

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Projet de Fin d'Etudes

Présentée par :

Mlle GUERGOUR Kawther

Mlle MAACHE Belkis

Pour l'obtention du diplôme de :

Master

Spécialité : **Biologie** ; Option : **Production et transformation laitière**

Intitulé

Recherches des flores contaminantes dans le yaourt entrepose dans les commerces de la ville de Guelma .

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente : **BENREBIHA R S.**

MAA. Université 8 Mai 1945 Guelma

Encadreur : **CHEMMAM M .**

PR. Université 8 Mai 1945 Guelma

Examinatrice : **BOUSBIA A.**

MAA. Université 8 Mai 1945 Guelma

Remerciement

Louange à dieu le tout puissant qui nous a toujours soutenu et donne le courage et la patience pour achever ce travail.

Les travaux de recherche qui font l'objet de ce mémoire ont été réalisés au sein du laboratoire de microbiologie, à l'université 8 MAI 1945 –GUELMA– Algérie .

Nous remercions tous ceux qui nous ont aidé pour cette recherche

Nos sincères remerciements a M me BENREBIHA R S. et M BOUSBIA A.

Ainsi pour M CHEMMAM M. ; professeur à l'université 8 MAI 1945–GUELMA– ; promoteur de ce projet de fin d'étude, qui nous a fait l'honneur en acceptant de nous encadrer .

Nos sincèrement reconnaissante pour les précieux conseils et suggestions qu'il nous a donné. Nous sommes très sensibles a sa bienveillance et son l'attention.

Nous tenons également à remercier nos enseignants au département d'écologie et génie de l'environnement, faculté des sciences de la nature et de la vie ,8 MAI 1945–GUELMA–.

Dédicace

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit, ton affection me couvre, ta bienveillance me guide, et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différentes entraves.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chères sœurs « Soundes et Malek »

A mes amis ma deuxième famille « El Khansa, Takwa, Asma, Imen » qui sont malheureusement loin de mes yeux mais toujours et à jamais dans mon cœur.

A « Youcef », la personne la plus proche de moi, merci d'avoir été toujours présent pour moi, merci de m'avoir soutenu jusqu'au bout, merci d'exister.

Kawther

Je dédie ce travail

A ma très chère mère ;

Qui n'a jamais cessé de prier pour moi Pour son amour infini ainsi que pour l'espoir de de vivre qu'elle me donne

A mon très cher père ; Maache Rachid Pour ses encouragements, son soutien ainsi que sa présence permanente à mes cotés

A mon petit trésor ; mon cher frère

Que dieu te protège pour nous ; ma moitié et mon cœur A mon très cher homme, mon fiancé « Khalil Yassin » Pour sa présence dans ma vie, son soutien pour tous les efforts consentis lors de la réalisation de ce travail

A mon grand-père ;

Qui ne cesse de m'aider ; m'encourager et croire en moi .Veuillez retrouver l'expression de ma profonde gratitude Merci beaucoup « jadi Louhi Mohammed Zin »

A mon oncle ; Louhi Reda et sa petite famille

A ma belle- famille « Berrogtane »

Sans oublié également mon espoir ; ma belle amie « Quadri Amira » ainsi que sa Famille

A mon binôme Mlle ((Guergour Kawther))

A mes collègues et camarades de promotion 2020-2021

A toutes les personnes qui ont pu apporter une aide pour accomplir ce travail

Belkis

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé anglais

résumé arabe

résumé français

Introduction 01

Synthèse bibliographique

Généralités sur le yaourt 02

1. Définition et réglementation 02

2. Classification du yaourt 03

3. Les bactéries caractéristiques du yaourt 04

4. Procédés de fabrication du yaourt 05

4.1. Réception du lait 06

4.2. Standardisation 06

4.3. Homogénéisation 07

4.4. Traitement thermique 07

4.5. Fermentation lactique 07

4.6. Conditionnement et stockage 07

5. Yaourt et nutrition 08

5.1. Amélioration de l'absorption du lactose 09

5.2. Activité antimicrobienne 09

5.3. Stimulation du système immunitaire 09

5.4. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive 10

5.5. Action anticholesterolemiant 10

5.6. Amélioration de la digestibilité des protéines 10

5.7. Amélioration de la digestibilité des matières grasses 10

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

6.1. La flore totale aérobie mésophile	10
6.2. Les coliformes totaux et fécaux	11
6.3. <i>Escherichia. Coli</i>	11
6.4. <i>Salmonella</i>	11
6.5. <i>Staphylococcus aureus</i>	11
6.6. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	12
6.7. Les levures et moisissures	12
7. Défauts et altérations du yaourt	12
8. Contrôle microbiologique	14
9. Intérêt de la recherche des micro-organismes	15

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1. Matériel	16
2. Méthode	17
2.1. Analyses microbiologique	17
2.2. Etape préliminaire	17
2.3. Réalisation des dilutions	18
2.4. Dénombrement de la Flore Mésophile Totale	18
2.5. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	18
2.6. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	19
2.7. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	19

Résultat et discussion

1. Résultat	21
1.1. Résultats du démembrement de la flore	21
2. Discussion	23
2.1. Flore mésophile aérobie totale (FMAT)	23
2.2. <i>Staphylococcus aureus</i> (STAPH)	24
2.3. Levures et moisissures (L.M)	25
2.4. Coliformes totaux et fécaux (CT et CF)	26

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

CF : Coliformes Fécaux

CT : Coliformes totaux

D° : Degré Dornic

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale

FIL : Fédération internationale laitière

ISO : International Standard Organisation.

JORA : Journal Officiel République Algérienne

L.M : Levures et moisissure

PCA : Plant Count Agar

PH : Potentiel Hydrogène

STAPH : Staphylococcus aureus

UFC : Unité Formant Colonie

VRBL : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Liste des figures

Figure 1 : les bactéries lactiques.	05
Figure 2 : diagramme simplifié de la production du yaourt.	06
Figure 3 : étiquetage des boîtes de pétri (photo personnelle).	17
Figure 4 : stérilisation du matériel (photo personnelle).	18
Figure 5 : ensemencement en masse de gélose VRBL et PCA (photo personnelle).	19
Figure 6 : l'incubation (photo personnelle).	20
Figure 7 : La flore mésophile totale (photo personnelle).	21
Figure 8 : Les staphylococcus aureus (photo personnelle).	21
Figure 9 : Levures et moisissures (photo personnelle).	22
Figure 10 : Variation de la FMAT par échantillon.	23
Figure 11 : Variation des STAPH par échantillon.	24
Figure 12 : Variation des L.M par échantillon.	25

Liste des tableaux

Tableau 1 : principaux défauts de goût (A), de texture (B) et d'apparence (C) rencontrés dans la fabrication des yaourts	12
Tableau 2 : critère microbiologique du yaourt (J.O.R.A N 35 Mai 1998).	15
Tableau 3 : Représentatif des flores pathogènes utilisés et recherchés.	16
Tableau 4 : Résultats statistiques moyens du démembrement de la flore en UFC/g des yaourts nature et fruités des deux différentes marques (Soummam et Danone).	22
Tableau 5 : Synthèse d'auteurs pour les FMAT.	23
Tableau 6 : Synthèse d'auteurs pour les Staphylococcus aureus.	24
Tableau 7 : Synthèse d'auteurs pour les coliformes totaux et fécaux.	26

Abstract

Yoghurt is the best-known fermented dairy product, the most locally and industrially manufactured and among the most consumed in Algeria. Although yoghurt manufacturing is widespread, producers often face practical difficulties in knowing how to produce yogurt with good microbiological, physicochemical and organoleptic qualities.

Thus microbiological analyzes were carried out on 8 samples of plain and fruity yoghurt of two different brands SOUMMAM and DANONE which are produced locally and collected in the market of the wilaya of GUELMA. The analyzes gave the following results. Satisfactory total mesophilic flora according to the (**JORA, 1998**), as well as total and fecal coliforms which showed a total absence, and an unsatisfactory count for staphylococcus aureus and yeasts and molds which exceeded the standards.

Keywords: Yoghurt, FMAT, CT, CF, STAPH, L.M .

ملخص

الزبادي هو أشهر منتجات الألبان المخمرة ، والأكثر تصنيعًا محليًا وصناعيًا ، والأكثر استهلاكًا في الجزائر. على الرغم من أن تصنيع الزبادي منتشر على نطاق واسع ، إلا أن المنتجين يواجهون غالبًا صعوبات عملية في معرفة كيفية إنتاج الزبادي بصفات جيدة الميكروبيولوجية ؛ فيزيائية وكيميائية وحسية.

وهكذا تم إجراء التحليلات الميكروبيولوجية على 8 عينات من الزبادي السادة والفواكه لعلامتين تجاريتين مختلفتين ودانون والتي يتم إنتاجها محليًا وتجميعها في صومام سوق قالمة. أعطت التحليلات النتائج التالية. نباتات ميسوفيليك الكلية مرضية وفقًا لـ (جورا ، 1998) وكذلك القولونيات الكلية والبرازية التي أظهرت غيابًا تامًا ، وعددًا غير مرضٍ للمكورات العنقودية الذهبية والخمائر والقوالب التي تجاوزت المعايير.

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 microbiologique, physico-chimique et organoleptique.

Ainsi des analyses microbiologiques ont été effectuées sur 8 échantillons de yaourt naturels et fruités 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 les staphylococcus aureus et les levures et moisissures qui ont dépassé les normes.

Mots cle : Yaourt, FMAT, CT, CF, STAPH, L.M.

Introduction

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 lait fermenté issu de l'action de deux bactéries lactiques

Lactobacillus delbrueckii sub sp bulgaricus et *Streptococcus thermophilus*. Il 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 (**Bottazzi, 1973**).

En Algérie, le yaourt est fabriqué partiellement ou entièrement à base de lait en poudre (lait recombinaé), de point de vue consistance du produit, on distingue des yaourts brassés plus ou moins fluide, yaourt ferme (formation du gel des protéines sous l'action d'acidité) et à un degré moins des yaourts fluide (mousse) à boire.

La production , à l'échelle industrielle du yaourt et sa conservation au froid, durant sa mise en vente, pose le problème de viabilité des ferments lactiques, des modifications touchant le pH, la concentration d'acide lactique, la rhéologie du produit, et par conséquent des modifications des caractéristiques gustatives (**Irkin et Eren,2008**), ce qui conduit à des défauts d'ordre organoleptique et hygiénique du produit par modification des nombres des flores lactiques viables finales (**Abdelmalek et al.,2009**) et la détérioration de la qualité hygiénique du produit (**Saint-Eve et al., 2008**).

Le produit fini doit donc répondre, d'une part, à des critères de pureté et de stabilité bien précis conformément aux normes requises par l'entreprise pour protéger le consommateur et d'autre part, répondre aux exigences demandées par ce dernier (**Delacharlerie et al., 2009**)

Dans ce contexte, se situe le but de notre étude, ou nous avons fixé, comme objectif préalable, l'exploration de la qualité microbiologique par recherche des flores et espèces contaminantes (Levures et moisissures, flores mésophiles aérobie totale, coliformes totaux et fecaux, *Staphylococcus*) pour six échantillons du yaourt, collectés du marché local dans la wilaya de GUELMA.

Le présent mémoire est reparti en deux chapitres, dont le premier est relatif à une synthèse bibliographique, alors que le second est consacré à la partie expérimentale.

Définition du yaourt et réglementation

D'après le *Codex Alimentarius*, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* sous espèce *bulgaricus* (*Lb. bulgaricus*) et de *Streptococcus salivarius*, sous espèce *thermophilus* (*S. thermophilus*) à partir du lait frais ainsi que de lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichis en extrait sec) avec ou sans addition de substances (lait en poudre, poudre de lait écrémé, les protéines lactosériques concentrées ou non, la caséine alimentaire...etc. Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants (à raison d'au moins 10⁷ bactéries/g). La quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,8 g/100 g lors de la vente au consommateur (Mahaut et al, 2000).

Les critères pris en compte par le *Codex Alimentarius* et la FIL (la Fédération Internationale laitière) dans la réglementation du yaourt sont les suivants (Luquet et Carrieu, 2005).

- **Dénomination du produit** : elle varie selon les langues, mais les termes les plus utilisés sont « yoghurt », « yoghurt » ou « yaourt ».
- **Types de produit** : ils sont définis souvent en fonction de leur teneur en matière grasse ou de l'adjonction éventuelle d'ingrédients (yoghourt partiellement écrémé ou maigre, yoghurt écrémé, le yoghurt sucré et le yoghurt nature).
- **Le type de ferment utilisé** : selon la FIL, et de nombreux pays, la dénomination « yaourt » nécessite l'utilisation obligatoire et exclusive des deux ferments caractéristiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*.
- **La quantité de ferment contenue dans le produit fini** : la FIL fixe la quantité de ferments vivants, égale à 10⁷ bactéries par gramme rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation.
- **La viabilité de la flore lactique** : flore viable pendant toute la durée de vie.
- **Ingrédients laitiers** : lait pasteurisé, congelé, écrémé, concentré, en poudre, crème et caséines ...etc.
- **Ingrédients non laitiers** : une multitude d'ingrédients peut être incorporée dans le yaourt. Il peut s'agir par exemple de fruits sous différentes formes (purée, jus, pulpe, sirop...etc.), de

céréales, de légumes ou de sucre. La quantité d'ingrédients non laitiers est fixée par le Codex Alimentarius, la FIL et la plupart des pays à moins de 30% en poids du produit fini.

- **pH** : La FIL préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 15%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6.

- **Taux de matière grasse** : Il doit être minimum, inférieur à 3%(m/m) dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés.

- **Teneur en protéines** : elle est égale à 2,8% dans le produit fini.

En fonction de la technologie de fabrication, les yaourts sont divisés en deux groupes (**Luquet et Carrieu, 2005**).

- Yaourts fermes, dont la fermentation a lieu en pots. Ce sont généralement des Yaourts nature ou aromatisés.
- Yaourts brassés, dont la fermentation a lieu en cuves avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts brassés nature ou aux fruits.

Classification du yaourt

Différentes sortes de yaourt sont trouvés sur le marché selon leurs teneurs en matière grasse, leur goût ou leur texture. Selon la teneur en matière grasse on distingue les yaourts maigres (moins de 1% de matière grasse), les yaourts natures (1% de matière grasse), les yaourts au lait entier (3,5% de matière grasse).

Selon leur goût il existe les yaourts natures (sans addition) ; les yaourts sucrés ; les yaourts aux fruits, au miel, à la confiture (moins de 30% d'éléments ajoutés) et les yaourts aromatisés (aux arômes naturels ou de synthèse autorisée par la législation).

Selon la texture on note les yaourts fermes (coagulés en pot), les yaourts brassés (coagulés en cuve et brassés pendant la mise en pot), les yaourts « à boire » (texture liquide) (**Cidil, 2009**)

Les bactéries caractéristiques du yaourt

Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

Streptococcus thermophilus

St. thermophilus est un cocci Gram positif, anaérobie facultative, non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et les fromages (**DELLAGLIO et al, 1993 ; ROUSSEL et al, 1994**). C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (**DELLAGLIO et al, 1994**). Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C. Son métabolisme est du type homofermentaire (**LAMOUREUX, 2000**).

Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose) (**BERGAMAIER, 2002**).

Lactobacillus bulgaricus

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

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

Ces deux bactéries lactiques tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (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 (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites micro aérophiles (**DOLEYRES, 2003**).

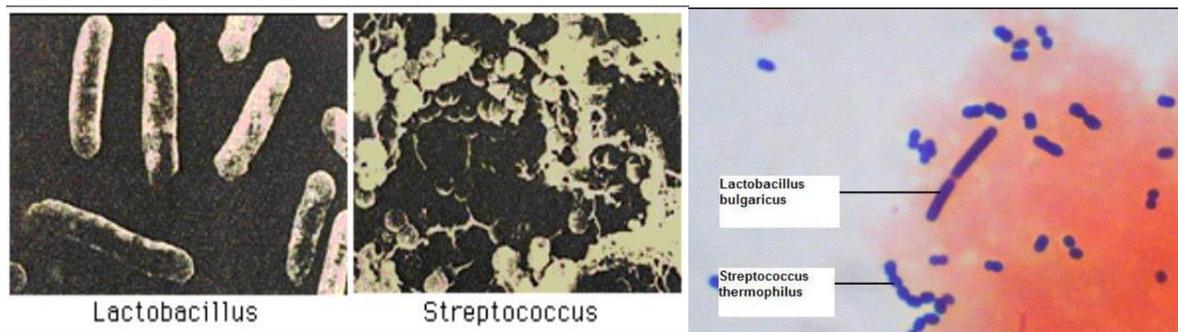


Figure n°1 : les bactéries lactiques.

Procédés de fabrication du yaourt

Les étapes de fabrication (résumées dans la figure n°2) peuvent différer selon qu'on a affaire à un yaourt « étuvé » dont la fermentation se fait après conditionnement en pots et le yaourt « brassé » dont la fermentation se fait en cuve. Le coagulum obtenu dans ce dernier cas est dilacéré et brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, puis conditionné en pots (**Litim, 1984**).

Les étapes de fabrication de yaourt sont présentées dans la figure n°2 :

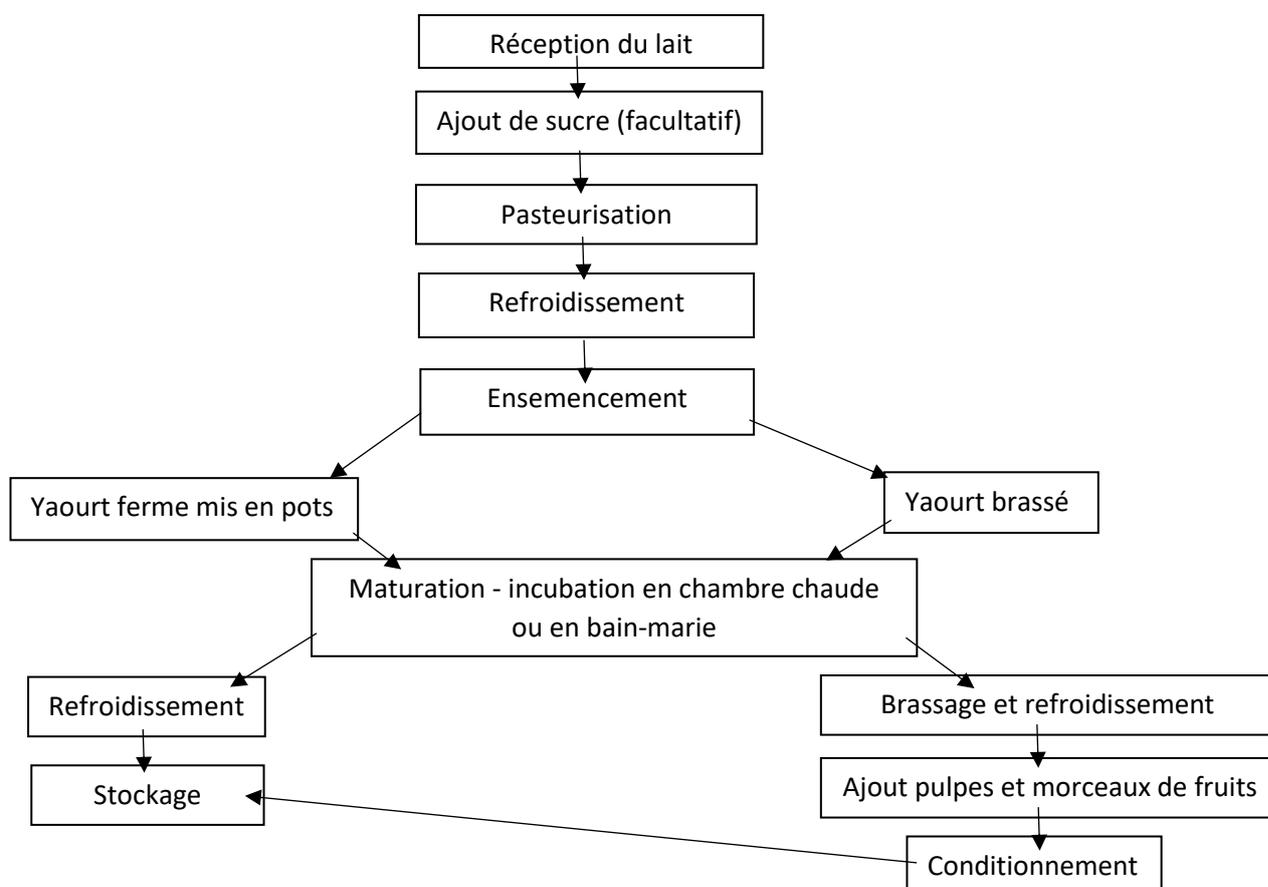


Figure n°02 : diagramme simplifié de la production du yaourt (Yildiz, 2010).

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**).

Standardisation

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

Homogénéisation

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

- **Effet sur la matière grasse** : l'homogénéisation réduit la taille des globules gras et empêche la séparation entre le gras et le reste du mélange évitant ainsi la remontée de la crème à la surface durant la fermentation.
- **Effet sur les protéines** : cette opération augmente également la viscosité du lait et par conséquent, celle du yaourt en lui conférant une meilleure stabilité des protéines et réduisant l'exsudation du sérum lors du stockage.

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**).

Traitement thermique

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

En fin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la qualité de l'eau liée **(Mahaut et al, 2000)**.

Fermentation lactique

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

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

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

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

Conditionnement et stockage

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C. A

ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (**Paci kora, 2004 ; Luquet et Carrieu, 2005 ; Romain et al, 2008**).

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

Yaourt et nutrition

Le yaourt et autres laits fermentés sont une intéressante source alimentaire par sa richesse protéique, notamment pour les personnes âgées qui ont souvent des difficultés à atteindre les apports recommandés (**Bourlioux et al., 2011**). Le yaourt permet l'absorption du lactose chez les sujets déficients en lactase. Plus récemment, le remplacement du lait par du yaourt a conduit à une amélioration significative chez des enfants souffrant de diarrhée persistante. De plus il assure un apport plus important en certaines vitamines que le lait (**Sodini et Béal, 2012**).

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait :

- Protéines : 4 à 5%.
- Lipides à un taux variable.
- Glucides : 5 à 20% selon qu'il est nature ou sucré.

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modification. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait. Selon la littérature scientifique, les effets bénéfiques sur la santé se résument comme suit :

➤ **Amélioration de l'absorption du lactose**

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase. Les ferments lactiques synthétisent la β -galactosidase capable d'hydrolyser le lactose, cette enzyme serait libéré dans l'intestin grêle et garderait une activité permettant l'hydrolyse du lactose pendant au moins deux heures (**Jeantet et al., 2008**).

➤ **Activité antimicrobienne**

Le yaourt joue un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. Son intérêt est dû aux bactéries lactiques qui produisent des substances antimicrobiennes. L'effet antimicrobien principal exercé par ces bactéries résulte de la production d'acides organiques

principalement l'acide lactique, qui conduit à la diminution du pH inhibant le développement de microorganismes pathogènes (**Jeantet *et al.*, 2008**).

En plus de l'acide lactique, les bactéries lactiques ont la capacité de synthétiser d'autres métabolites notamment le peroxyde d'hydrogène, le diacétyle et les bactériocines (**Ababsa, 2012**), elles jouent le rôle de bioconservation du produit (**Mahaut *et al.*, 2000**).

➤ **Stimulation du système immunitaire**

Le yaourt exerce via les bactéries probiotiques (lactobacilles ou bifidobactéries) un effet immunorégulateur (régulation de la fonction immunitaire), sa consommation entraîne la production d'interférons et d'immunoglobulines, ainsi que l'activation des lymphocytes B (**Jeantet *et al.*, 2008**).

➤ **Action préventive contre les cancers de la sphère digestive**

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs du cancer) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substance précancéreuses (**Jeantet *et al.*, 2008**).

➤ **Action anticholesterolemiant**

Le taux élevé de cholestérol dans le plasma est souvent associé à l'apparition de maladies cardio-vasculaires. Il a été rapporté que le taux de cholestérol sérique diminue suite à la consommation de produits laitiers fermentés, malgré un apport alimentaire important en cholestérol (**Jeantet *et al.*, 2008**).

➤ **Amélioration de la digestibilité des protéines**

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait *in vitro* avant fermentation et contient deux fois plus d'acides aminés libres : cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries lactiques (**Mahaut *et al.*, 2000**).

➤ **Amélioration de la digestibilité des matières grasses**

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acide gras dans le yaourt. De plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules gras (**Jeantet *et al.*, 2008**).

Ces différentes observations montrent que le yaourt possède des propriétés nutritionnelles et physiologiques particulièrement intéressantes.

La flore d'altération et pathogène du yaourt

La flore totale aérobie mésophile

Il s'agit de l'ensemble des microorganismes (pathogènes ou d'altération variés) capables de se multiplier en aérobie à des températures optimales de croissance comprises entre 20°C et 45°C.

Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de qualité des aliments dans le contrôle industriel. Un aliment dont la flore totale est trop élevée montrera de mauvaises conditions de conservation et sera considéré comme impropre à la consommation (**Verne-bourdais et al., 2002**)

Les coliformes totaux et fécaux

Selon la norme **ISO 4831 de juillet 1991**, le terme coliforme correspond à des microorganismes en bâtonnets, non sporulés, Gram négatif, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatives. Leur température de croissance est de 37°C.

On entend par le terme coliformes thermotolérants (coliformes fécaux), l'ensemble des coliformes fermentant le lactose avec production de gaz à 44°C. Ils sont des microorganismes indicateurs d'une pollution d'origine fécale humaine ou animale (**Joffin et Joffin, 2003**).

Escherichia. Coli

Le genre *Escherichia* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. *Salmonella* ou encore *Shigella* appartiennent également à cette famille. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéroanaérobies facultatifs qui peuvent fermenter les nitrates et qui ne possèdent pas d'oxydase (**Le Minor et al., 1990**).

Salmonella

Les *salmonella* sont des bactéries mésophiles, ayant une température optimale de croissance de 35/37°C, cependant les Salmonelles peuvent se multiplier de 5°C à 45/47°C avec une croissance nettement retardée par les températures inférieures à 10°C, elles supportent une gamme de pH allant de 4,5 à 9,0 avec un optimum de 6,5 à 7,5 (**Robinson et al.; 2000**).

Staphylococcus aureus

S. aureus est une bactérie de la division des firmicutes. C'est une bactérie à Gram-positif ayant l'apparence de petites baies, dont les colonies prennent une couleur dorée, d'où son nom (*Staphylo* : grappe, *kokkus* : baie, *aureus* : doré), se retrouve chez l'homme

principalement dans les muqueuses des voies respiratoires ainsi que sur la peau. Environ 20% des gens sont des porteurs permanents de *S. aureus*, et jusqu'à 60% des gens en sont des porteurs intermittents (**Kluytmans et al., 1997**).

***Clostridium* sulfito-réducteurs**

Ils font partis 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**).

Les levures et moisissures

Les levures sont des micro-organismes largement utilisés aux procédés de production de produits laitiers et pour la production de certains laits fermentés. Elles interviennent essentiellement par production d'éthanol. Par leurs enzymes protéolytiques et lipolytiques, elles jouent un rôle dans la formation de l'arôme. La présence de levures à la surface des yaourts sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits (**Branger, 2012**).

Les moisissures intéressent un grand nombre de produits laitiers, elles diminuent leur qualité organoleptique. Bien que très généralement sans danger du fait de l'absence de mycotoxines, les produits sur lesquels elles prolifèrent sont le plus souvent considérés comme impropres à la consommation.

Défauts et altérations du yaourt

Comme l'élaboration du yaourt fait intervenir plusieurs étapes clés où la fermentation et la formation du gel doivent être minutieusement dirigées et surveillées, il est fréquent que des altérations de goût, d'apparence et de texture (résumés dans le tableau I) apparaissent et dont certaines sont préjudiciables à la qualité finale du produit (**Luquet, 1985**).

Tableau n °01 : principaux défauts de goût (A), de texture (B) et d'apparence (C) rencontrés dans la fabrication des yaourts (**Luquet, 1985**).

(A)

Nature	Cause
--------	-------

Amertume	Trop longue conservation ; Activité protéolytique trop forte des ferments ; Contamination par des germes protéolytiques.
Goût levuré, fruité	Contamination par des moisissures ; Fruits de mauvaises qualités pour les yaourts aux fruits.
Goût plat, absence d'arôme	Mauvaise activité des levains (déséquilibre de la flore, incubation trop courte ou à trop basse température), teneur en matière sèche trop faible.
Manque d'acidité	Mauvaise activité des levains (taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à basse température, inhibiteurs dans le lait, bactériophages).
Trop d'acidité	Mauvaise conduite de la fermentation (taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou à température trop élevée ; Refroidissement pas assez poussé, trop lent ; Conservation a trop haute température.
Rancidité	Contamination par les germes lipolytiques et traitement thermique trop faible.
Goût farineux, de poudre	Poudrage trop poussé.
Goût oxydé	Mauvaise protection contre la lumière (pots en verre surtout) ; Présence de métaux (fer, cuivre)
Goût de cuit	Traitement thermique trop sévère.
Goût aigre	Mauvaise conduite des levains (contamination par une flore lactique sauvage – coliformes).
Goût gras	Teneur en matière grasse trop élevée.

(B)

Nature	Cause
Déculottage	Agitation ou vibration pendant le transport faisant suite à un refroidissement mal conduit en chambre froide (pour le yaourt ferme).
Manque de fermeté (pour le yaourt étuvé)	Ensemencement trop faible ; Mauvaise incubation (temps et ou température trop faible) ; Agitation avant complète coagulation ; Matière sèche trop faible.
Trop liquide (pour le yaourt brassé)	Brassage trop violent ; Mauvaise incubation (temps trop faible) ; Matière sèche trop faible ; Mauvais ferments (pas assez épaisissants) ; Fruits ou arômes pas assez concentrés.
Trop filant	Mauvais ferment (trop filant) ; Température d'incubation trop faible.

Texture sableuse	Chauffage du lait trop important ; Homogénéisation à température trop élevée ; Poudrage trop fort ; Mauvais brassage ; Acidification irrégulière et trop faible.
Texture granuleuse	Mauvais brassage ; Teneur en matière grasse trop élevée ; Mauvais choix des ferments.

(C)

Nature	Cause
Décantation, synérèse	Suracidification ou post acidification (mauvaise conduite de la fermentation) ; Température trop élevée pendant le stockage ; Conservation trop longue ; Refroidissement trop faible ; Agitation trop poussée et admission exagérée d'air (pour le yaourt brassé) ; Mauvaise adjonction des fruits ou des pulpes de fruits.
Production de gaz	Contamination par des levures et des coliformes.
Colonies en surface	Contamination par des levures et moisissures.
Couche de crème	Mauvaise ou absence d'homogénéisation.
Produit sur le couvercle	Mauvaise manutention.
Produit non homogène	Mauvaise agitation (dans le cas des yaourts aux fruits).

Contrôle microbiologique

Le traitement thermique appliqué sur le lait avant la fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les microorganismes sporulés, pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt n'est que de cause accidentelle, l'acidité du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour les autres germes indésirables.

Les levures et moisissures peuvent se développer dans les yaourts, ces dernières proviennent de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (**Lapret et Bourgois, 1989**).

Selon la norme nationale en 1998, N °35 parue dans le Journal Officiel, les yaourts ne doivent contenir, aucun germe pathogène (voir tableau 02)

Tableau n °01 : critère microbiologique du yaourt (J.O.R.A N 35 Mai 1998).

Microorganisme	Normes
Coliformes totaux	10/g
Coliformes fécaux	1/g
Salmonelles	Abs/g
Staphylococcus aureus	10/g
Levures	100/g
Moisissures	Abs/g

Intérêt de la recherche des micro-organismes

La recherche des micro-organismes permet d'apprécier quantitativement et qualitativement la flore de contamination d'un produit à un moment donné. Ce qui permet de juger la sécurité (germes pathogènes pour l'Homme et les animaux), la conformité aux prescriptions réglementaires ou commerciales, l'hygiène de la préparation et l'efficacité des traitements appliqués et le respect des bonnes pratiques d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication.

Matériels et méthodes

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire de Microbiologie, à la faculté des sciences de la nature, de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, relevant de l'université de Guelma- Algérie.

L'objectif de ce travail était d'évaluer la qualité microbiologique et d'estimer, puis, de dénombrements sur des milieux bactériologiques sélectifs, cela pour un effectif de six échantillons de yaourt.

1. Matériels

La réalisation de l'étude a nécessité l'usage de matériel lourd (machines, appareils) et léger verreries, réactifs et milieu de culture (**annexe I**)

Echantillonnage

Six échantillons de yaourt ont été prélevés du marché local de GUELMA, 2 boites de yaourt nature Soummam, 2 boites nature Danone, 2 boites fruitées Soummam et 2 boites fruitées Danone.

✓ La flore recherchée et les milieux utilisés sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Représentatif des flores pathogènes utilisés et recherchés.

Flores	Milieux de culture utilisé	Incubation/Lecture
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	VRBL/Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre	24-48H à 37°C
Staphylococcus aureus	Gélose Chapman au MSA	24-48H à 37°C
Levures et moisissures	Gélose Sabouraud	05 jours/ à température ambiante

2. Méthodes

2.1. Analyse microbiologique

L'objectif de l'analyse microbiologique est d'une part, la recherche ou la quantification d'un certain nombre de germes indicateurs d'un ou plusieurs problèmes lors du procédé de fabrication ou présentant un danger pour la santé humaine. D'autre part, elle permet l'évaluation de la propreté des surfaces de travail, la bonne hygiène des opérateurs ou encore la qualité de tout ingrédient entrant dans le procédé de fabrication. C'est donc l'analyse microbiologique qui permettra de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé du consommateur lors de sa mise sur le marché.

2.2. Étape préliminaire

✓ Préparation :

- Du poste de travail
- Du matériel
- Des produits

✓ Organisation de la paillasse

- Localiser la zone de manipulation
- Désinfecter et allumer le bec bunsen (Figure 4)
- Rassembler produits et matériel (boîtes de pétri, pipettes, tubes, ...)
- Référencer les boîtes de pétri, les tubes et flacons (Figure 3)

Remarque : le matériel doit être stérile.

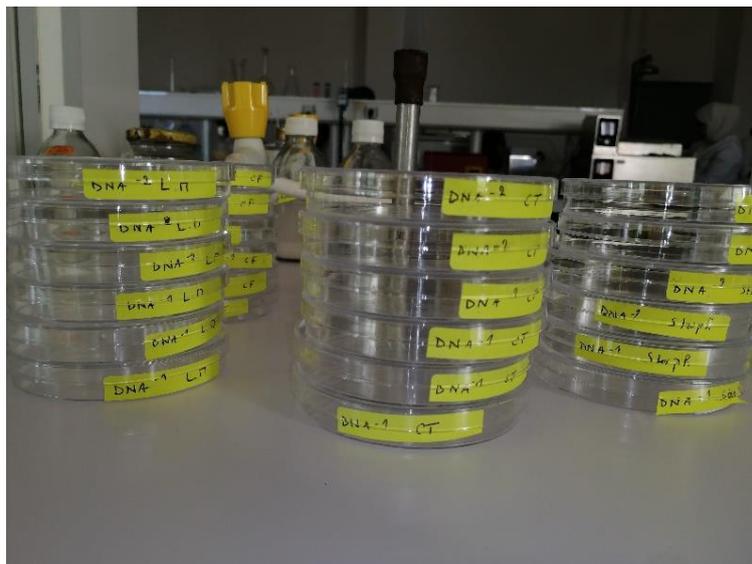


Figure 3 : étiquetage des boîtes de pétri (photo personnelle).



Figure 4 : stérilisation du matériel (photo personnelle).

2.3. Réalisation des dilutions

1 ml de chaque pot de yaourt est prélevé et introduit dans un flacon contenant 90 ml d'eau physiologique pour réaliser la solution mère, d'après cette dernière, des dilutions décimales sont réalisées allant de 10^{-1} à 10^{-2} , 1 ml de chaque dilution est prélevé et distribué dans les boîtes de pétri stérile pour effectuer les analyses microbiologiques.

2.4. Dénombrement de la Flore Mésophile Totale

La gélose PCA préalablement fondue et refroidie à 45°C a été coulée dans les boîtes de pétri. Après homogénéisation et solidification de la gélose, les boîtes sont incubées à 37°C jusqu'à 3 jours (**ISO 4833**).

2.5. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

La gélose VRBL a étéensemencée en masse dans les mêmes conditions précédentes (Figure 5). L'incubation a été faite pendant 24-48h à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux (**ISO 4832**) (Figure 6).



Figure 5 : ensemencement en masse de gélose VRBL et PCA (photo personnelle).

Les coliformes totaux et fécaux se présentent sous forme de colonies de couleur violacées.

2.6. Recherche des *Staphylococcus aureus*

La gélose Chapman est ensemencée en masse comme citée précédemment. Après solidification de la gélose, les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24/48h (**ISO 6888-1**).

Staphylococcus aureus donne des colonies noires entourées d'un halo clair.

2.7. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

La gélose Sabouraud est ensemencée dans les mêmes conditions citées ci-dessus et incubée à 25°C (température ambiante) pendant 5 jours (**ISO 7954**).

La présence de levures est indiquée par la formation de colonies ovoïdes, lisses de couleur blanchâtre, tandis que les moisissures se présentent sous forme de grandes colonies caractéristiques de couleur variable.



Figure 6 : l'incubation (photo personnelle).

Résultat et discussion

1. Résultats des recherches microbiologiques

1.1. Résultats du démembrement de la flore

Pour l'ensemble des 08 échantillons étudiés, les résultats moyens des données quantitatives du démembrement (Tableau 4) montrent des valeurs moyennes (FMAT, CT, CF, STAPH, L.M), pas très loin des normes standards du yaourt comme le stipule la réglementation algérienne (JORA, 1998). FMAT de $2,85.10^3$ à $2,5.10^4$ UFC/g (Figure 7), quelques boîtes de recherche de STAPH trouvés positives de valeurs moyennes de 5 à 2.10^2 UFC/g (Figure 8) et quelques-unes positives en L.M de valeurs moyennes de 0 à 3.10^2 UFC/g (Figure 9), et une absence totale de CT et CF.



Figure 7 : La flore mésophile totale (photo personnelle).

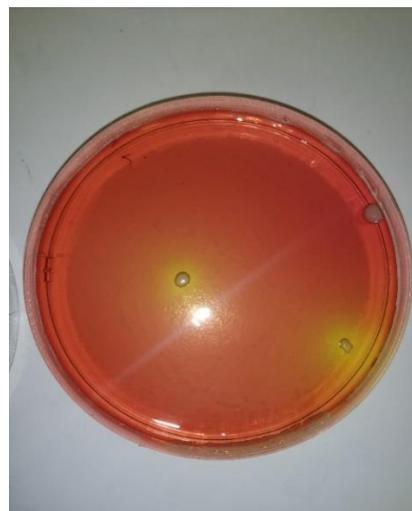


Figure 8 : Les staphylococcus aureus (photo personnelle).

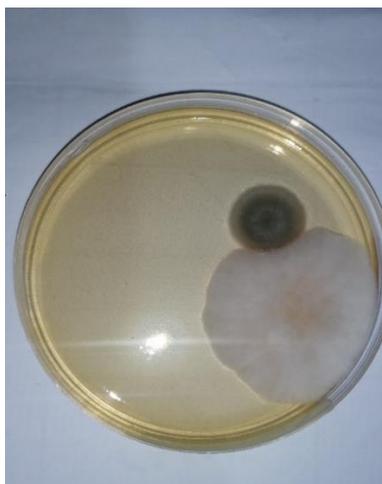


Figure 9 : Levures et moisissures (photo personnelle).

Tableau 4 : Résultats statistiques moyens du démembrement de la flore en UFC/g des yaourts nature et fruités des deux différentes marques (Soummam et Danone).

	FMAT (UFC/g)	CT (UFC/g)	CF (UFC/g)	STAPH (UFC/g)	L.M (UFC/g)
Danone nature (DN)	$2,85.10^3$	0	0	10^2	3.10^2
Danone fruité (DF)	$2,5.10^4$	0	0	10^2	$1,5.10^2$
Soummam nature (SN)	$1,82.10^4$	0	0	$0,5.10^2$	$1,5.10^2$
Soummam fruité (SF)	$1,65.10^4$	0	0	2.10^3	0

En comparant les moyennes par marque (Soummam et Danone) nous constatons qu'ils existent de différences peu significatives et en quelques bactéries seulement. La charge microbienne (FMAT) du yaourt nature Soummam est plus élevée que celle du yaourt nature Danone contrairement au yaourt fruité Soummam qui sa charge microbienne (FMAT) est moins élevée que celle du fruité Danone, une absence totale des (CT) et (CF) dans les échantillons des deux marques, la charge microbienne (STAPH) du yaourt nature Soummam est inférieure à celle du yaourt nature Danone contrairement aux yaourts fruités, quant aux (L.M), leurs charge

microbienne est négative dans le yaourt fruité Soummam et supérieure dans l'échantillons de la marque Danone nature.

2. Discussion

2.1. Flore mésophile aérobie totale (FMAT)

Nos résultats (**Figure 9**) en FMAT ne dépassent pas la norme fixée par le **JORA, (1998)**. Nos résultats sont comparés à ceux rapportés en Algérie, et en Madagascar (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Synthèse d'auteurs pour les FMAT.

Pays	Auteurs	FMAT (UFC/g)
Algérie	Madouni et Maibeche, 2016	$1,64.10^8$
Madagascar	Faiza	$8,1.10^4$

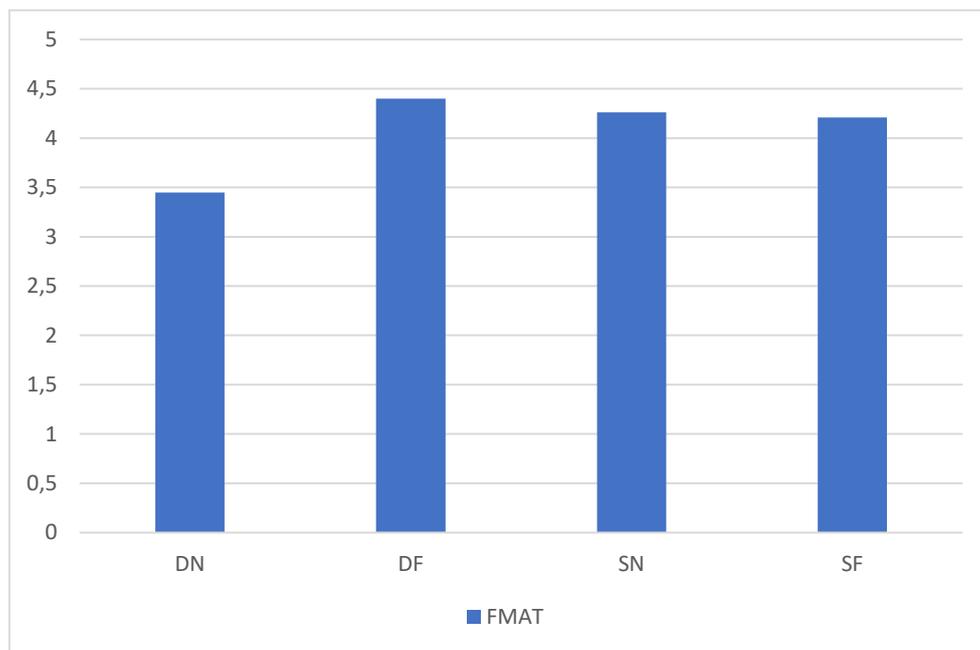


Figure 10 : Variation de la FMAT par échantillon.

L'abondance de la flore aérobie mésophile totale dans tous les échantillons de laits fermentés analysés pourrait s'expliquer dans la plupart des cas par l'insalubrité de l'environnement de fabrication du produit et ustensiles utilisés ; le non-respect des règles d'hygiène pendant la transformation de la matière première en produit. Pour les laits fermentés non conditionnés, les coups de vent, la poussière et les mouches qui se déposent sur la louche servant de mesure

pendant la vente pourraient également être des sources de contamination. **Millogo et al, (2018)** ont pu démontrer que les récipients utilisés au cours de la fabrication du yaourt peuvent être à l'origine de la contamination du produit final.

Dans notre cas, les charges en FMAT qui sont apparues sont jugés satisfaisants et dans les normes par rapport au **JORA, (1998)** et qui sont donc attribuées aux ferments lactiques qui sont ajoutés pour la maturation du yaourt.

2.2. *Staphylococcus aureus* (STAPH)

Dans nos résultats (**Figure 10**), la présence des STAPH est élevée par rapport aux résultats obtenus en Algérie et dans d'autres pays et par rapport aux normes fixées par le **JORA, (1998)**, (**Tableau 6**)

Tableau 6 : Synthèse d'auteurs pour les *Staphylococcus aureus*.

Pays	Auteurs	STAPH (UFC/g)
Algérie	Madouni et Maibeche, 2016	Abs
Madagascar	Faiza	$1,1.10^1$
Congo (Lubumbashi)	Kasmba et al., 2019	Abs

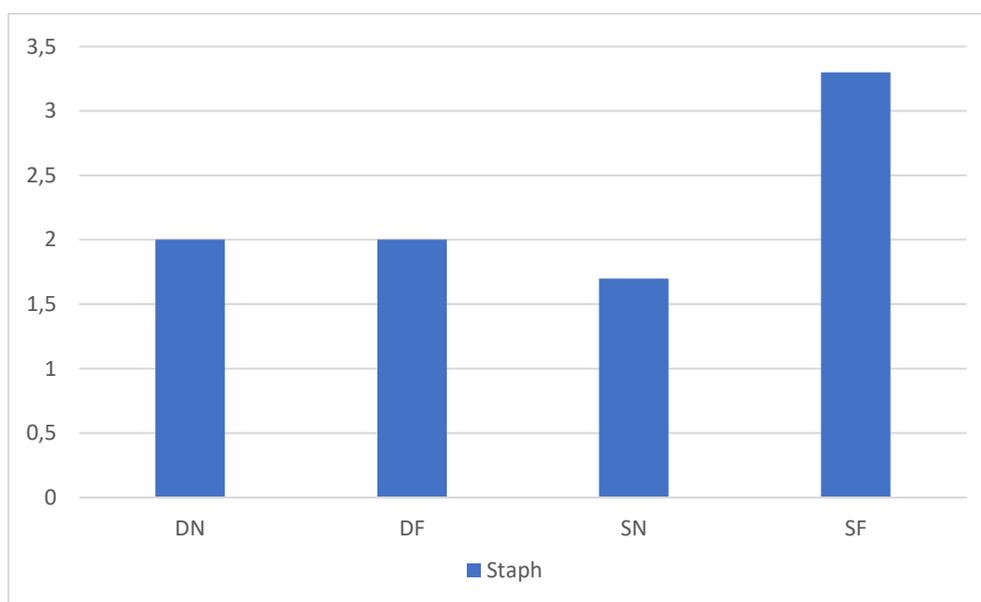


Figure 11 : Variation des STAPH par échantillon

La présence des staphylococcus aureus dans le yaourt peut indiquer soit :

- ✓ L'utilisation d'une matière première de mauvaise qualité hygiénique.
- ✓ Des conditions de fabrication non respectées.
- ✓ Normes d'opérations de transformations et conservations négligées.
- ✓ Manque d'efficacité du traitement thermique.
- ✓ Négligence du personnage au sein du lieu de fabrication (contact direct de la peau avec le produit au cours de la fabrication)

2.3. Levures et moisissures (L.M)

D'après nos résultats, on remarque l'abondance des levures et moisissures dans le yaourt Danone (**Figure 11**), ainsi des résultats pour le yaourt (DN, DF, SN) non satisfaisants par rapport aux **JORA, (1998)**.

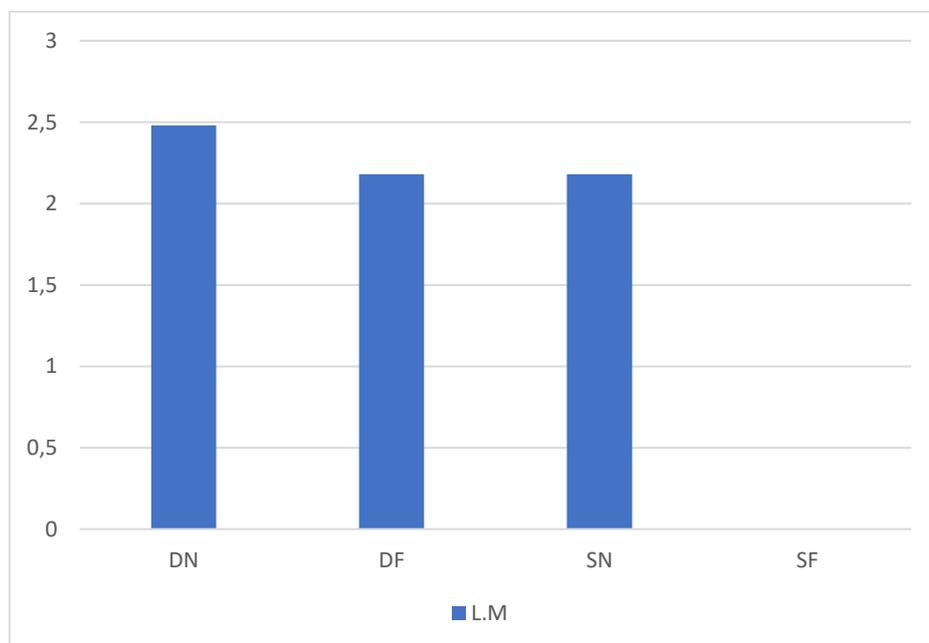


Figure 12 : Variation des L.M par échantillon.

La présence des levures et des moisissures dans la plupart des échantillons serait due soit à de mauvaises conditions de stockage et de conservation, soit à une pasteurisation incomplète car ces microorganismes sont thermosensibles. Le fait de retrouver des levures dans les laits fermentés a été confirmé par **Coulibaly et al, (2014)** sur les yaourts vendus en Côte d'Ivoire. Selon **Dieng, (2002)**, les levures et les moisissures ont un pH optimal situé entre 4,5 et 6,5 donc elles peuvent parfaitement se développer dans les laits fermentés et y entraîner diverses

altérations du produit. Il faut aussi noter que ces microorganismes ne sont pas gênés par l'acidité et se développent donc très facilement dans les laits fermentés.

2.4. Coliformes totaux et fécaux (CT et CF)

Nos résultats indiquent une absence totale de coliformes totaux et fécaux, ce qui est en accord avec les résultats obtenus en Algérie et dans d'autres pays (**Tableau 7**) et ce qui est satisfaisant par rapport aux **JORA, (1998)**.

Tableau 7 : Synthèse d'auteurs pour les coliformes totaux et fécaux.

Pays	Auteurs	Coliformes totaux (UFC/g)	Coliformes fécaux (UFC/g)
Algérie	Madouni et Maibeche, 2016	Abs	Abs
Madagascar	Faiza	<10	Abs
Congo	Kasamba et al., 2019	Abs	Abs
Burkina Faso	Kiemptore, 2013	Abs	Abs

La présence des coliformes totaux traduirait une défaillance hygiénique : soit au cours de la fabrication du produit, ce qui serait le cas pour les produits conditionnés ; soit pendant l'exposition du produit aux intempéries atmosphériques. Les différentes sources de contamination peuvent être : l'environnement, le personnel, les matières premières, le matériel, les techniques ou le procédé de fabrication puisque les producteurs fabriquent leurs produits dans des conditions hygiéniques douteuses. La présence des coliformes fécaux dans certains échantillons s'expliquerait par une contamination exogène d'origine fécale. Ils sont témoins d'une hygiène défectueuse pendant ou après la transformation (**Conte, 2008**). La mauvaise hygiène des mains, l'environnement de fabrication, l'apport de ferment après la pasteurisation, le matériel défectueux ou contaminé constituent des sources probables de contamination (**Dieng, 2001**). La différence en nombre de coliformes fécaux entre les échantillons s'expliquerait par le fait que certains fabricants s'efforcent à respecter les règles d'hygiène et d'autres, par contre, ne les respectent pas. En plus, certaines souches de coliformes peuvent induire des infections intestinales.

Conclusion

La production de laits fermentés (yaourts) représente une technologie complexe, qui fait intervenir différents facteurs : en premier lieu, des facteurs biologiques, associés à la mise en œuvre d'une matière première d'origine vivante : le lait, et à sa transformation par des micro-organismes, les bactéries lactiques ; en second lieu, des facteurs d'ordre technologique, liés à la mise en œuvre de différentes opérations unitaires. Cette complexité permet des combinaisons très diverses, ce qui aboutit à l'élaboration de produits très variés.

Les contraintes de la qualité, à la fois physico-chimiques, hygiénique, organoleptique et nutritionnelles, doivent, en outre, impérativement être prises en compte.

Notre étude portée sur 08 échantillons de yaourt industriel nature et fruité ont montré une bonne conformité aux normes nationales en flore mésophiles totales et coliformes totaux et fécaux seulement contrairement au staphylococcus et levures et moisissures qui dépassé les normes.

Références bibliographiques

- **Abdelmalek A., Bey F., Gheziel Y., Krantar K., AitAbdeslam A., Meribai A., Medouakh L and Bensoltane A., 2009.** Viability and resistance to acidity of *Bifidobacterium* sp in Algerian's Bio-yoghurts. *Egypt.Jo.ofAppl. Sci*, 24 (2A), p 193-201.
- **Amellal-Chibane H., 2008.** Aptitudes 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, 164 p.
- **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.
- **Bottazzi V, Battistotti B et Montescani G., 1973.** Influence des souches seules et associées de *L. bulgaricus* et *St. thermophilus* ainsi que des traitements du lait sur la production d'aldéhyde acétique dans le yaourt. *Le Lait*, p 53, p 295-308.
- **Branger A., 2012.** Fabrication de produits alimentaires par fermentation : l'ingénierie,
- **Brisalois A., Lafarge V., Brouillard A., de Buyer M.L., Colette C., Garin-Bastuji, Thorel M.F.,** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. [En ligne]. Accès internet <http://www.oie.int/doc/ged/D9153.pdf> (consultée le 12 août 2012).
- **Conte S, 2008.** Evolution des caractéristiques organoleptiques physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. Thèse de Doctorat, Université de Dakar, Dakar, p 26.
- **Delacharlerie S., de Biourge S., Chéné C., Sindic M et Deroanne C., 2009.** HACCP organoleptique : Guide pratique. Edition : Presses Agronomiques de Gembloux, p 172.
- **Dellaglio F., Derossart H., Torriani S., Curk M. et Janssens D., 1994.** Caractérisation générale des bactéries lactiques. Tec&Doc (Eds), Loriga, 1, 25-116 p.
- **Dieng M, 2001.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarois. Thèse de Médecine vétérinaire, Université de Dakar, Dakar, p 10.
- **Doleyres Y., 2003.** Production en conteneur du ferment lactique probiotique par la technologie des cellules immobilisées. Thèse Doctorat. Université de Laval. Québec. P 167.
- **Enkelejda P., 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la saveur. Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique paris grignon, 205 p.
- **Faiza mohamed.** Evaluation de la qualité microbiologique et détermination de la date limite de consommation du yaourt à l'ananas, université d'Antananarivo, p 22.
- **Ghiardia B., 1994.** Régime juridique du contrôle de la qualité des denrées alimentaires, puissance publique et procédures, édition Food and agriculture, organisation Rome, 144 p.

- **Irkin R & Eren U.V., 2008.** A research about viable *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* numbers in the market yoghurts. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 3 (1) : p 25- 28.
- **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.
- **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, p 7.
- **Joffin C et Joffin JN., 2003.** Microbiologie alimentaire, Edition : Canopé - CRDP, Bordeaux, France (5ème édition), p 213.
- **Kasamba I.E, Ekwalanga B.M, Inunga N.J, Kalenga M.K et Malangu M.E, 2019.** Perception et qualité physicochimique et microbiologique du yaourt probiotique fabriqué et commercialisé à Lubumbashi, université de Lubumbashi, 9(1) : 85-91
- **Kiemptore I.H.A, 2013.** Evolution de la qualité d'un yaourt industriel produit localement et commercialisé sur le marché de Ouagadougou (Burkina Faso), mémoire de master, université de cheikh enta diop de dakar (E.I.S.M.V.), p 32.
- **Lamontagne M., 2002.** Produits laitiers fermentés. In Science et technologie du lait : Transformation du lait. Chapitre 8. Vignola C.I, Ed Presses internationales. Polytechnique, P : 93-139. 557 p.
- **Lamoureux L., 2000.** Exploitation de l'activité β - galactosidase de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Mémoire de maîtrise, Université de Laval, Canada.
- **Lapret et Bourgois, 1989.** Lait de consommation In Luquet F.M, Lait et produits laitiers vaches, brebis, chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris 637 p.
- **Loones A., 1994.** Lait fermentés par les bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. Vol2 De Roissart, H et Luquet, F.M(Ed), Lorica, Uriage, 135-154 p
- **Luquet F.M. et Carrieu G., 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc. Paris, 307 p.
- **Luquet, 1985.** Lait et produits laitiers : transformation et technologie. Ed. Techniques et Documentation Lavoisier, 633 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 et Doc, Lavoisier, Paris.

- **Marty-Teyssset C. De La Torre F. and Garel J-R., 2000.** Increased production of hydrogen peroxide by lactobacillus delbruekii ssp bulgaricus upon aeration: involvement. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(1), p 262-267.
- **Miller G., 1995.** Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires, analyses des résidus des pesticides dans le laboratoire de contrôle de la qualité des aliments, Ed Food and agriculture, 183 p.
- **Millogo V, Sissao M, Ouédraogo G.A, 2018.** Qualité nutritionnelle et bactériologique des échantillons de quelques produits laitiers locaux de la chaîne de production au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12(1): 244-252, DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.19>.
- **Paci kora E., 2004.** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brasse aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception et de la texture et de la saveur. Thèse de doctorat présentée à l'Institut National Agronomique. Paris. Grignon, 205 p.
- **Pernoud S., Schneid C., Breton S., 2005.** Application des bactéries lactiques dans les produits frais et effet probiotiques. In bactéries lactiques et probiotiques Coord Luquet F.M., Corrieug., Ed Tec et Doc, p : 235-260, 306 p.
- **Robinson R.K., Batt C. A., Patel P. D., 2000.** Encyclopedia of Food Microbiology.
- **Romain J., Thomas C., Michaut M., Pierre S., Gérard B. 2008.** Les produits laitiers, 2eme édition : 24-32 p.
- **Roussel Y., Pebay M., Guedon G., Simonet J.P. and Decariss B., 1994.** Physical and genetic map of streptococcus thermophilus A054. *Journal of Bacteriology*, 176 (24), p 7413- 7422.
- **Saint-Eve A, Lévy C, Le Moigne M, Ducruet V & Souchon I., 2008.** Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials *Food Chemistry*, p 110, p 285– 293.
- **Sodini I. et Beal C., 2012.** Fabrication des yaourts et laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur (F 6315). Paris- France, 16 p.
- **Technique de l'ingénieur, Paris, France, p 17.**
- **Verne-bourdaïs E., Bonnefoy C., Guillet F et Leyral G., 2002.** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires.
- **Vignola C.L., 2002.** Science et technologie du lait, Fondation de technologie laitière du Québec, Presses inter Polytechnique, p 600.

Annexe

Annexe I

➤ Matériel lourd

- Autoclave
- Etuve
- Bain marie
- Vortex
- Agitateur magnétique
- Plaque chauffante
- Bec bunsen
- Balance électrique

➤ Matériel léger et accessoires

✓ Accessoires

- Boîtes de Pétri
- Cuillère
- Micropipette
- Etiquettes
- Scotch
- Tubes

✓ Verreries

- Flacons
- Béchers
- Eprouvette graduées
- Erlenmeyers
- Fioles Jaugé
- Flacons
- Pipettes graduées
- Pipettes pasteurs
- Tubes à essai
- Micropipettes

Annexe II

Composition des milieux de culture

➤ Gélose VRBL

- Peptone pepsique de viande	7,0 g/l
- Extrait de levure	3,0 g/l
- Lactose	10,0 g/l
- Sels biliaries.....	1,5 g/l
- Chlorure de sodium	5,0 g/l
- Rouge neutre	30,0 mg/l
- Cristal violet	2,0 mg/l
- Agar agar bactériologique.....	12,0 g/l

Ne pas autoclaver.

Le pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,4 \pm 0,2$

➤ Gélose Sabouraud

- Peptone persique de viande	10,0 g/l
- Glucose.....	20,0 g/l
- Chloramphénicol	0,5 g/l
- Agar agar bactériologique.....	15,0 g/l

Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

Le pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $5,7 \pm 0,2$

➤ Gélose PCA

- Tryptone.....	5,0 g/l
- Extrait de levure.....	2,5 g/l

- Glucose.....1,0 g/l
- Agar agar bactériologique.....12,0 g/l

Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

Le pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$

➤ **Gélose CHAPMAN**

- Peptone.....10 g/l
- Extrait de bœuf.....1 g/l
- Chlorure de sodium.....75 g/l
- D-mannitol.....10 g/l
- Rouge de phénol.....25 mg/l
- Agar.....15 g/l

Ajuster le pH à $7,4 \pm 0,2$ à 25°C (après autoclavage).