.4. Humidité.....	17
2.1.5. Détermination de la matière grasse (MG).....	17
2.2. Qualité microbiologique	18
2.2.1. Recherche et dénombrement de la Flore Mésophile Totale	19
2.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux	20
2.2.3. Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	20
2.2.4. Recherche et dénombrement de levures et moisissures	20

3. Recherche et dénombrement de la flore lactique	21
3.1. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	21
3.2. <i>Streptococcus thremophilus</i>	21

Chapitre 05 : Résultats et Discussion

1. Qualité physico- chimique	22
2. Qualité microbiologique	23
Conclusion et Perspectives	25

Références Bibliographiques

Résumé

Annexes

Liste des abréviations

EST : Extrait Sec Total

FAO: Food and Agriculture Organisation

°D: Degré dornic

St: Streptococcus thermophilus

LB: Lactobacillus bulgaricus

MS : Matière sèche

MG : Matière Grasse

Ufc : Unité formant colonie

ISO : International Organisation for Standardisation

CF : Coliformes Fécaux

CT : Coliformes totaux

L.M : Levures et moisissure

STAPH : Staphylococcus aureus

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale

tr/m : Toure/minute

JORA : Journal Officiel République Algérienne

PCA: Plate Count Agar

VRBL : lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Liste des figures

Figure 1: Diagramme général de fabrication de yaourt ferme et brassé	9
Figure 2: <i>St.thermophilus</i> observée par microscope électronique	12
Figure 3: <i>Lb.bulgaricus</i> observée par microscope électronique.....	12
Figure 4 : Détermination de matière grasse	18
Figure 5 : Diagramme de dilution	19

Liste des tableaux

Tableau 1 : La composition chimique moyenne du lait de vache	2
Tableau 2 : Flore microbienne du lait	4
Tableau 3 : Composition chimique et valeur énergétique des yaourts pour 100 g du produit... 6	6
Tableau 4 : Différents types du yaourt et leurs caractéristiques	6
Tableau 5 : Flore pathogène recherchée.....	19
Tableau 6 : Les analyses physicochimiques des trois types de yaourt	22
Tableau 7 : Résultats du dénombrement de la flore contaminante des yaourts en UFC/g comparés aux normes.	24
Tableau 8 : Résultats du dénombrement de la flore lactique des yaourts en UFC/g comparés aux normes	24

Introduction

Générale

Le yaourt étant d'origine turc, a fait son apparition en nutrition humaine à partir de l'année 1542. Ce produit avant de connaître une consommation de niveau industriel, n'était qu'un simple produit issu d'une fabrication traditionnelle par les crémeries ainsi que les producteurs de lait. C'est à partir du milieu du XXème siècle, que les industriels se sont mis à produire en masse des yaourts, diminuant ainsi son côté traditionnel. Aujourd'hui, le yaourt est considéré comme un produit de large consommation, car celui-ci est consommé par près de 90% des populations du monde. Le yaourt représente la moitié du marché de l'ultra-frais (**Marcel et al, 2008**).

Les industriels sont contraints de faire face à une demande de plus en plus exigeante et perpétuellement changeante. Même si leur principe de base, demeure le même, les processus de fabrication du yaourt sont complexes et en perpétuelle évolution, car, ils intègrent, à chaque fois, de nouvelles connaissances et progrès, réalisés dans des domaines variés tels que: la biologie moléculaire, la biotechnologie, la chimie et la biophysique (**Angelov et al, 2009**).

L'objectif de l'étude est d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de 3 échantillons de yaourt industriel local de la même marque (Soummam) avec la même période de fabrication et d'expiration, évaluer l'impact des fruits rajoutés sur ces paramètres et voir ainsi quel est le yaourt le plus adapté à la consommation en terme de qualité, organoleptique et microbiologique.

Notre travail a été subdivisé en deux parties une synthèse bibliographique constituée de trois chapitres : le premier traite des généralités sur le lait, le second des généralités sur le yaourt et le dernier sur les bactéries. La deuxième partie est expérimentale ; elle est subdivisée également en trois chapitres : matériel et méthodes, résultats et discussion et enfin conclusion et perspectives.

Synthèse

Bibliographique

Chapitre 01 :

Généralités sur le lait

1. Définition

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles. Il a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement dans de bonnes conditions hygiéniques et ne doit pas contenir de colostrum ». Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (**Pougheon, 2001 ; Jeantet et al, 2008 ; vilain, 2010**).

2. Composition chimique du lait de vache

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Il représente une excellente source de plusieurs éléments (**Tableau 01**) tels que le calcium (sous forme de chlorures de calcium), de phosphore (phosphates de citrates) mais également de vitamines telles que la riboflavine, thiamine, cobalamine et vitamine A. Il contient peu de fer et de cuivre, peu d'acide ascorbique, de niacine et relativement peu de vitamine D. Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels, du magnésium, du potassium et du sodium (**Jeantet et al, 2008 ; Franworth et Mainville, 2010**).

Tableau 1 : La composition chimique moyenne du lait de vache (**Amoit, 2002**)

Constituants majeurs	Variation limite (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5 – 89,5	87,5
Matière grasse	2,5-5,5	3,7
Protéine	2,9-5	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,5
Minéraux	0,7-0,9	0,8
Dérivés azotés 3.44	3,44	
Enzymes, vitamines, pigments	Carotènes, xanthophylles, riboflavine	
Cellules diverses	Cellules épithéliales, leucocytes, bactéries, levures, Moisissures	

3. La qualité du lait

3.1. La qualité organoleptique

- **Odeur** : le lait a un léger arôme. Il varie selon l'alimentation des animaux laitiers. L'odeur est caractéristique du lait car la matière grasse qu'il contient se lie à l'odeur des animaux. Cela est lié avec l'atmosphère de la traite et les denrées alimentaires procurées (l'acidification à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur acidifiante) (**Vierling, 2003**).
- **Viscosité** : c'est une propriété complexe particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiants et dissolvants. La teneur en matières grasses et en caséine a un impact important dans la viscosité du lait (**Rheotest, 2010**).
- **Couleur** : le lait est un liquide de coloration blanc-jaunâtre. Cette coloration résulte du mélange de micelles de phosphocaseinate de calcium, de globules gras et du carotène contenu dans la phase grasse et qui est un pigment responsable de la coloration jaune. Dans le lait écrémé l'absence de carotène, le fait paraître blanc-bleuté. Le lait peut présenter des colorations anormales à cause des micro-organismes de contamination (coloration bleue, verte...) (**Seydi, 2004**).
- **saveur** : la saveur douce du lactose, la saveur salée du chlorure de sodium et la saveur particulière des lécithines s'équilibrent (**Martin, 2000**).

3.2. La qualité microbiologique

Le lait est un produit alimentaire très riche en nutriments, pouvant ainsi favoriser la croissance de plusieurs microorganismes. Selon leur importance, les micro-organismes du lait, sont répartis en deux grandes classes : flore originale et flore de contamination (**Tableau 02**) (**Fredot, 2005**).

Tableau 2: Flore microbienne du lait (Guiraud, 2003)

Flore originale		Flore de contamination	
Bactéries des Canaux Galactotrophes	Bactéries contaminant le lait pendant et après la traite	Bactéries d'origine fécale	Bactéries présentes sur l'animal malade
Lactobacilles Streptocoques Lactiques	<i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> , Enterobactéries, Microcoques, Corynebactéries, <i>Bacillus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Clostridium</i>	<i>Clostridium</i> Coliformes fécaux <i>Salmonella</i> <i>Yersinia</i> Campylobacter	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Brucella</i> <i>Listeria</i>

Chapitre 02 :
Généralités sur le
yaourt

1. Historique

Le mot "yaourt" (yoghourt ou yogourt) est originaire d'Asie et dérivé du mot turc "épaissir". Après la découverte de la fermentation lactique par Louis Pasteur, de nombreux chercheurs se sont intéressés aux microorganismes 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. Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » et ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années **1960** et **1970**, les produits sucrés, aromatisés et fruités font leur apparition. Actuellement, ils dominent le marché. L'avènement du yaourt brassé est une autre étape importante dans la commercialisation du lait fermenté. De plus, le développement commercial des produits probiotiques est également important et répond aux besoins des consommateurs. Les mots "yaourt" et "yogourt" sont entrés dans "Le Petit Larousse" en **1925** (Tamime et Deeth, 1980 ; Brule, 2003 ; Rousseau, 2005).

2. Définition

Le yaourt est le produit de la fermentation lactique du lait par les ferments *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, qui doivent êtreensemencées simultanément (Vilain, 2010 ; Mahaut et al, 2000).

Le Codex Alimentaris, norme n° A- 11 (a) (1975) définit ainsi le yaourt comme étant : « 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 ». 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 final ne contiendrait plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt (FAO, 1995).

3. Composition

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 03** représente les teneurs en composés chimiques et les valeurs énergétiques de quelques types du yaourt.

Tableau 3: Composition chimique et valeur énergétique des yaourts pour 100 g du produit (**Cidil et Inra, 2009**).

	Energie (kcal)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Potassium (mg)	phosphore	Sodium (mg)
Yaourt nature	48	4,15	1.2	5,2	174	201	114	57
Yaourt au lait entier	68	3,8	3,5	5,3	171	206	112	56
Yaourt nature 0	39	4,2	trace	5,4	164	180	100	55
Yaourt nature sucré	83	3,8	1.1	14,5	160	195	105	52
Yaourt brassé nature	88	3,75	1,65	14,5	140	190	110	50
Yaourt brassé aux fruits	103	3,1	2,7	16,5	140	180	100	45
Yaourt au lait entier aux fruits	84	3,6	Trace	17,2	140	180	100	45

4. Classification

Il existe plusieurs variétés de yaourts qui diffèrent par leur composition, leur technologie de fabrication et leur saveur. Le **tableau 04** résume les différentes catégories de yaourts.

Tableau 4: Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (**Vignola, 2002**).

Les différents types	Caractéristiques
Selon la teneur en matières grasses -Yaourt maigre -Yaourt nature -Yaourt entier	-Teneur en matière grasse inférieurs à 1%. -Teneur en matières grasses 1% minimum -Teneur en matière grasse 3.5% (en pratique de 3 à 4.5%).
Selon la technologie de fabrication -Yaourt ferme -Yaourt brassé -Yaourt à boire	- Ce sont les yaourts en pots, généralement des yaourts naturels ou aromatisés. La fermentation se fait après la mise en pot à une T° de 42°C et 44°C - L'incubation du type brassé se fait en cuve et le refroidissement est réalisé avant le conditionnement - Le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement
Selon les additifs alimentaires -Yaourt aromatisé -Yaourt fruité -Yaourt light	-Addition d'arôme. -Addition de fruits. -Addition d'édulcorants sans sucre.

5. Qualité du yaourt

5.1. Aspects physico-chimiques

- Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :
 - couleur franche et uniforme ;
 - goût franc et parfum caractéristique ;
 - texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé). **(Boubchir, 2014)**

5.2.Aspects hygiéniques et qualité microbiologique

La qualité microbienne du lait et des produits laitiers comme le yaourt est influencée par la flore initiale du lait cru, les conditions de transformation et contamination après le traitement thermique. Les micro-organismes les plus souvent mentionnés et trouvés dans les produits laitiers sont les psychrophiles à Gram Négatif, les coliformes, les levures et les moisissures. En outre, diverses bactéries telles que *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, les souches pathogènes d'*E.coli* et les souches entérotoxigènes de *Staphylococcus aureus* peuvent également être trouvées dans le lait et ses dérivés. Selon la Norme Nationale **1998, N°35** publiée au Journal Officiel, le yaourt doit être exempt d'agents pathogènes. Actuellement, la maîtrise de ces dernières nécessite la mise en place d'un système de contrôle et de surveillance. La viabilité des bactéries lactiques constitue le plus important obstacle rencontré au cours de la fabrication, et particulièrement pendant le stockage à cause de leur courte durée de vie dans les produits laitiers fermentés. Les principaux facteurs responsables de la perte de viabilité des bactéries lactiques ont été attribués à la diminution du pH du milieu et de l'accumulation des acides organiques en raison de la croissance et de la fermentation **(Sun et Griffiths, 2000 ; Analie et Vilojoen, 2001 ; Roginski et al, 2003)**.

5.3.Aspects organoleptiques

- **Fermeté** : est le maintien d'une texture et une dureté uniforme pendant et tout au long du processus de fabrication. La durée de conservation est l'objectif principal de la production du yaourt. La fermeté du yaourt peut ne pas être affectée pendant le stockage **(Shakeel Hanif et al, 2012)**.
- **Arôme** : les composants aromatiques qui affectent la saveur finale du yaourt peuvent être divisés en quatre classes qui sont les acides non volatils (acide lactique et acide pyruvique), les acides volatils (acide butyrique et acétique), les composés carbonylés (acétaldéhyde et diacétyle) et divers autres composés (acides aminés et produits de dégradation thermique). Le yaourt doit être servi à environ 10°C ; en dessous de cette

température la saveur n'est plus appréciée à cause du froid. Tous les composants volatils sont connus présent dans le yaourt, diminuent pendant le stockage à moins 8°C ; au-dessus de 10°C, le produit perd sa fraîcheur (**Gafaar, 1992 ; Serra et al, 2009**).

- **Texture** : Les différences de texture entre les yaourts sont attribuées au type du lait utilisé et leurs différences compositionnelles (**Shakeel Hanif et al, 2012**). En effet, un taux élevé de matière sèche totale augmente la fermeté de gel et réduit le degré de la synérèse (**Mohammeed et al, 2004**)
- **Goût** : la perte du goût du yaourt est due au développement de l'acidité, de l'oxydation des graisses ou l'hydrolyse des protéines (**Shakeel Hanif et al, 2012**). L'activité protéolytique des bactéries lactiques peut avoir des effets néfastes sur le lait fermenté. La production de peptides amers est principalement due à la protéolyse par *Lb. delbrueckii ssp bulgaricus* pendant le stockage (**Gürsoy et al, 2010**).

6. Fabrication du yaourt

Le lait est standardisé au taux de matière grasse requis pour le produit fini et peut être enrichi en extrait sec laitier. Il est homogénéisé pour favoriser la dispersion de la matière grasse et traité à 90°C pendant quelques minutes. Ce traitement thermique entraîne notamment la destruction de germes pathogènes, l'inactivation des enzymes, la fixation de la plus grande partie des protéines solubles sur les molécules de caséine. Le lait est ensuite refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (vers 45°C). L'ensemencement (taux de 1 à 5 %) se fait le plus souvent à partir d'un levain déjà préparé en cuve. La fermentation se fait en 2 à 3 heures, pour les yaourts fermes, le lait ensemencé est directement mis en pots; dès formation du caillé, ceux-ci sont stockés à 4°C, de façon à stopper l'acidification (**Figure 01**) (**Syndifrais, 1997**)

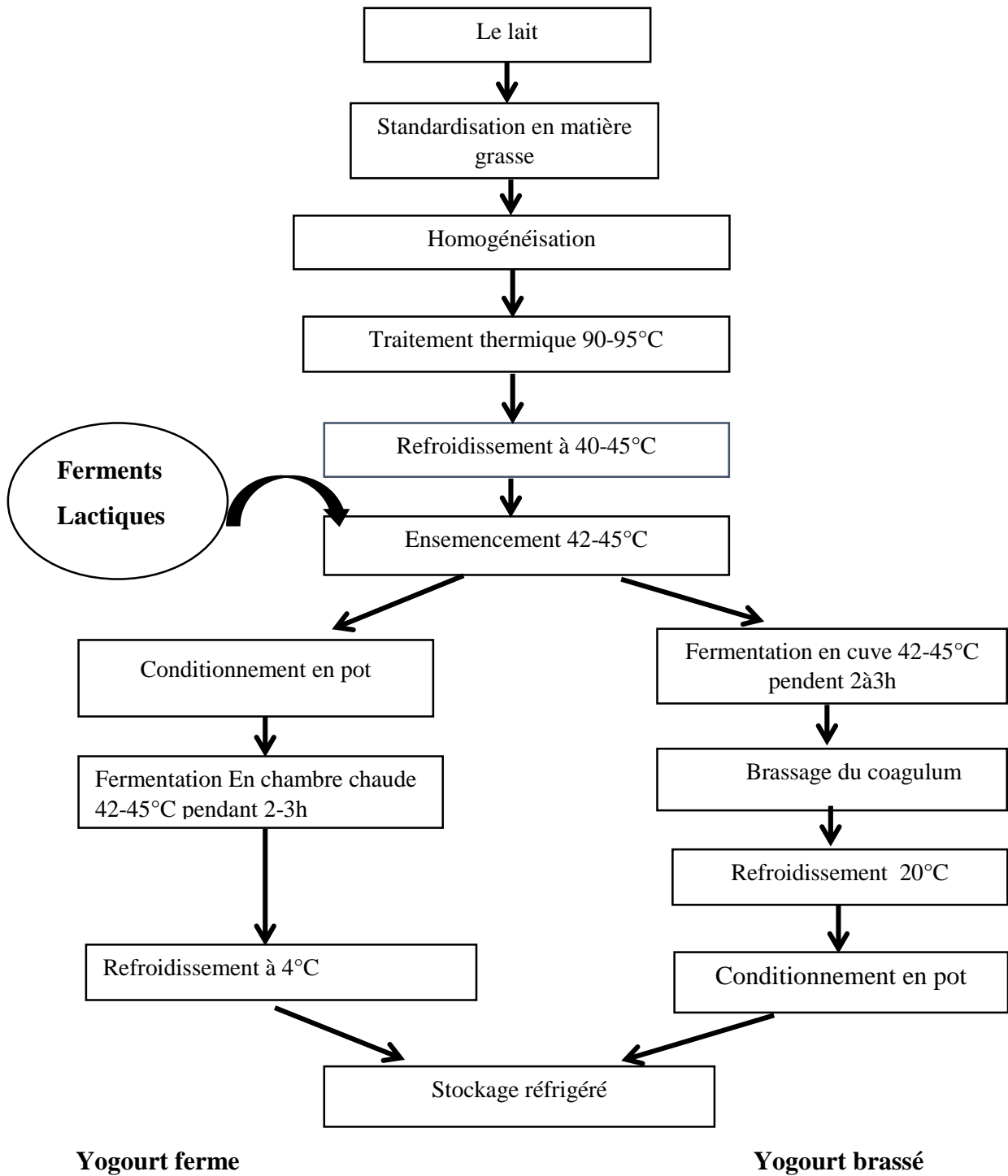


Figure 1: Diagramme général de fabrication de yaourt ferme et brassé (Béal et Sodini, 2008)

Chapitre 03 :
Les Bactéries
contaminantes et
formant le yaourt

1. La flore d'altération et pathogène du yaourt

1.1. La flore aérobie mésophile

La flore aérobie mésophile regroupe des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies. Il s'agit des germes aérobies pouvant se multiplier dans des conditions ambiantes entre 20C° et 45C°. Leur présence au-delà des limites définies peut signifier un défaut d'hygiène des procédés de fabrication. Leur forte charge dans l'aliment peut également être due à une conservation à des températures trop élevées, sauf lorsqu'il s'agit de bactéries psychotropes (**Ghafir et Daube, 2007 ; Farougou et al, 2013**).

1.2. Les coliformes totaux et fécaux

Selon la norme ISO 4831 de juillet 1991, le terme coliforme correspond aux microorganismes en forme de bâtonnets, non sporulés, à Gram négatif, oxydase négative, anaérobies aérobies facultatifs. Leur température de croissance est de 37C° (**Joffin et Joffin, 2003**).

Le terme coliforme thermotolérants (coliforme fécal) fait référence à toutes les bactéries coliformes qui fermentent le lactose et produisent des gaz à 44C°. Ce sont des micro-organismes qui indiquent une contamination provenant de sources fécales humaines ou animales (**Joffin et Joffin, 2003**).

1.3. *Escherichia. Coli*

Escherichia coli fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles péritriches, à Gram négatif, anaérobies facultatifs, non sporulés, à oxydase négative. Leur température de croissance est entre 32°C à 44° (**Farougou et al, 2013**).

1.4. *Salmonella*

Les *salmonelles* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*, regroupant de petits bacilles à Gram négatif habituellement mobiles par des cils péritriches, mais des mutants immobiles peuvent exister. Ces bactéries sont aéroanaérobies facultatives, oxydase négative et nitrate réductase positive. Elles sont mésophiles, capables de se développer à des températures entre 35 et 37 C°, à des pH entre 4,5 et 9 (**Robinson et al, 2000**).

1.5. *Staphylococcus aureus*

C'est un germe de la famille des *Micrococcaceae*, à Gram positif, souvent disposé en grappes, non sporulé, coagulase positive, ayant l'apparence de petites baies, dont les colonies prennent une couleur dorée, d'où son nom (*Staphylo* : grappe, *kokkus*: baie, *aureus*:

doré). Cette espèce fait partie des bactéries aéroanaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile capable de se multiplier en 37°C. Ce germe est halophile et xérophile, car il se développe même en présence de sel et de sucre et survit dans les aliments déshydratés (Bailly et al, 2012).

1.6. *Clostridium* sulfito-réducteurs

Ils font partie de la famille des *Clostridiaceae*, Gram positif, anaérobies stricts et catalase négative ; leur présence dans l'aliment est un indicateur de contamination fécale éventuellement ancienne. Leur présence dans les produits laitiers cause des intoxications alimentaires (Joffin et Joffin, 2003).

1.7. Les levures et moisissures

- **Les levures** : sont des micro-organismes qui ont la capacité de former de l'alcool, c'est-à-dire de l'éthanol, et du CO₂ (dioxyde de carbone). Ils jouent un rôle dans la formation des arômes. La présence de levures à la surface des yaourts sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits (Romain et al ,2015).
- **Les moisissures** : sont des champignons filamenteux se développant par un système de filaments ramifiés appelé thalle ou hyphes, qui produisent des spores disséminées par l'air et l'eau. Les moisissures poussent sur des milieux acides. Ce sont des micro-organismes d'altération, très utilisés en fromagerie. Les principaux genres intéressants en laiterie sont : *Alternaria*. (Isabelle, 2002 ; Afssa, 2009).

2. Les bactéries lactiques

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, diacétyle). Enfin, en produisant des polysaccharides (glucanes), certaines souches ont un effet sur la consistance du gel (FAO, 1995).

2.1. *Streptococcus thermophilus*

S. thermophilus est un cocci à Gram positif (Figure 2), 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 m. 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).

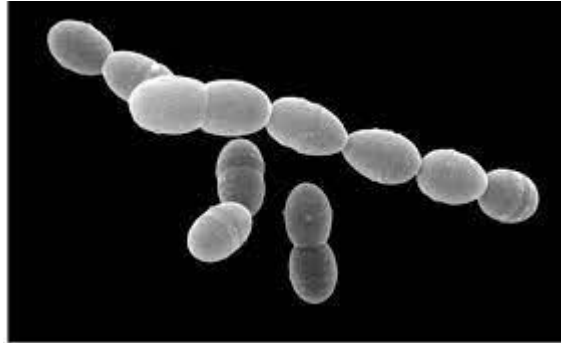


Figure 2 : *St.thermophilus* observée par microscope électronique (Durso et Hutkins, 2003)

2.2. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus est un bacille à Gram positif, immobile et asporulé, micro aéroophile. Il est isolé sous forme de bâtonnet ou de chaîne (**Figure 3**) ; 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). *L.B. 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 3 : *Lb.bulgaricus* observée par microscope électronique (Marty et Garel, 2000).

3. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes de qualité alimentaire qui jouent un rôle essentiel dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Leur capacité à fermenter les glucides et dans une moindre mesure à dégrader les protéines et les lipides conduit à la synthèse de divers composés tels que des acides organiques, des peptides, des composés antimicrobiens et aromatiques, et des exopolysaccharides. Ces métabolites du yaourt contribuent aux propriétés sensorielles, techniques et nutritionnelles des aliments fermentés (Bouhanna et Boussaa, 2017).

3.1. 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).

3.2. 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).

3.3. 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 en activité exopeptidase en acides aminés libres (Mihoubi, 2019).

3.4. 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**).

4. Rôle et intérêt des bactéries lactiques

4.1. Rôle dans la structure et la texture

La fermentation et l'acidification du lait se traduit par la formation d'un caillé plus ou moins ferme), selon la présence des bactéries lactiques. Pour une certaine consistance (yaourt ferme ou onctueux), l'utilisation de souches plus ou moins acidifiantes peut être combinée avec l'utilisation de souches productrices de polysaccharides (**Boumediene, 2013**).

4.2 Rôle dans la conservation

- **Production d'acide lactique** : les bactéries lactiques ont un rôle important dans commet inhibiteurs des flores non lactiques (**Boumediene, 2013**).
- **production de bactériocine** : les bactériocines sont des peptides antimicrobiens synthétisés par un très grand nombre de souches de bactéries lactiques, généralement résistantes à la chaleur (**Boumediene, 2013**).

4.3. Rôle et action sur les caractéristiques organoleptiques

Par production en dehors de l'acide lactique, d'autres produits comme le diacétyle et l'acétaldéhyde, qui sont responsables de la saveur caractéristique (**Boudjemaa, 2008**).

4.4. Rôle dans le domaine de santé

Les effets sur la santé des bactéries lactiques se situe dans le contexte des probiotiques (**Boumediene, 2013**).

Partie Expérimentale

Chapitre 04 :

Matériel et méthodes

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique, de 3 types de yaourts industriels (Nature, Brassé et Fruité) d'une même marque locale (Soummam) afin de voir l'impact des fruits rajoutés sur ces paramètres et d'estimer le yaourt le plus adapté à la consommation.

Notre travail a été subdivisé en 2 parties : une analyse physicochimique et une autre microbiologique. Ces deux types d'analyses ont été réalisés au niveau du laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'université du 08 Mai 1945- Guelma- Algérie.

1. Matériel

La réalisation de l'étude a nécessité l'usage de matériel lourd (machines, appareils) et léger verreries, réactifs et milieux de cultures (**Annexe I**).

Echantillonnage

Trois échantillons de chaque type de yaourt utilisé dans l'étude (3 boîtes de yaourt nature, 3 boîtes brassés, 3 boîtes fruités) ont été prélevés du marché local de GUELMA. Ces boîtes ont la même date de fabrication et d'expiration (**7/06/2022**) et notre étude a été effectuée à peu près un mois avant cette date.

2. Méthodes

2.1. Qualité physicochimique

Le contrôle physico-chimique des matières premières et des produits finis, a pour but la vérification de la conformité de ces derniers par rapport aux normes en vigueur. Il présente l'avantage de signaler toute erreur de fabrication ou toute modification des paramètres au cours des procédés de fabrication. Il complète les analyses microbiologiques.

2.1.1. Détermination du pH

✓ **Principe** : il consiste en la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence, réunies en un système d'électrodes combinées. Le pH est déterminé directement en utilisant un pH-mètre électronique et ce après avoir plongé l'électrode dans un produit à analyser (les échantillons de yaourts). (**Amiot et al, 2002**)

✓ **Mode opératoire** : il se fait selon les étapes suivantes :

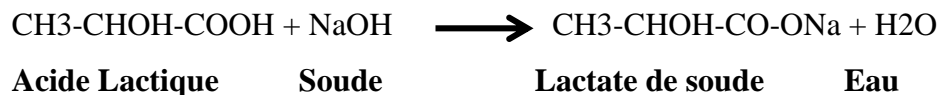
Etalonner le pH-mètre avec deux solutions tampons :

- L'une à pH 7 et l'autre à pH 4.
- Plonger l'électrode dans un pot de yaourt à analyser (l'analyse est répétée 3 fois).
- Remuer délicatement.

- **Lecture** : se fait directement à partir de l'afficheur du pH mètre

2.1.2. Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

- ✓ **Le principe :** l'acidité sera déterminée d'une façon précise par titration de 10ml de yaourt à l'aide d'une soude caustique NaOH préparée à 1/9 N en présence de 4 à 5 gouttes de Phénophtaléine, selon la réaction suivante (**Guiraud, 2003**) :



- ✓ **Mode opératoire :** il se fait selon les étapes suivantes :

- Peser 10g du yaourt à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénophtaléine préparée à 0.1% dans l'éthanol.
- Mettre sous agitation magnétique.
- Titrer avec la soude (1/9 N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante.

- ✓ **Expression des résultats :** le calcul de la valeur de l'acidité en degré Dornic se fait selon la formule suivante :

$$\text{L'acidité} = 10 \times V (\text{D}^\circ)$$

D° : acidité en degré Dornic.

V : volume de la solution sodique utilisée pour la titration.

2.1.3. Détermination de l'extrait sec total (EST)

- ✓ **Principe :** la détermination de l'extrait sec total (EST) du produit (yaourt) se fait par évaporation pendant 5 h afin d'obtenir le produit fini. L'EST représente la perte de masse du produit dans l'étuve à une température de 105 °C (**AFNOR, 1999**).

- ✓ **Mode opératoire :** pour mesurer l'extrait sec total, on suit les étapes suivantes :

- Peser la capsule vide et prendre son poids
- Placer 5g de yaourt dans la capsule pesée
- Placer la capsule dans une étuve pendant 4 à 5h à 105C°
- Peser la capsule

- **Lecture :** Calculer la valeur de l'acidité en degré Dornic selon la formule suivante :

$$\text{EST}\% = ((\text{P}_2 - \text{P}_1) \div \text{P}_0) \times 100$$

P1 : capsule vide

P2 : capsule après séchage

P0 : masse de la prise d'essai

2.1.4. Humidité

- ✓ **Principe** : l'humidité consiste en la mesure de la quantité d'eau contenue dans le yaourt par évaporation d'eau de la prise d'essai dans une étuve à une température de 150°C et peser le résidu.

L'humidité du yaourt est directement calculée à partir de la teneur en EST selon la formule suivante :

- **Lecture** : $H\% = 100 - \text{la teneur en EST}$

2.1.5. Détermination de la matière grasse (MG)

- ✓ **Principe** : la Détermination de matière grasse (MG) du yaourt se fait par méthode GERBER ; les protéines sont dégradées par l'acide sulfurique ($d=1.82$), et la chaleur produite fait fondre la matière grasse. L'alcool iso-amylique ($d=0.81$) aide à la séparation de la matière grasse. La centrifugation permet la séparation des deux phases grasse et aqueuse (AFNOR, 1980)

- ✓ **Mode opératoire** : il est réalisé selon les étapes suivantes :

- Préparation de la solution dans un bécher : remplir 10 ml de yaourt avec 10 ml d'eau et mélanger jusqu'à homogénéité.
- Placer 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre.
- Ajouter 11 ml de la solution homogénéisée.
- Introduire la solution finale dans le butyromètre en mettant le point de pipette inclinée en contact avec la base du col du butyromètre (**Figure 4**)
- Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylique puis boucher le butyromètre.
- Agiter jusqu'à obtenir un mélange homogène.
- Placer dans la centrifugeuse pendant 10 min à 1000 t/m à une température de 65°C.
- **Lecture** : la teneur en matière grasse est exprimée en grammes pour 100 ml de yaourt. Lire directement la valeur sur l'échelle du butyromètre



Figure 2 : Détermination de matière grasse

2.2. Qualité microbiologique

L'analyse microbiologique a pour but, d'une part, d'étudier ou de quantifier un certain nombre de bactéries révélatrices d'un ou plusieurs problèmes dans le procédé de fabrication constituant une menace pour la santé humaine. D'autre part, il peut évaluer la propreté du plan de travail, la bonne hygiène de l'opérateur, et même la qualité de tous les ingrédients utilisés dans le processus de fabrication. Ainsi, l'analyse microbiologique permet de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé des consommateurs lors de sa mise sur le marché.

Pour effectuer l'analyse microbiologique, il faudra suivre des étapes suivantes:

- ✓ **Étape préliminaire** : préparation du poste de travail, du matériel et des produits.
- ✓ **Organisation de la paillasse** : il faudra tout d'abord localiser la zone de manipulation, la désinfecter et allumer le bec bunsen, rassembler les produits et matériel (boîtes de pétri, pipettes, tubes, ...) et enfin référencer les boîtes de pétri, les tubes et flacons (tout le matériel doit être stérile).
- ✓ **Préparation des dilutions** : la préparation des dilutions pour les analyses microbiologiques se fait par la mise de 1 ml de solution mère (yaourt) dans 9 ml d'eau physiologique. D'après cette dernière, des dilutions décimales sont réalisées allant de 10^{-1} à 10^{-4} (**Figure 5**).
- ✓ La flore recherchée et les milieux utilisés sont représentés dans le **tableau 5** suivant:

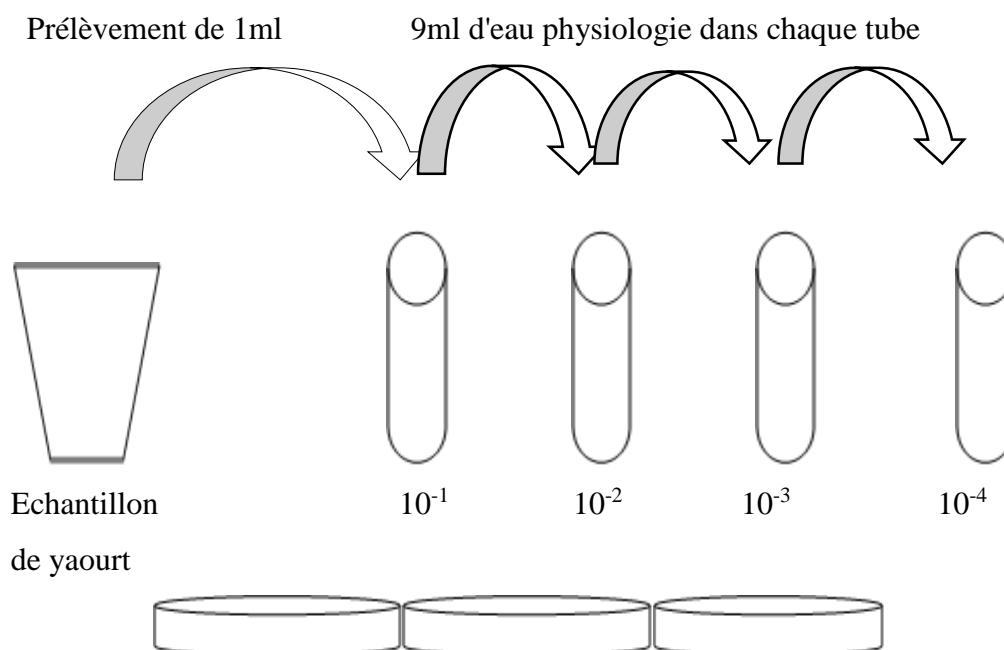


Figure 3 : Diagramme de dilution

Tableau 5: Flore pathogène recherchée.

Flores	Milieux de culture utilisés	Incubation
Flore Totale Aérobie Mésophile (F.T.A.M)	PCA/ Plant Count Agar Gélose	24-72H à 37°C
Coliformes totaux	VRBL/Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre	24-48H à 37°C
Coliformes fécaux	Gélose VRBL	24-48H à 44°C
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gélose Chapman	24-48H à 37°C
Levures et moisissures	Gélose Sabouraud	05 à 25°C

2.2.1. Recherche et dénombrement de la Flore Mésophile Totale : il se fait selon les étapes suivantes :

- On prépare le milieu de culture (PCA) en le mettant dans un bain-marie, ensuite il est refroidi à 45°C devant un bec bunsen et sur une paillasse bien stérile.
- On verse 1ml de chaque dilution dans les boîtes de pétri vides et stériles.
- On ajoute 15ml de milieu de culture PCA dans les boîtes.
- Ensuite on mélange avec mouvements circulaires en forme de huit (8) pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène.
- On incube les boîtes à 37°C pendant 72h (ISO, 2003).

- **Lecture :** les colonies de FTAM se présentent sous forme lenticulaire en masse **(Boudjir et Zehar, 2019)**

2.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux : elle est réalisée selon les étapes suivantes :

- Introduire aseptiquement, 1ml de la solution dans des boîtes de Pétri vides
- Ajouter 15ml de la gélose VRBL.
- Ensuite, mélanger avec des mouvements circulaires en forme de huit (8) pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène.
- Ajouter une deuxième couche du VRBL afin de favoriser l'anaérobiose pour les Coliformes Fécaux. Après solidification, les boîtes sont renversées et placées dans l'étuve à 37°C pendant 48h pour les Coliformes Totaux et à 44°C pour les Coliformes Fécaux avec la même période d'incubation **(ISO, 2006)**

- **Lecture :** Les coliformes totaux et fécaux se présentent sous forme de colonies de couleur rouge foncé brillante **(Boudjir et Zehar, 2019)**

2.2.3. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* : elle se fait selon les étapes suivantes :

- Mettre 15ml de la gélose chapman dans les boîtes de Pétri.
- Après solidification de la gélose, on verse 0.1 ml de chaque dilution dans ces boîtes.
- Ensemencer en surface à l'aide d'une pipette pasteur en verre (râteau)
- Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48h **(ISO, 2008)**

- **Lecture :** apparition de colonies de taille moyenne lisse, brillantes, en jaune **(Boudjiret Zehar, 2019)**

2.2.4. Recherche et dénombrement de levures et moisissures : elle se fait selon les étapes suivantes :

- Mettre 15ml de la gélose Sabouraud dans les boîtes de Pétri.
- Après solidification de la gélose, on verse 0,1 ml de chaque dilution dans chaque boîte préparée.
- Ensemencer en surface à l'aide d'une pipette pasteur en verre.
- Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 5j **(ISO, 1988)**.

- **Lecture :** la présence de levures est indiquée par la formation de colonies ovoïdes, lisses, de couleur blanchâtre. Les moisissures se présentent quant à elles sous forme de grandes colonies caractéristiques, de couleur variable **(Boudjir et Zehar, 2019)**

3. Recherche et dénombrement de la flore lactique

3.1. *Lactobacillus bulgaricus* : le dénombrement de cette bactérie se fait de la manière suivante :

- Transférer 1 ml du produit à analyser et de ses dilutions décimales dans des boîtes de Pétri stériles.
- Couler 15 ml de milieu MRS.
- Homogénéiser parfaitement la gélose et laisser solidifier sur une surface froide.
- Placer les boîtes ensemencées dans la jarre pour créer un milieu anaérobie.
- Incuber à 37°C pendant 72h.

- **Lecture** : les colonies du *Lactobacillus bulgaricus* sont blanchâtres à bord régulier et lisse (Bergheul et al, 2015)

3.2. *Streptococcus thremophilus* : le dénombrement de cette bactérie est réalisé de la manière suivante :

- Transférer 1 ml du yaourt à analyser et de ses dilutions décimales dans des boîtes de Pétri stériles et couler 15ml de milieu M17.
- Ensuite mélanger la gélose avec des mouvements circulaires en forme de huit (8) pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène.
- Laisser solidifier sur une surface froide.
- Incuber les boites à 44°C pendant 48h

- **Lecture** : les colonies de cette bactérie sont bien rondes à bord lisse et de couleur blanchâtre (Bergheul et al, 2015)

Chapitre 05 :

Résultats

et Discussion

1. Qualité physico- chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques des trois types de yaourt (Nature, brassé et fruité) sont indiqués dans le **tableau 6** ci-dessous :

Tableau 6: Les analyses physicochimiques des trois types de yaourt

Enchantions	pH	Acidité (D°)	EST (%)	Humidité(%)	MG (g/l)
Nature	4.28	81	13,10	86,89	2
Brassé	4.17	84	22,91	77,91	2,5
Fruité	4.13	100	23,51	76,49	2,6
Normes	4.1-4.6	80-100	22-23	80-94	2,6-2.8

- ✓ Le pH des 3 types de yaourts est entre 4,13 à 4,28 avec une acidité comprise entre 81-100. Ces valeurs se situent dans l'intervalle de tolérance de l'entreprise (les normes). Cela signifie que les trois types de yaourts ont été élaborés en respectant le taux d'ensemencement. Cependant, le yaourt fruité présente un pH légèrement plus bas (4.13) que les autres yaourts (4,17 pour le brassé et 4,28 pour le nature) et donc il est plus acide qu'eux (acidité dornic du yaourt fruité est de 100 par rapport au brassé qui est de 84 et le nature qui est de 81). Les fruits rajoutés ont donc un impact sur le pH et l'acidité du yaourt.
- ✓ Les teneurs en matières sèches sont dans les normes (autour de 23%) par rapport aux deux types de yaourts ; fruités et brassés. Cela signifie que les fruits rajoutés n'ont eu aucun impact sur ce paramètre. Par contre, par rapport au yaourt nature, les proportions sont relativement basses (**13,10%**) et ne se situent pas dans l'intervalle des valeurs exigées par l'entreprise (22-23).
- ✓ En ce qui concerne l'humidité, les deux types de yaourts (fruité et brassé) ont des taux d'humidité qui sont respectivement de 76,49 et 77,91. Ces derniers sont légèrement plus faibles que la norme exigée (80-94). Tandis que le yaourt nature est dans les normes et a donc une bonne qualité organoleptique. Nous remarquons donc avec intérêt que les fruits rajoutés ont eu un impact sur le taux d'humidité du yaourt.
- ✓ La quantité de matière grasse des deux yaourts fruité et brassé se situe dans l'intervalle imposé par la laiterie Soummam qui est comprise entre 2,6-2,8g/l. Nos résultats suggèrent que les fruits rajoutés au yaourt n'ont eu aucun impact sur ce paramètre (les fruits possèdent peu ou pas de matière grasse ce qui est logique). Par contre, en ce qui concerne le yaourt nature, la quantité de cette matière est légèrement plus basse.

Selon **Ihemeje et al (2015)**, la teneur en matière grasse dans les yaourts dépend de la matière grasse du lait utilisé lors de la standardisation du yaourt. On déduit donc, que la matière première utilisée dans les deux yaourts fruité et brassé a une teneur en matière grasse acceptable par rapport à celle utilisée dans le yaourt nature ou bien qu'il y'a eu erreur dans la technique de calcul vue que le yaourt fruité est normalement le résultat de rajout de fruits au yaourt nature.

2. Qualité microbiologique

Les analyses microbiologiques des trois types de yaourts (nature, brassé et fruité) ont révélés les résultats suivants qui sont représentés dans le tableau 7 et 8.

Nous remarquons avec intérêt que :

-La flore mésophile totale ne dépasse pas les normes dans les trois types de yaourt étudiés. Il est connu que leur forte charge de ces bactéries dans l'aliment peut être due à une conservation à des températures trop élevées, sauf lorsqu'il s'agit de bactéries psychotropes (**Ghafir et Daube, 2007 ; Farougou et al, 2013**).

- Il y'a absence totale des coliformes totaux, fécaux, de *Staphylococcus aureus* et des levures et moisissures dans tous les yaourts. Ce qui indique l'absence de contamination au moment de la fabrication et de la conservation des yaourts.

Les fruits rajoutés au yaourt n'ont eu donc aucun effet sur la qualité microbiologique de celui-ci.

En ce qui concerne les bactéries lactiques (*Lactobacillus bulgaris et Streptococcus thermophilus*), leur quantité dans les trois types de yaourts ne dépasse pas les normes. Cependant nous remarquons avec intérêt que le nombre de ces dernières, dans le yaourt fruité est légèrement plus élevé (100) par rapport au yaourt brassé (84) et nature (81). Ceci indique que le yaourt fruité contient plus de bactéries lactiques. Les fruits rajoutés ont eu donc un léger impact sur le nombre de ces bactéries rendant ce type de yaourt plus acide par aux autres. Notre résultat concorde avec celui du pH (acidité) évalué précédemment pour les trois types de yaourt. L'acidité du yaourt fruité est une barrière pour les autres microorganismes contaminants. Le yaourt fruité est donc plus riche en probiotiques. Il pourrait donc présenter un intérêt nutritionnel et sanitaire meilleur que les autres types de yaourt.

Tableau 7: Résultats du dénombrement de la flore contaminante des yaourts en UFC/g comparés aux normes.

	Flore Mésophile Totale (UFC/g)	Coliformes Totaux (UFC/g)	Coliformes Fécaux (UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	Levures et Moisissures (UFC/g)
Nature	6x10 ¹	Abs	Abs	Abs	Abs
Brassé	3x10 ¹	Abs	Abs	Abs	Abs
Fruité	2x10 ¹	Abs	Abs	Abs	Abs
Norme de JORA N° 35 (1998)	10²	10	1	10	<10²

Tableau 8: Résultats du dénombrement de la flore lactique des yaourts en UFC/g comparés aux normes

	<i>Lactobacillus bulgaris</i> (UFC/g)	<i>Streptococcus thermophilus</i> (UFC/g)
Nature	2.11x10 ³	1,18x10 ³
Brassé	1.60x10 ⁴	1.20x10 ⁴
Fruité	2,79x10 ³	2,39x10 ⁴
Norme ISO ,2003	>10⁷	

Conclusion et Perspectives

L'étude de la qualité physicochimique des trois types de yaourts a révélé que le pH, l'acidité dornic, l'extrait sec total, l'humidité et la matière grasse sont dans les normes exigées par la société Soummam et le JORA N°35. Nous avons remarqué avec intérêt que le yaourt fruité a présenté un pH plus bas que les autres types et donc une légère acidité par rapport à eux.

L'étude de la qualité microbiologique de ces mêmes types de yaourt a révélé l'absence de germes contaminants qui sont les coliformes totaux, fécaux, *Staphylococcus aureus*, les levures et moisissures et un taux tolérable de la flore mésophile totale.

Il a été remarqué avec intérêt que les bactéries lactiques (*Lactobacillus bulgaris* et *Streptococcus thermophilus*) sont présentes dans les normes dans tous les types de yaourts mais leur quantité est plus élevée dans le yaourt fruité, ce qui a un intérêt sur la santé, sachant que ces dernières joueraient le rôle de probiotiques.

On peut conclure que les fruits ont eu un impact uniquement sur le pH, l'acidité du yaourt et la croissance des bactéries lactiques.

En perspective on pourrait :

- Faire la même étude sur une période plus longue
- Répéter l'analyse physicochimique et microbiologique plusieurs fois pour s'assurer de la justesse des résultats
- Faire une étude statistique en comparant les moyennes des paramètres étudiés des trois types de yaourts.

Références

Bibliographiques

A

- **ALM L, 1982.** Effect of fermentation on milk fats of Swedish fermented milk Products, J Dairy Sci 65,522-530
- **Analie L.H et Viljoen B.C, 2001.** Review: Yogurt as probiotic carrier food. International Dairy Journal, 11, 1-17.
- **Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P, Simpson R. 2002.** Composition, Propriétés Physico-Chimiques, Valeur Nutritive, Qualité Technologique Et Technique D'analyse Du Lait. In Science Et Technologie Du Lait. Transformation Du Lait. Edition: Ecole Polytechnique De Montréal. Pp: 1- 6
- **Afssa, 2009.** Risques liés à la présence de moisissures et levures dans les eaux conditionnées, agence française de sécurité sanitaire des aliments, 54
- **Angelove M, Kostov G, Simova E, Beshkova D, Koprinkova-Hristova P, 2009.** Proto-coopération factors in yoghurt starter cultures. Revue de Génie Industriel 3, 05-12.
- **AFNOR, 1999.** Lait Et Produit Laitiers. Volume1.5eme Edition. Paris, Pp117-341
- **AFNOR, 1980.**Recueil Des Normes Françaises. Laits Et Produits Laitiers

B

- **Bouhanna I, Boussaa A, 2017.** Les bactéries lactiques, isolement et application dans la technologie laitière P4-9-21-22,
- **Beal C. et Sodini I, 2003.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315.Pp. 2-16.
- **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
- **Beal C. et Sodini I. 2003.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315.Pp. 2-16.
- **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
- **Bailiy J.D, Brugera H, Chadron H, 2012.** Micro-organismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Eleveur au Consommateur, p5

- **Bergamaier D, 2002.** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhammosus* RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Canada, p7
- **Boudjemaa Khaled, 2008.** Essai d'optimisation de la production d'acide lactique sur lactisérum par *streptococque thermophilus*. Mémoire de magister. Option biochimie et microbiologie appliquées. Université M'Hmed Bougara –Boumerdés
- **Boumediene Karima, 2013.** Recherche des bactéries lactiques productrices des bactériocines et l'étude de leur effet sur des bactéries néfastes rôle sur les caractéristiques organoleptiques, thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen, p16-17
- **Ben Yahia, 2012.** Etude du dialogue hôte/bactéries lactiques du yaourt chez des rats gnotobiotiques, thèse de doctorat, AgroParisTech, p8
- **Boudjir I et Zehar S, 2019.** Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de brebis. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi-Bordj Bou Arreridj. P 33
- **Bergheul H et al, 2015.** Evolution de la qualité de jus d'orange en fonction des Conditions de conservation. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi-Bordj Bou Arreridj. P 22

E

- **Enkelejda P.K, 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé: quels impact respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur? Thèse de doctorat de l'institut national agronomique de Paris-Grignon, science des aliments, 258pl. Sac. Pharm. Bardeaux.p: 237-250

F

- **FAO, 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Amazon, Rome, Italie
- **Farougou S, Mensah G.A, Clinqart.A, Youssao A.K.I, Kassa S.K, Salifou C.F.A, Boko K.C, Ahounou G.S et Tougan P.U, 2013.** Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Int. J. Biol.Chem. Sci. 7(3): 1351-1369

- **Franworth E, Mainville I, 2010.** Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>
- **Fredot E, 2005.** Connaissance des aliments, base alimentaire et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France

G

- **Gürsoy A, Durlu-Özkaya F, Yildiz F, et Aslim B, 2010.** set type yoghurt production By Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus Thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (B3). Kafkas Universiteler Veteriner Fakültesi Dergisi, 16, 81-86
- **Guiraud, 2003.** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In : Microbiologie alimentaire. Paris. 651p
- **Ghafir Y, Daube G. 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Ann. Méd. Vét., 151: 79-100.

H

- **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

I

- **Isabelle T, 2002.** Filières laitières en Afrique et points critiques pour la maîtrise des laits et produits laitiers, diplôme d'études supérieures, Université Montpellier, p7
- **Ihemeje A, Nwachukwu C.N, Ekwe C.C, 2015.** production and quality evaluation of flavoured yoghurts using carrot pineapple and spiced yoghurts using ginger and pepper fruit, African journal of food,9(3).163-169
- **ISO 4831, 1991.** Microbiologie- Directives générales pour le dénombrement des coliformes- Technique du nombre le plus probable. □ **ISO 4832, 2006.** Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes. Méthode par comptage des colonies.
- **ISO 4833, 2003.** Microbiologie des aliments-Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes-Technique par comptage des colonies.

- **ISO 6888-1, 2008.** Microbiologie des aliments-Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces).
- **ISO 7954, 1988.** Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures.
- **ISO 7889:2003,** Yogurt - Enumeration of characteristic microorganisms

J

- **Joffin C, Joffin JN, 2003.** Microbiologie alimentaire, Edition : Canopé -CRDP, Bordeaux, France (5ème édition), 213p
- **Jeantet R. Croguennec T. Mahaut M. Schuck P. et Brule G, 2008.** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, p1-2 (185 pages)
- **J.O.R.A N 35 Mai 1998,** Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires
-

L

- **Latry fall C, 1997.** Etude des fraudes du lait cru : mouillage et écrémage. Mémoire de l'Etat pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université Cheikh Anta DiopDakar. P 7

M

- **Mouedden N.R ,2009.** simulation d'un plan HACCP au niveau de la chaîne 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
- **Mihoubi, 2019.** Formulation et caractérisation d'un yaourt supplémenté de la poudre de graines de lin, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - El Harrach-Alger, p31

P

- **Pougheon S. 2001.** contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse de doctorat spécialité vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire, Université Paul-Sabatier de de TOULOUSE, p14-34
- **Larpent J.P. et Bourgeois C.M, 1996.** Microbiologie alimentaire : Aliment fermentés et fermentation alimentaire. Tom 2. 2ème Ed. Ed Tec et Doc. Lavoisier. Paris. Pp.309, 310

R

- **Rousseau M, 2005.** La fabrication du yaourt, les connaissances, INRA, 9
- **Robinson R.K, Batt C. A, Patel P. D, 2000.** Encyclopedia of Food Microbiology
- **Romain A, Chloé C, Lucie C, Chloé D, Serge G, Joseph G, D SEDE, Juliette T, 2015.** Approche pédagogique du rôle des micro-organismes dans l'alimentation, Université de Lorraine, p8
- **Rheotest, 2010.** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK. Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>

S

- **Syndifrais, Mission scientifique de Syndifrais 1997.** Yaourts, laits fermentés. Lait, 77, 321-358
- **Serra M, Trujillo A.J, Guamis B. et Ferragut V, 2009.** Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. Food Hydrocolloids. 23, 82–91
- **Shakeel Hanif M, Zahoor1 T, Iqbal Z, Ihsan-ul-Haq, et Arif A.M, 2012.**Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. Pakistan Journal of Food Sciences, 22, 61-70.T
- **Seydi M, 2004.** Caractéristiques du lait cru. EISMV, laboratoire HIDAOA, 12p
- **Schmidt JL, Tourneur c& Lenoir J, 1994.** fonction et choix des bactéries lactiques laitières. In bactéries lactiques. Pp 37-46.ed de roissart, h.et luquet, FM, II, lorica, paris.

T

- **Tamime A.Y and Robinson R.K, 1999.** Yogurt science and technology. 2nd Ed.Cambridge: woodhead Publishing.

V

- **Vilain, A. C, 2010.** Qu'est-ce que le lait ? Revue Française d'Allergologie, 50,124-127.
- **Vierling, 2003.** Aliment et boisson-Filière et produit, 2 édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine. 270 p

Résumé

Le yaourt est le produit laitier fermenté le plus connu, le plus fabriqué localement et industriellement et parmi les plus consommés en Algérie. Bien que la fabrication du yaourt soit répandue, les producteurs sont souvent confrontés à des difficultés d'ordre pratique à savoir comment produire un yaourt de bonnes qualités organoleptique et microbiologique. Pour cette raison, nous avons effectué une analyse physico-chimique et microbiologique de 3 échantillons de yaourt de la marque Soummam (nature, brassé et fruité). Les analyses ont révélés que les paramètres physicochimiques et microbiologiques de tous les yaourts utilisés dans l'étude sont dans les normes du JORA, N°35 et de la société de fabrication. Seuls les fruits rajoutés dans le yaourt ont eu un impact sur le pH en le abaissant et sur l'acidité dornic et la croissance des bactéries lactiques en les augmentant.

Mots clés : Lait, bactéries, yaourt, analyses physicochimiques, analyses microbiologiques

Abstract

Yoghurt is the best-known fermented dairy product, the most locally and industrially produced and among the most consumed in Algeria. Although yoghurt making is widespread, producers often face practical difficulties in knowing how to produce yoghurt of good organoleptic and microbiological quality. For this reason, we carried out a physico-chemical and microbiological analysis of 3 samples of Soummam brand yoghurt (plain, stirred and fruity). The analyzes revealed that the physicochemical and microbiological parameters of all the yogurts used in the study are within the standards of JORA, No. 35 and of the manufacturing company. Only the fruits added to the yogurt had an impact on the pH by lowering it and on the dornic acidity and the growth of lactic acid bacteria by increasing them.

Keywords: Milk, bacteria, yogurt, physicochemical analyses, microbiological analyzes

الملخص

الزبادي هو أشهر منتجات الألبان المخمرة ، والأكثر إنتاجًا محليًا وصناعيًا ومن بين أكثر المنتجات استهلاكًا في الجزائر. على الرغم من انتشار صناعة الزبادي ، غالبًا ما يواجه المنتجون صعوبات عملية في معرفة كيفية إنتاج الزبادي ذي الجودة الحسية والميكروبيولوجية الجيدة. لهذا السبب ، أجرينا تحليلًا فيزيائيًا كيميائيًا وميكروبيولوجيًا لثلاث عينات من زبادي ماركة سومام (سادة ، مفلوب ، بطعم الفواكه). كشفت التحليلات أن المعلمات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لجميع أنواع الزبادي المستخدمة في الدراسة تقع ضمن معايير JORA رقم 35 والشركة المصنعة. فقط الثمار المضافة إلى الزبادي كان لها تأثير على الرقم الهيدروجيني من خلال خفضها وعلى الحموضة الدورانية ونمو بكتيريا حمض اللاكتيك عن طريق زيادتها.

الكلمات المفتاحية: الحليب ، البكتيريا ، الزبادي ، التحليلات الفيزيائية والكيميائية ، التحليلات الميكروبيولوجية

Annexes

Annexe I

Matériel lourd	Accessoires	Verreries
<ul style="list-style-type: none"> •Autoclave •pH-mètres électroniques •La mesure de l'acidité •Etuve •Bain marie •Vortex •Agitateur magnétique •Plaque chauffante •Bec bunsen •Balance à précision •Centrifugeuse de gerber 	<ul style="list-style-type: none"> •Boîtes de Pétri •Cuillère •Les embouts •Scotch •Micropipettes 	<ul style="list-style-type: none"> •Flacons •Butyromètre •Béchers •Eprouvette graduées •Erlenmeyers •Fioles Jaugé •Flacons •Pipettes graduées •Pipettes pasteurs •Tubes à essai

Annexe II

Gélose VRBL	Peptone pepsique de viande7 g/l Extrait de levure3 g/l Lactose10 g/l Sels biliaries.....1,5 g/l Chlorure de sodium5 g/l Rouge neutre30 mg/l Cristal violet2 mg/l Agar12 g/l Dissoudre 39,5 g dans un litre d'eau distillée autoclave 10 min à 110°C pH=7,3
PCA	Tryptone.....5,0 g/l Extrait de levure.....2,5 g/l Glucose.....1,0 g/l Agar bactériologique.....12,0 g/l Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. Le pH =7

<p>Gélose Sabouraud Chlorophénicol</p>	<p>Peptone persique de viande10,0 g/l Glucose.....20,0 g/l Chloramphénicol0,5 g/l Agar15 g/l Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.</p>
<p>Gélose de Chapman</p>	<p>Pepto.....10 g/l Extrait de bœu..... 1 g/l Chlorure de sodi.....75 g/l D-mannitol.....10 g/l Rouge de phénol.....25 mg/l Agar.....15 g/l Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes Ajuster le pH à $7,4 \pm 0,2$ à 25°C</p>
<p>Gélose M17</p>	<p>Tryptone5,0 g Peptone de soja..... 5,0 g Infusion de viande..... 5,0 g Extrait autolytique de levure2,5 g Glycérohydrogénophosphate de sodium..19 g extrait de Lactose5,0 g Acide ascorbique..... 0,5 g Sulfate de magnésium0,25 g Agar11,0 g Ph= $6,2 \pm 0,2$</p>
<p>Gélose MRS</p>	<p>Pep..... 10 g Extrait de viande8 g Extrait autolytique de levure4 g Glucose20 g Acétate de sodium trihydraté5 g Citrate d'ammonium.....2 g Tween80 1,0 ml Hydrogénophosphate de potassium.....2 g</p>

	Sulfate de magnésium heptahydra..... 0,2 g
	Sulfate de manganèse tétrahydraté..... 0,05 g
	Agar10 g