



664THV-2

République Algérienne Démocratie et Progrès
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université SAAD DAHLAB, Blida
Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques
Département de science vétérinaire



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
Docteur vétérinaire

THEME

*Analyse microbiologique d'un yaourt
aromatisé produit par la laiterie de Tréfle*

Présenté par :

- ❖ M^{lle} Mohamed belkebir Amina
- ❖ M^r. Medjber Nassim

Devant le jury :

M ^{me} DJELLATA N	Maître assistante B	USDB	Présidente
M ^{me} ABDELLAOUI L	Maître assistante B	USDB	Examinatrice
M ^{lle} TARZAALI Dalila	Maître assistante B	USDB	Promotrice

Promotion 2012/2013

REMERCIEMENTS

Avant tous, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté d'accomplir ce modeste travail.

Nos vifs remerciements vont en premier lieu à notre promotrice **M^{elle} TARZAALI Dalila**, Maitre assistante B à l'université SAAD DAHLEB de Blida qui a bien voulu accepter l'encadrement de notre travail par ses précieuses orientations et conseils. Toutes nos gratitude.

Nos sincères remerciements s'adressent également à :

M^{me} DJELLATA N Maitre assistante B du département de médecine vétérinaire de l'USDB, qui nous a fait l'honneur d'accepté la présidence de notre jury de mémoire.

M^{me} ABDELLAOUI L Maitre assistante B au département de médecine vétérinaire de l'USDB, d'avoir accepté d'examiner et d'apporter un jugement éclairé à ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos remerciements à toute l'équipe de laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie de Tréfle , pour tout le temps qu'ils nous ont consacré, leurs directives précieuses, et pour la qualité de leur suivi durant toute la période de notre stage, en particulier **M^r SADEK A**, **M^r ZEKKOUR A** et **M^{lle} RABHI K**.

Nous remercions profondément tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin au cours de ce travail.

Dédicaces

Au nom d'Allah, le très miséricordieux tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie :

À Ma grande mère pour ton soutien et pour m'avoir supporté depuis ma naissance, sans toi je n'aurais jamais arrivé à ce stade.

À ma chère mère, pour ton soutien, ton amour et ta générosité. Je voudrai te donner ici le témoignage de l'admiration et de l'amour que je te porte, tu es mon plus belle exemple de courage et de sacrifice et je suis très heureuse d'être ce que tu m'as aidé à devenir.

À mon père pour l'éducation que tu m'as donné.

À mon grand père.

À Zakaria mon chère frère toujours là pour les bons moments.

À mon oncle Djamel pour tout ce que tu m'as transmis et appris, pour avoir toujours cru en moi.

À mes chères frères : Oussama, Mohamed Raouf et Foucef Islam.

À ma tante Amel.

À toute ma famille trouvez ici tout ma reconnaissance et affection.

À tous mes amies pour tous les moments que nous avons partagés depuis tant d'années. En particulier ; Zenza et Manel, sans oublier les autres. J'espère que nous saurons entretenir cette belle amitié.

À mes camarades les vétos et ceux d'ailleurs pour ces cinq belles années.

À mon binôme Nassim pour sa patience.

À toute la promotion de médecine vétérinaire 2012/2013.

Amina

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tous puissant est achevé ce modeste travail que je dédie :

A mes très chers parents que j'aime très fort, ceux qui dès mon enfance, m'ont appris que la vie est un combat et qui ont tous déployé pour faire de moi un «homme» instruit et responsable dans la vie.

*Je les remercie de leur soutien et leur encouragement durant ces longues années d'études, et je leur souhaite une
Longue vie pleine de santé.*

A ma chère mère décédée que le bon Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A mon chère père que le Dieu le garde.

A mes frères.

A tous les membres de la famille ME DJEBER et BENMORAD

A ma future conjointe et sa famille.

A mon binôme AMINA et sa famille

A tous mes amis sans oublier personne qui ont été toujours près de moi dans les moments de peine et les moments de joie.

A mes camarades de la promotion 2012- 2013

A tous ceux que j'aime et m'aiment je dédie ce mémoire qui j'espère être à la hauteur de leur espérance à moi

Nassim

LISTE DES ABREVIATIONS

Abs : Absence.

AG : acide gras

CF : coliformes fécaux

CT : coliformes totaux

Ech : échantillon

E-coli : *Escherichia coli*

FAO : Food and Agricultural Organisation

g /litre : gramme pas litre

h : Heure

ISO : Organisation internationale de normalisation

J.O.R.A : journal officiel de la république algérienne

Kg : kilogramme

L : litre

LB : *lactobacille*

L : levures

M : moisissures

MG : Matière Grasse

Min : minute

ml : millilitre

µm : micromètre

N° : numéro

OMS : Organisation Mondiale de la santé

pH : potentiel hydrogène

S : salmonelle

SFB : Bouillon Sélénite Cystéine.

ST : staphylococcus aureus

TSE : Tryptone Sel Eau.

UV : ultra violet

UHT : ultra haute température

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

°C : Degré Celsius

°T : température

% : pourcentage

LISTE DES FIGURES

• Figure n°1 : <i>Streptococcus thermophilus</i> sous microscope électronique	15
• Figure n°2 : <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sous microscope électronique	16
• Figure n°3 : E-coli observé sous microscope électronique	21
• Figure n°4 : <i>Staphylococcus aureus</i> sous microscope électronique	21
• Figure n°5 : <i>Salmonella</i> observée sous microscope électronique	22
• Figure n°6 : observation des moisissures sous microscope électronique	22
• Figure n°7 : les levures observées sous microscope électronique	23
• Figure n°8 : un pot de yaourt brassé aromatisé	24
• Figure n°9 : prélèvement de yaourt	25
• Figure n°10 : préparation des déluitions décimales	25
• Figure n°11 : ensemencement des boîtes pétries	26
• Figure n°12 : préparation des boîtes en gélose VRBL	26
• Figure n°13 : l'incubation des boîtes dans l'étuve à 37°C	26
• Figure n°14 : présence des colonies des coliformes totaux	27
• Figure n°15 : ensemencement sur milieu Chapman	28
• Figure n°16 : présence des colonies de <i>Staphylococcus aureus</i>	28
• Figure n°17 : préparation des boîtes pétries	29
• Figure n°18 : préparation des boîtes pa La gélose OGA	29
• Figure n°19 : incubations des boîtes à 25°C	29
• Figure n°20 : présence des colonies des Levures	30
• Figure n°21 : présence des colonies moisissures	30
• Figure n°22 : isolement de 0,1ml sur milieu HEKTOENE	32
• Figure n°23 : étalement en râteau sur milieu HEKTOENE	32
• Figure n°24 : représentation graphique des résultats bactériologiques	35
• Figure n°25 : représentation graphique du classement des résultats des analyses bactériologiques selon les normes de J.O.R.A	38
• Figure n°26 : classification des échantillons selon les 3 critères	39
• Figure n°27 : la classification des échantillons selon les 3 critères	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° I : les principaux constituants des laits de diverses espèces animales (g /litre)	03
Tableau n° II : Les différents types du yaourt	10
Tableau n° III : Composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt	11
Tableau n° IV : les défauts de fabrications et leurs origines	14
Tableau n° VI (1) : les résultats globaux des analyses microbiologiques	32
Tableau n° VI (2) : les résultats globaux des analyses microbiologiques	33
Tableau n° VI (3) : les résultats globaux des analyses microbiologiques	34
Tableau n° VII : les résultats des analyses bactériologiques	34
Tableau n° VIII : critères microbiologiques des yaourts ou youghourts	36
Tableau n° IX : l'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites dans J.O.R.A N° 035/98 des yaourts ou youghourts	37
Tableaun°X : les calculs de M pour chaque germes	39
Tableaun°XI : classement des 50 échantillons selon les 3 critères	39

RESUME

Le yaourt est un produit laitier largement consommé pour ces caractères gustatifs ainsi que pour ces valeurs nutritives et thérapeutiques.

Le présent travail a été réalisé au niveau de la laiterie de Tréfle durant une période s'étalant du mois d'avril jusqu'au mois de mai 2013. Il vise l'appréciation de la qualité microbiologique de 50 échantillons de yaourt brassé aromatisé.

L'étude a montré l'absence totale des salmonelles et des coliformes fécaux, une présence de *staphylococcus aureus* à 8%, les moisissures à 22%, les levures à 8% et les coliformes totaux à 4%.

32% des yaourts analysés sont jugés être de qualité non satisfaisante, celle-ci doit être améliorée par une sensibilisation des responsables et le respect strict de l'hygiène tout au long de la chaîne de transformation jusqu'au consommateur.

Mots clés : yaourt, brassé, aromatisé, qualité microbiologique.

Abstract

The yoghurt is a dairy product largely consumed for its taste thus for its nutritive values and therapeutic

This work was carried out on the level of the dairy of Tréfle during a period which is spread out of the month of April until May 2013. It aims at assessing the microbiological quality of 50 samples of an aromatized brazed yoghurt.

The study reveals:

The complete absence of the salmonellas and the fecal coliformes, a presence of staphylococcus aureus to 8%, moulds to 22%, the yeast to 8% and otals coliformes to 4%.

32% of analyzed yoghourts are judged to be of nonsatisfactory quality, this one must be improved by a sensitizing of the persons in charge and the strict respect of hygiene throughout the chain of transformation to the consumer.

Key words: yoghurt, brazed, aromatized, microbiological quality.

الملخص

ان دراستنا جرت على مستوى ملينة ترافل على مدة تمتد بين شهر افريل و شهر ماي 2013
هدف دراستنا هو مراقبة النوعية الميكروبيولوجية ل 50 عينة من الياغورت المعطر
نتائج الدراسة توضح انعدام سالمونال و تواجد ستافيلوكوك بنسبة 8%
و تواجد الفطريات بنسبة 22% و الخمائر بنسبة 8% و كولي فورم بنسبة 4%
32% من العينات المحللة تعتبر نوعيتها الميكروبيولوجية غير كافية يجب تحسينها عن طريق احترام قواعد النظافة
الكلمات الجوهرية : ياغورت, معطر, النوعية الميكروبيولوجية

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre 1 : Le lait et les produits laitiers	2
1. Le lait et les produits laitiers	2
1.1. Le lait	2
1.1.1. Définition	2
1.1.2. Propriété physico-chimique	2
1.1.2.1. Le pH du lait	2
1.1.2.2. Point de congélation	2
1.1.2.3. Point d'ébullition	2
1.1.2.4. Densité du lait	3
1.1.3. Composition chimique et valeur nutritive de lait	3
1.1.3.1. L'eau	3
1.1.3.2. Le lactose	3
1.1.3.3. La matière grasse	4
1.1.3.4. Les protides	4
1.1.3.5. Les minéraux	4
1.1.3.6. Les enzymes	4
1.1.3.7. Les vitamines	5
1.1.4. Animaux et systèmes de production du lait	5
1.1.5. Les différents types de lait	6

1.1.5.1. Le lait cru	6
1.1.5.2. Le lait frais pasteurisé	6
1.1.5.3. Le lait stérilisé et stérilisé UHT	6
1.1.5.4. Le lait concentré	7
1.1.5.5. Le lait en poudre	7
1.2. Les produits laitiers	7
1.2.1. La crème	7
1.2.2. Le fromage	7
1.2.3. Le beurre	8
1.2.4. Le yaourt	8
Chapitre 2 : Le yaourt (yogourt)	9
2.1. Définitions	9
2.2. Historique	9
2.3. Les différents types de yogourts	9
2.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle des yaourts	10
2.5. La fabrication du yaourt	11
2.5.1. Réception, préparation et traitement du lait	11
2.5.1.1. Standardisation et l'enrichissement en matière sèche	12
2.5.1.2 Traitement thermique	12
2.5.1.3. Homogénéisation	12
2.5.2. Développement de la fermentation	13

2.5.2.1. Ensemencement	13
2.5.2.2. L'incubation	13
2.5.3. Arrêt de la fermentation	13
2.5.4. Conditionnement et stockage	13
2.6. Les problèmes de fabrication	14
2.7. Les ferments traditionnels	15
2.8. Procédé de la fermentation lactique	16
2.9. Intérêt nutritionnel et thérapeutique	16
Chapitre 3 : La qualité de yaourt	18
3.1. Généralités	18
3.2. Définition	18
3.3. Les facteurs qui influent sur la qualité	18
3.3. Composantes de la qualité	18
3.3.1. La qualité hygiénique	18
3.3.2. La qualité nutritionnelle	19
3.3.3. La qualité sensorielle ou organoleptique et psychosensorielle	19
3.3.4. La qualité technologique	19
3.3.5. La qualité d'usage	19
3.3.6. La qualité symbolique	19
3.4. La qualité et le contrôle microbiologique de yaourt	19

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériels et méthodes	23
1. MATERIEL	23
1.1. Matériel biologique	23
1.2. Matériel non biologique	23
1.3. Prélèvement du yaourt	23
2. METHODE	24
2.1. Préparations de la dilution mère et des dilutions décimales	24
2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux	24
2.3. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	26
2.4. Recherche et dénombrement de Levures et Moisissures	28
3.5. Recherche de Salmonelles	30
Résultats et discussion	32
3. Résultats	32
3.1. Résultats du dénombrement des germes	32
3.2. Classement des échantillons analysés par rapport aux normes	36
3.3. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques	38
4. DISCUSSION	41
CONCLUSION	42

INTRODUCTION

INTRODUCTION

S'il y a un aliment qui se rapproche le plus de l'idée que l'on se fait d'un aliment complet, c'est bien le lait. La richesse du lait (et des produits dérivés) en éléments nutritifs ainsi que la diversité des produits proposés font du lait et de ses dérivés des aliments largement consommés dans le monde [1].

En effet, la valeur annuelle des importations des laits et des produits laitiers en Algérie est de l'ordre de 600 millions de dollars [2].

Les produits laitiers fermentés, en particulier le yogourt, se consomment surtout pour leur arôme et non pas pour leur qualité de conservation, sauf dans certaines régions moins développées, où la conservation représente un aspect très important [3].

D'après les statistiques, un algérien sur trois consomme en moyenne un pot par jour, soit environ 33% de la population [4].

En effet le consommateur est de plus en plus exigeant, non seulement du point de vue quantité mais aussi du point de vue qualité, mais comme toutes les denrées alimentaires, le yaourt est sujet à diverses altérations microbiologiques, biochimiques, physico-chimiques et toxicologiques [5]. C'est pour cela que le contrôle microbiologique de yaourt est important pour ; garantir à la fois une bonne qualité hygiénique et une bonne qualité marchande du produit fabriqué ; surveiller la qualité des produits au cours de la fabrication et vérifier les normes et les critères de yaourt [6].

C'est dans ce cadre que nous avons jugé intéressant de réaliser ce travail dans la laiterie de Tréfle située dans la wilaya de Blida, qui vise les objectifs suivants :

- ✓ La recherche des germes contaminants dans le produit fini avant la sortie de la laiterie.
- ✓ L'évaluation de la qualité microbiologique de produit fini (le yaourt) selon la réglementation algérienne en vigueur.

***PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE***

Chapitre 1
Le lait et les produits
laitiers

1. Le lait et les produits laitiers :

1.1. Le lait :

1.1.1. Définition :

Légalement définie ; Le lait est le produit intégral de la traite totale et Ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée [7].

C'est un aliment de premier ordre. Chez tous les mammifères il assure à lui seul la couverture de tous les besoins alimentaires des nouveau-nés [6].

En réalité ; le lait est un liquide physiologique élaboré par les femelles des mammifères à partir de molécules transportées par le sang [8].

Lorsqu'il n'y a aucune précision, le terme « lait » désigne du lait de vache. Le lait provenant d'une autre femelle laitière que la vache doit être désigné par la dénomination « lait » suivi de l'espèce animale dont il provient [9].

1.1.2. Propriété physico-chimique :

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés.

1.1.2.1. Le pH du lait :

La majorité des laits ont un pH entre 6,6 et 6,8 [10]. Le colostrum est plus acide que le lait normal, tandis que le lait de fin de lactation et celui de vaches malades ont généralement un pH plus élevé, se rapprochant du pH du sang [11].

1.1.2.2. Point de congélation :

C'est l'une des constantes les plus stables du lait. Le point de congélation du lait peut varier de (-0,52 à -0,56°C) [11].

1.1.2.3. Point d'ébullition :

Le point d'ébullition du lait est de 100,5°C. Comme pour le point de congélation, il est fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration de lait et diminue avec la pression [11].

1.1.2.4. Densité du lait :

Elle est variable en fonction de l'espèce et de la température. A 20 °C, la densité des laits individuels peut prendre des valeurs entre 1,030 et 1,033. Elle avoisine 1,032 pour les laits de mélange [12]. Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour une variation de 1°C, la densité varie de 0,0002 unités [11].

1.1.3. Composition chimique et valeur nutritive de lait :

La composition des différents laits d'animaux varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'espèces identiques. [13]

Les principaux constituants des laits selon les espèces sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau I : les principaux constituants des laits de diverses espèces animales (g /litre) [14].

Constituants	Vache	Bufflonne	Chamelle	Jument	Chèvre	Brebis
Extrait sec total	128	166	136	109	134	183
Protéines	34	41	35	25	33	57
Caséine	26	35	28	14	24	46
Lactose	48	49	50	60	48	46
Matières salines	9	8	8	4	7,7	9
Matières grasses	37	68	45	20	41	71

1.1.3.1. L'eau :

Le lait de vache contient une forte proportion d'eau, 87 % environ. Elle joue le rôle de disposant des différents constituants de lait [15]. En effet ; l'eau de lait se trouve sous deux formes : l'eau libre (96% de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche [16].

1.1.3.2. Le lactose :

Le lactose, disaccharide composé de glucose et de galactose et le seul glucide libre de lait présent en quantité importante (de 45 a 50 g/litre) [13]. Au cour de la fermentation par les bactéries lactiques, Ce disaccharide est transformé en acide lactique [17]. En réalité le lactose est un « carburant » privilégié pour le cerveau et les muscles. Cependant il possède un avantage

nutritionnel supplémentaire : il optimise la bonne utilisation du calcium laitier par l'organisme, en augmentant son absorption au niveau de l'intestin. Il favorise aussi l'assimilation des protéines lactiques [18].

1.1.3.3. La matière grasse :

Les composés lipidiques représentent 99.5 % de la MG du lait (essentiellement sous forme de triglycérides) [19] ; le reste étant constitué par le cholestérol et les vitamines liposolubles. On dénombre 55 acides gras (AG) différents dans le lait. Ce sont à 65% des AG saturés, mais on trouve également des AG mono- et poly-insaturés. La matière grasse du lait a bien sûr un rôle nutritionnel par son apport énergétique, de 9 kcal/g comme tous les lipides alimentaires [20].

1.1.3.4. Les protéines :

Se présentent à 80% sous forme de **caséine**, qui est la principale protéine du lait. Elle lui donne sa couleur blanche et est importante pour la transformation du lait en produits laitiers (yaourt, fromage). 19% de **protéines solubles** (albumines, globulines), 1% autres (enzymes). Ces sont des protéines d'excellente qualité nutritionnelle, riches en acides aminés essentiels, en particulier en lysine [18].

1.1.3.5. Les minéraux :

Le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme et notamment, le calcium et le phosphore [21]. Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions) ; une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines) [22] [23].

1.1.3.6. Les enzymes :

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases et les oxygénases [24].

Ces enzymes ont un rôle très important sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait par la lyse des constituants originels du lait ; elles apportent une protection au lait par son rôle antibactérien, elles peuvent être aussi un indicateur de la qualité hygiénique de lait (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes) [25] [26].

1.1.3.7. Les vitamines :

Pratiquement elles sont groupées en deux catégories [18]:

- Les vitamines hydrosolubles (solubles dans l'eau) : Ce sont les vitamines du groupe B et la vitamine C. Le lait et les produits laitiers sont riches en vitamines du groupe B (excepté le beurre car il contient peu d'eau). Ils renferment notamment : des vitamines B1 et B2, de la vitamine B9, de la vitamine B12.
- Les vitamines liposolubles, c'est-à-dire solubles dans les graisses : La vitamine A (ou rétinol). La vitamine D, vitamine pro-calcium (ou calciférol).

1.1.4. Facteurs de variation de la composition du lait :

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs.

Les principaux facteurs de variation de la production et la composition chimique de lait sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter compte tenu de leurs interrelations.

Pour certains facteurs, comme le stade physiologique et la saison, l'éleveur n'a aucun moyen d'action, il est donc nécessaire d'en connaître les influences car elles peuvent expliquer certaines variations de la composition non seulement au niveau de l'individu, mais aussi au niveau des laits de mélange.

Contrairement à ces derniers, la maîtrise de certains facteurs tels que les facteurs génétiques et l'alimentation est très intéressante puisqu'elle peut permettre à l'éleveur d'agir sur la composition du lait et améliorer ses caractéristiques. Les facteurs génétiques et alimentaires restent donc les principaux leviers d'action : mais si la sélection génétique a un effet à moyen et long terme, l'alimentation, elle, peut agir rapidement.

En pratique et à petite échelle, on constate que les variations des taux d'une exploitation à l'autre sont principalement attribuables à des facteurs du milieu (alimentation, traite). Et que les différences génétiques entre troupeaux voisins sont en général faibles, car les éleveurs choisissent souvent les mêmes caractéristiques de production [27].

1.1.5. Les différents types de lait :

Le lait peut être consommé sous différentes formes et différentes textures. D'une façon générale on a :

1.1.5.1. Le lait cru :

Appelé aussi « le lait de ferme », ce lait n'a subi aucun traitement excepté la réfrigération mécanique immédiate après la traite à la ferme. C'est un aliment vivant, riche en facteurs qui facilitent la digestion et l'assimilation des nutriments qu'il contient, Au niveau légal, la date limite de consommation du lait cru est de 72 heures, mais un lait cru conserver bien au frais peut se garder presque une semaine [28] [29] [30].

1.1.5.2. Le lait frais pasteurisé :

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique ; « la pasteurisation » (s'est effectuée à 72°C pendant 15 à 20 secondes au maximum) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment les germes de la tuberculose et de la brucellose). Le lait pasteurisé doit être conservé au froid (4 à 6°C). Sa durée de conservation est d'environ 7 jours. Cependant, une durée de conservation moins courte peut être imposée par la réglementation de certains pays [31] [32].

1.1.5.3. Le lait stérilisé et UHT :

La stérilisation consiste à détruire, par une action thermique élevée, la totalité de la flore microbienne du lait. Ce lait présente alors une garantie totale d'hygiène et de conservation.

- Le lait stérilisé : le lait est préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé à 115°C pendant 15 à 20 minutes, puis rapidement refroidi. Il peut être consommé dans un délai de 150 jours, s'il est placé dans un local dont la température n'excède pas 15°C.
- Le lait stérilisé UHT : Le procédé dit : « d'ultra haute température » permet d'écourter le temps de chauffage : les qualités gustatives du lait sont préservées, Il s'agit de chauffer le lait en débit continu à une température d'au moins 132°C pendant quelques secondes (2,5), puis le refroidir à la température ambiante et à l'emballer aseptiquement. Il peut être conservé à 15°C pendant 90 jours [32] [33] [34].

1.1.5.4. Le lait concentré :

Lait concentré sucré ou non sucré : le lait concentré est obtenu à partir de lait pasteurisé, qui est ensuite partiellement déshydraté, homogénéisé, et stérilisé dans un conditionnement étanche. Concernant le lait concentré sucré, du sucre est ajouté, pendant ou avant l'évaporation, et n'est pas soumis à stérilisation. On obtient donc dans le premier cas une stérilisation éliminant tous les micro-organismes et dans le second cas une stabilisation du produit pasteurisé par le sucre [28].

1.1.5.5. Le lait en poudre :

Les laits déshydratés sont obtenus par élimination de l'eau du lait, ou de matières premières d'origine laitière. Ces laits sont obtenus à partir de laits préalablement pasteurisés [28] [35], la déshydratation de lait se fait dans une chambre de basse pression ou l'eau s'évapore instantanément, laissant des particules fines solides de lait en poudre [36]. Plusieurs types de produits déshydratés sont mis sur le marché les plus communs sont : les laits en poudre agglomérés, les laits en poudre instantanés, et les laits en poudre pour alimentation infantile [28].

1.2. Les produits laitiers :

Se sont les produits dérivés exclusivement du lait, des substances nécessaires peuvent être ajoutées pour leur fabrication, à condition que ces substances ne soient pas utilisées en vue de remplacer, en tout ou partie, l'un des constituants du lait.

1.2.1. La crème :

La crème est une émulsion lipides/eau, elle contient la presque totalité des lipides (au moins 30% de MG) du lait et 2,7 g de protéines pour 100 g [37].

La crème est le produit laitier fluide qui se présente sous la forme d'une émulsion du type graisse-dans-lait écrémé et qui a été obtenue en la séparant physiquement du lait [38].

1.2.2. Le fromage :

La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure obtenu à partir des matières d'origines exclusivement laitières suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière

grasse (MG), babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse [38] [39].

1.2.3. Le beurre :

Le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait et/ou de produits obtenus à partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau-dans-huile [38].

et il est obtenu par barattage de la crème. En réalité ; le beurre peut contenir tous les germes présents dans le lait, cependant sa composition ne constitue pas un milieu favorable pour leur développement, ce qui limite les risques : humidité faible (15 %), teneur en lipides élevée (80 %) [28] [40].

1.2.4. Le yaourt :

Il est issu de la fermentation lactique du lait, qui consiste à la transformation de glucose, lui-même présent à la base dans le lactose du lait, en acide lactique à l'aide de *Lactobacillus delbruckii bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus*. L'acidité ainsi obtenue permet au produit laitier de se conserver plus longtemps, empêchant des microorganismes potentiellement pathogènes d'envahir le produit [41].

On nomme « laits fermentés » l'ensemble des produits contenant des bactéries lactiques autres que *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* [3] [41] [42].

Chapitre 2
Le yaourt (Yogourt)

2. Le yaourt (yogourt) :

2.1. Définitions :

Le mot « yogourt » provient du mot turc « yoğurmak » signifiant « épaissir, pétrir ». le yaourt est un « lait coagulé à la suite d'une fermentation produisant de l'acide lactique, obtenue à l'aide de *Lactobacillus delbruckii bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus*, à partir de lait ou de produits laitiers (pasteurisés ou concentrés), additionnés ou non d'autres substances (lait en poudre, poudre de protéines du petit-lait). Dans le produit fini, ces microorganismes doivent se trouver en grand nombre et vivants » [43].

2.2. Historique :

Une légende née à l'époque du fondateur de l'empire mongol, Gengis Khan, résume la genèse et les qualités du yoghourt. Au seuil du désert, l'un des cavaliers du grand Khan s'arrêta un jour dans un village fraîchement conquis et demanda de l'eau; les habitants remplirent sa gourde avec du lait, persuadés qu'il allait se corrompre dans le désert et sous l'effet du galop du cheval et de la chaleur, le lait se transforma en une substance blanche que le cavalier gouta et apprécia; c'était la naissance du yaghourt. Le premier nom turc, apparu au VIII siècle, fut "yogourt" pour être changé au XI siècle par le nom "yoghourt" utilisé actuellement mais l'origine du mot yoghourt proviendrait de la langue bulgare (yoghurt), "yog" qui voulait dire "épais" et "urt" qui signifiant "lait" [44].

2.3. Les différents types de yogourts :

Les différents types de yaourt sont présentés dans le tableau II.

Tableau II : Les différents types du yaourt [45].

Critères de différentiation	Types du yaourt
Selon leur teneur en matières grasses	<ul style="list-style-type: none"> - Les yaourts maigres: inférieurs à 1% de matières grasses; - Les yaourts ordinaires nature: 1% minimum de matières grasses; - Les yaourts au lait entier: 3.5% de matières grasses.
Selon le goût	<ul style="list-style-type: none"> - Les yaourts naturels: ils ne subissent aucune addition; - Les yaourts «sucrés»: ils sont additionnés de sucre; - Les yaourts «aux fruits», «au miel», «à la confiture»: ils subissent une addition inférieure à 30% de ces différents produits; - Les yaourts «aromatisés»: ils contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.
Selon leur texture	<ul style="list-style-type: none"> - Les yaourts «fermes»: ce sont les yaourts coagulés en pots; - Les yaourts «brassés»: ce sont les yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot

2.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle des yaourts:

Un pot de yaourt a la même valeur nutritionnelle qu'un verre de lait (voir Tableau II):

Tableau III : Composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt [46]

	Teneur moyenne pour 100 grammes de produit							Valeur énergétique
	Pro (g)	MG (g)	Glu (g)	Ca (mg)	Na (mg)	K (mg)	P (mg)	KJ
Yaourt Nature	4.15	1.2	5.2	174	57	210	114	201
Yaourt au lait entier	3.8	3.5	5.3	171	56	2.6	112	284
Yaourt nature 0%	4.2	Trace	5.4	164	55	180	100	163
Yaourt nature sucré	3.8	1.1	14.5	160	52	195	105	347
Yaourt aromatisé au lait entier	3.2	3.2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé nature	4.3	1.8	5.2	165	40	205	115	230
Yaourt brassé aux fruits	3.75	1.65	14.5	140	50	190	110	368
Yaourt au lait entier aux fruits	3.1	2.7	16.5	140	45	180	100	431
Yaourt maigre aux fruits	3.6	Trace	17.2	140	45	180	100	351

2.5. Le processus de fabrication du yaourt :

2.5.1. Réception, préparation et traitement du lait :

Il est généralement reconnu qu'on ne peut faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Dans cet esprit, 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.

Le contrôle de la qualité de lait se fait sur [47] :

- La qualité sanitaire : la température de transport, le nombre de germes totaux et de cellules somatique, ainsi que l'acidité.
- La qualité technologique : analyse de sa composition en MG et en matière azoté, dépistage des antibiotiques.

La préparation et le traitement du lait passe par plusieurs étapes.

2.5.1.1. Standardisation et l'enrichissement en matière sèche :

Par processus d'écémage. Cette étape consiste non seulement à ajuster leurs concentrations à celle préalablement déterminées, mais aussi à maintenir constant le rapport protéine/matière grasse. Une fois standardisé, le lait devrait contenir entre 0,5 et 3,5 % de matière grasse. Dans le cas des yogourts brassés, la standardisation est généralement suivie d'une addition de sucre [24].

2.5.1.2 Traitement thermique :

Qui vise surtout à stériliser le lait, c'est-à-dire à tuer les microorganismes potentiellement pathogènes qui pourraient en plus faire de la concurrence aux ferments qui seront inoculés plus tard, ainsi que ce traitement a de multiples effets sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. En plus, à partir d'une certaine température, les protéines auront tendance à se « dénaturer » (modification de la structure des protéines, surtout la caséine) et cela aura une influence sur le goût et sur la texture (coagulation du lait engendrée par la dénaturation de la caséine) du produit final. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95°C pendant 3 à 5 minutes [46] [48] [49].

2.5.1.3. Homogénéisation :

Elle a principalement des effets sur deux composantes du lait, soit la matière grasse ou les protéines. Et comme son nom l'indique, cette étape vise à rendre le lait plus homogène. Le but est de réduire la taille des particules de matière grasse, afin qu'elles se répartissent de manière homogène dans le produit et éviter qu'elles forment une crème à la surface alors que la partie liquide reste au fond. La réduction de la taille des particules de matière grasse dépend de la température (varie entre 60 et 65°C); et de la pression exercée sur le lait [50].

Cette opération augmente la viscosité du lait et par conséquent du yaourt, lui conférant une meilleure stabilité et réduisant la synthèse du sérum pendant le stockage du yaourt ferme [48].

2.5.2. Développement de la fermentation :

Aussi appelée phase d'acidification. Elle est caractéristique de la fabrication du yaourt ; on peut la décomposer en phase d'ensemencement et phase d'incubation [48].

2.5.2.1. Ensemencement :

Il a lieu généralement après refroidissement du lait à la température de fermentation (40 à 45°C, la Température optimale pour le développement symbiotique des bactéries lactiques) [51].

L'ensemencement est l'inoculation de deux germes spécifiques du yaourt : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* [48].

Elle doit se faire à un taux assez élevé pour assurer une acidification correcte (entre 1 et 7%) [52].

2.5.2.2. L'incubation :

C'est la phase qui correspond au développement de l'acidité dans le yaourt ; elle dépend de deux facteurs : la température et la durée d'incubation : la température proche de celle des *streptococcus* (42 – 45°C) est recommandée du fait qu'il est préférable pour assurer le départ de la fermentation lactique [48]. La durée d'incubation est d'environ 2 à 3h où l'acidité atteindra 80 à 100°D, ce qui conduit à un équilibre entre les deux ferments [53].

2.5.3. Arrêt de la fermentation :

Lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,7 et 4,3, un refroidissement en deux temps (rapide jusqu'à 25°C, puis plus lent jusqu'à 5°C) est appliqué afin de stopper la fermentation [54].

2.5.4. Conditionnement et stockage :

Les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambres froides à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours [44] [49].

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 [49].

2.6. Les problèmes de fabrication : les défauts de fabrications les plus rencontrés sont représenté dans le tableau suivant

Tableau IV : les défauts de fabrications et leurs origines [55].

Nature	Origines possibles
Amertume	trop longue conservation. contamination par des microbes indésirables. trop de ferments
Gout plat ; absence d'arome	Mauvaise activité des ferments, incubation trop courte ou à trop basse T°, ou taux de matières sèches trop faibles
Manque d'acidité.	Mauvaise activité des ferments
Trop d'acidité	Taux d'ensemencement du streptocoque trop fort, incubation trop longue ou à T° trop élevée. Refroidissement trop long ou pas assez poussé, conservation à haute T°, rupture de la chaine du froid
rancissement	Contamination par des microbes et traitement thermique de pasteurisation trop faible.
Gout aigre.	Mauvaise activité des ferments, contamination par d'autres bactéries nuisibles (coliformes)
Synérèse (apparition du petit lait à la surface du yaourt)	T° trop élevée pendant le stockage, conservation trop longue. refroidissement trop faible. forte agitation des yaourts en pot. Teneur trop faible en matière sèche, traitement thermique faible.
Production de gaz.	Traitement thermique de pasteurisation trop faible. Contamination par des microbes nuisibles.
Présence de taches en surface.	Contamination par des moisissures.
Manque de fermeté.	Ensemencement trop faible, temps et T° d'incubation trop faible, matière sèche trop faible
Le yaourt « refuse de prendre », il ne caille pas.	Le lait contient des inhibiteurs (anti-probiotiques) suite à un traitement de l'animal qui détruisent les ferments du yaourt. Le lait est de mauvaise qualité : trop acide ou pas assez, la T° d'incubation est faible
Texture granuleuse.	Trop de poudre de lait ou de sucre, mauvaise choix dans les ferments.
Texture sableuse	Chauffage du lait trop important, T° d'incubation trop élevée.

2.7. Les ferments traditionnels :

Comme le veut la définition du yaourt, le produit doit contenir des *Lactobacillus bulgaricus* ainsi que des *Streptococcus thermophilus*.

-*Streptococcus thermophilus* : est une bactérie lactique thermophile appartenant à la famille des Streptococcaceae, les caractères communs que partage cette famille sont une morphologie en coques à Gram positif de 0,5 à 1 µm de diamètre, présentant un groupement typique en diplocoques ou en chaînettes de longueur variable, immobiles, dépourvus de spores et rarement capsulés.

Elles sont saprophytes, retrouvées aussi bien dans l'eau que dans l'air et le sol [56].

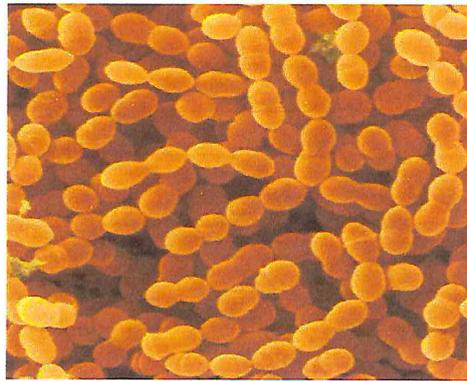


Figure n°1 : *Streptococcus thermophilus* sous microscope électronique [57]

-*Lactobacillus bulgaricus* : se présente sous forme de court bâtonnet [58]. Ces bactéries sont très répandues dans la nature, sont des hôtes habituels de cavités naturelles de l'homme, leur pouvoir pathogène est nul [59].

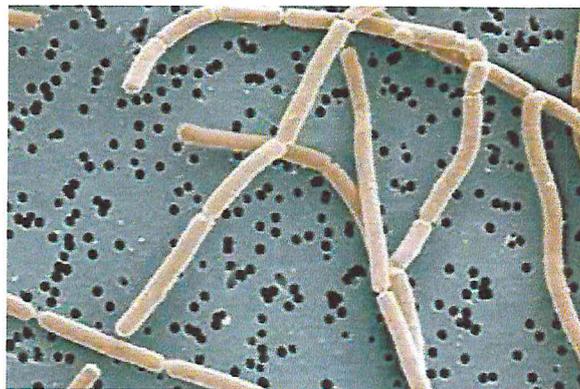


Figure n°2 : *Lactobacillus bulgaricus* sous microscope électronique [60]

2.8. Procédé de la fermentation lactique:

La fermentation est une réaction biochimique de conversion de l'énergie chimique contenue dans une source de carbone (souvent du glucose) en une autre forme d'énergie directement utilisable par la cellule en absence de dioxygène (milieu anaérobie)

La fermentation du lait conduisant à la formation d'acides organiques, notamment d'acide lactique, entraîne une acidification du lait. Ces laits fermentés peuvent résulter d'ensemencements spontanés à température ambiante, ou d'ensemencements par une flore et à une température contrôlée. Ce contrôle porte sur le choix des espèces et des souches en fonction de leur intérêt technologique (texture) ou organoleptique [46].

2.9. Intérêt nutritionnel et thérapeutique :

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications, certaines de ses dernières en font du yaourt un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait

Le yaourt présente plusieurs effets sur la santé à savoir :

- Amélioration de l'absorption de lactose :

Le lactose est l'élément le plus concerné par ces modifications puisque 30% du lactose est transformé en galactose et acide lactique par action des bactéries lactiques. La présence de ces vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactose [46].

- Amélioration de la digestibilité des protéines :

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait 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 [46].

- 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 acides gras libres dans le yaourt. De plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules [46].

- Activité antimicrobienne :

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreux auteurs. Outre que l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des probiotiques [46].

- Stimulation du système immunitaire :

L'effet immunorégulateur du yaourt consiste dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines, et l'activation des lymphocytes B qui est attribué à *LB.Bulgaria* [46].

- Action préventive contre les cancers de la sphère digestive :

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des cancérigènes (inducteurs de cancers) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses [46].

- Action anticholestérolémiante :

La consommation du yaourt permet de maintenir une cholestérolémie basse. Ces différentes observations montrent que le yaourt possède des propriétés nutritionnelles et physiologiques particulièrement intéressantes [46].

Chapitre 3

La qualité de yaourt

3.1. Généralités :

La qualité occupe une place centrale dans la recherche d'un nouveau modèle d'organisation industrielle dans l'industrie laitière comme dans la plupart des autres secteurs [61].

L'amélioration de la qualité contribue à sécuriser les débouchés de la production laitière nationale. Elle a pour objectif à la fois d'assurer la sécurité des consommateurs en mettant sur le marché des aliments sains et adaptés à leur besoins et attentes, et de promouvoir les produits laitiers locaux en valorisant leurs caractéristiques distinctives [62].

3.2. Définition :

Bien souvent, le terme « qualité » est interprété de manières très diverses. Dans le langage courant, on parle de produit de première qualité, ce qui signifie que le client est satisfait de la marchandise et des services offerts [63].

D'où vient la définition par l'ISO « la qualité est l'ensemble des caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés des clients et des parties intéressées » [64].

3.3. Les facteurs qui influent sur la qualité:

Il existe plusieurs facteurs qui influent sur la qualité [65] :

- Défaut de standardisation d'un mélange.
- Une mauvaise qualité de lait à la réception et incidence sur le yaourt.
- Homogénéisation inadéquate d'un mélange et incidence sur la qualité de yaourt.
- Traitement thermique inadéquat et incidence sur la qualité de yaourt.

3.3. Composantes de la qualité : Pour un produit alimentaire, les principales composantes de la qualité sont :

3.3.1. La qualité hygiénique:

Elle fait référence à la sécurité de la denrée alimentaire qui doit garantir au consommateur une totale innocuité et le préserver vis-à-vis de tout danger sanitaire soit immédiat (du par exemple à une ingestion ponctuelle de produits vecteurs de contaminants toxiques), ou avec effet retardé (du par exemple à une ingestion répétée de composés générateurs de pathologies lourdes telles que les maladies cardio-vasculaires) [66].

3.3.2. La qualité nutritionnelle :

C'est l'aptitude de l'aliment à nourrir, c'est-à-dire apporter l'énergie et les nutriments en quantité et qualité satisfaisantes, les équilibres entre les composants, ainsi que les facteurs d'assimilation, doivent être prise en compte [67].

La qualité nutritionnelle de yaourt dépend du lait utilisé, des souches bactériennes et de la teneur en MG. Le yaourt doit contenir plus de 0,8 g d'acide lactique pour 100 g de produit [8].

3.3.3. La qualité sensorielle ou organoleptique et psychosensorielle :

Regroupe les propriétés d'un produits perceptibles par les organes des sens [68]. Cette qualité est fondée sur : la couleur, l'aspect général, le toucher, la saveur, l'odeur, la flaveur et la relation entre le produit et l'image du produit [67].

3.3.4. La qualité technologique:

Cette composante particulière qui ne s'adresse pas au consommateur final, concerne l'industriel qui utilise des matières premières qui ont déjà subi une première transformation, et le distributeur qui à pour objectif de rentabiliser au mieux sa surface vente [66].

3.3.5. La qualité d'usage :

La denrée alimentaire doit répondre à des exigences en matière de durée et de conditions de conservation. Elle doit également satisfaire à certains aspects économiques et commerciaux tels que le prix [66].

3.3.6. La qualité symbolique :

C'est l'aptitude du produit à répondre aux attentes symboliques du produit, préférence à la tradition et à la nature [69].

3.4. La qualité et le contrôle microbiologique :

Les spécifications microbiologiques sont des critères applicables pendant et après la préparation des produits afin de s'assurer que l'hygiène et les conditions de production sont satisfaisantes et en accord avec la réglementation.

La bonne qualité microbiologique (hygiénique et marchande) est donc fonction de très nombreux facteurs; elle dépend surtout de la nature mais aussi souvent du nombre de la flore microbienne présente dans le produit, le microbiologiste se doit néanmoins de définir le plus rapidement possible

la notion quantitative et qualitative de la flore normale de son produit ou de ses matières premières (microorganismes “habituels” et tolérables), et d’une flore contaminante dont le seuil de tolérance sera défini en fonction du risque que fait courir cette flore à un type donné de consommateur.

Le contrôle microbiologique de routine d’un produit alimentaire consiste-le plus souvent, en absence d’information sur l’éventuelle implication de ce produit à une maladie infectieuse, une toxoinfection ou une intoxication, en :

- Un **contrôle de stérilité** pour des produits soumis à des traitements antimicrobiens de stabilisation (température, additifs).
- Une **estimation du nombre des contaminants** (flore aérobie mésophile totale, coliformes, anaérobies sulfito-réducteurs) ou leur détection - identification (Salmonella, Listeria) [70].

Selon le JORA : 035 du 27/05/1998 (voir annexe n°1). Les germes pathogènes recherchés dans le yaourt sont :

1. Les coliformes totaux et fécaux :

On appelle « coliformes » les entérobactéries fermentant rapidement le lactose avec production de gaz à 30°C Les coliformes fécaux ou E-coli, sont des bactéries produisant du gaz à partir du lactose et l’indole à partir de tryptophane à 44°C Se sont des bacilles, à Gram négatif, mobiles, taille 0,5 µm-3µm, polymorphes .Ils sont les meilleurs indicateurs de contamination fécale. E-coli est un hôte normal de tube digestif de l’homme et des animaux (10^7 - 10^9) bactéries par gramme de selles Les diarrhées infectieuses dues à E-coli peuvent revêtir des formes différentes en fonction des facteurs de virulence codés par les genres hébergés par ces souches [71] [72].

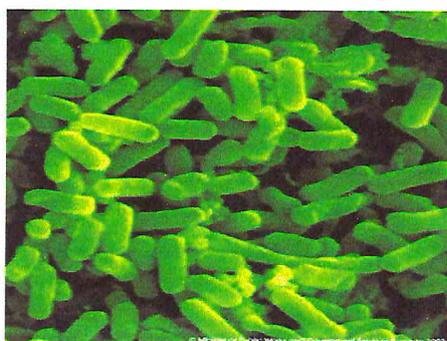


Figure 3 : E-coli observé sous microscope électronique [73]

2. *Staphylococcus aureus* :

Les *s.aureus* appartiennent au genre staphylococcus, de famille micrococcaceae [6] [28][74]. Se sont des coques en amas (grappe de raisin), gram +, de 0,8-1 μm de diamètre dans un solide, anaérobie facultatif, fermentaire, Il s'agit de germe très répandu dans la nature (air, eau, sol), commensal de la peau Ces bactéries peuvent provoquer des toxi-infections alimentaires, les entérocolites, les septicémies et les endocardites [75].

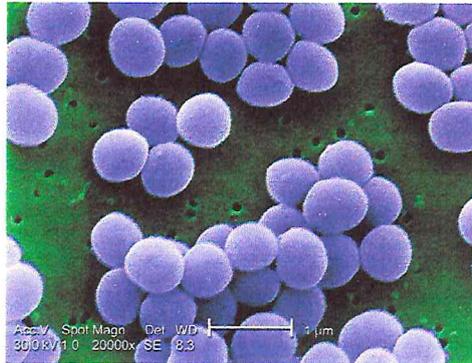


Figure 4 : *staphylococcus aureus* sous microscope électronique [76].

3. Salmonella :

Ces bactéries appartiennent à la famille des entérobactériaceae [40]. Se sont des bacilles, gram (-), taille de 0,5 à 3 μm de diamètre, mobile, ciliature péritriche C'est des parasites de tube digestif de l'homme, dans le milieu extérieur, les eaux des égouts, Elle provoque des formes purement digestif ; toxi-infections alimentaires, diarrhée, vomissement, et des formes extra-digestif (rare : infection urinaires) [75].

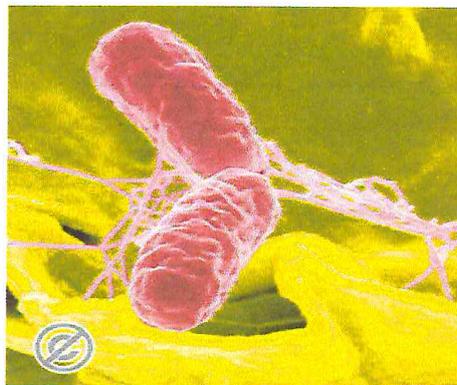


Figure 5 : salmonella observe sous microscope électronique [77]

4. Les moisissures :

Se sont des champignons eucaryotes, classés dans le groupe des cryptogames thallophytes [78]. Ces champignons sont microscopiques, se présentent sous forme unicellulaire, se caractérisent par une structure mycélienne, immobile, avec un aspect de filament qui forme des hyphes [6]. Rencontrés dans la nature et en particulier dans le sol [72]. La contamination des aliments par les moisissures est actuellement considérée avec beaucoup d'attention en raison des mycotoxines que ces microorganismes sont capables de synthétiser [79].



Figure 6 : observation des moisissures sous microscope électronique (*Aspergillus flavus*) [80]

5. Les levures :

Les levures sont un sous groupe des ascomycètes, on les appelle également « champignons bourgeonnant ». Les cellules sont ovoïdes, allongées, cylindriques, la taille des cellules de levures varie de quelque micron jusqu'à 25-30 μm [81]. La plus part d'entre elle ne sont pas pathogènes Elles ne causent pas d'intoxications alimentaires, les levures ne posent aucun problème d'aspect sanitaire dans l'alimentation [79].

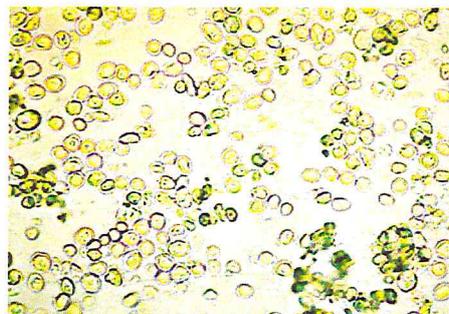


Figure 7 : les levures observées sous microscope électronique [82].

PARTIE
EXPERIMENTALE

Objectif :

Le contrôle microbiologique a pour objectif de garantir la bonne qualité hygiénique qui représente une priorité pour la santé du consommateur ainsi qu'une bonne qualité commerciale du produit. L'analyse microbiologique qui est réglementée vise à la recherche de plusieurs micro-organismes.

Ce contrôle présente l'avantage de signaler toute erreur de fabrication et de renseigner sur le remède possible à appliquer.

Notre objectif est le contrôle de la qualité microbiologique de 50 échantillons du yaourt brassé aromatisé juste après la production et avant la sortie de la laiterie.

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de contrôle de la qualité de la laiterie Trèfle à Blida, pour une période de 30 jours allant de 22 Avril jusqu'au 22 Mai de l'année 2013.

1. MATERIEL :

Le matériel utilisé dans notre étude est constitué par :

1.1. Matériel biologique : le produit fini. (yaourt brassé aromatisé)

1.2. Matériel non biologique : le matériel nécessaire est rapporté en annexe n°2

1.3. Prélèvement du yaourt:

Le produit fini : fabriqué par l'unité Trèfle, est un yaourt brassé nature en pot de 100 grammes (voir figure n°08). L'échantillonnage du yaourt est estimé en nombre de 50 pots, les échantillons sont prélevés le premier jour de leur production à partir des chambres froides de l'unité et seront directement orientés vers le laboratoire pour faire l'analyse microbiologique.



Figure n°8 : un pot de yaourt brassé aromatisé

2. METHODE :

Préparations de la dilution mère et des dilutions décimales :

• Mode opératoire (V08-010, 1996/ ISO 6887) :

Pour l'ensemble des échantillons; les dilutions mères et les dilutions décimales sont préparées de la même manière :

- Réaliser une suspension qui constitue la dilution mère:
- ❖ Dans un flacon stérile contenant préalablement 225ml de TSE, introduire aseptiquement 25g de l'échantillon à analyser ; après agitation manuelle, nous obtenons une suspension homogène représentant la solution mère et correspond donc à la dilution au 1/10 ou 10^{-1} (voir figure n° 9)
- Pour les dilutions décimales:
- ❖ Prélever 1ml de la dilution 10^{-1} pour l'introduire dans un tube à vis stérile contenant 9ml du TSE ainsi nous obtenons la dilution 1/100 ou 10^{-2} ; de cette dernière et après homogénéisation introduire aseptiquement 1ml dans un tube à vis stérile contenant 9ml du TSE ; c'est la dilution au 1/1000 ou 10^{-3} (voir figure n° 10)

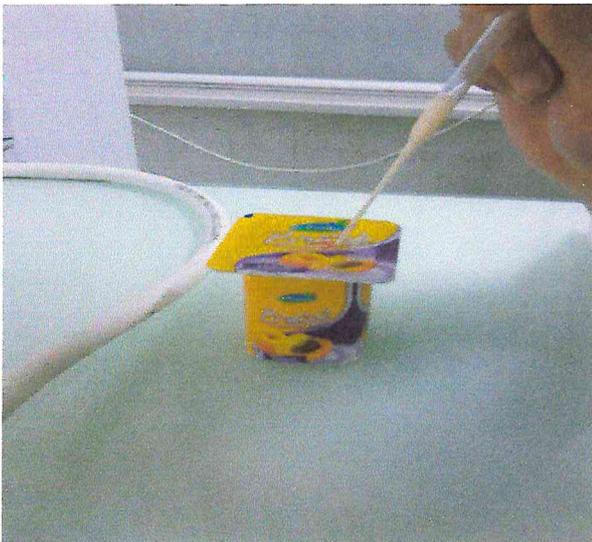


Figure n° 9 : prélèvement de yaourt



Figure n°10 : préparation des dilutions
décimales

2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux :

➤ Principe :

Cette méthode est basée sur le fait qu'une cellule, placée sur un milieu solide favorable : gélose VRBL donnera naissance à une colonie macroscopiquement visible.

➤ Mode opératoire :

➤ Ensemencement et incubation :

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans des boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et identifiées (voir figure n°11).
- Couler ensuite chaque boîte avec la gélose VRBL, fondue puis refroidie à 45 ± 1 °c. (Voir figure n°12)
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.

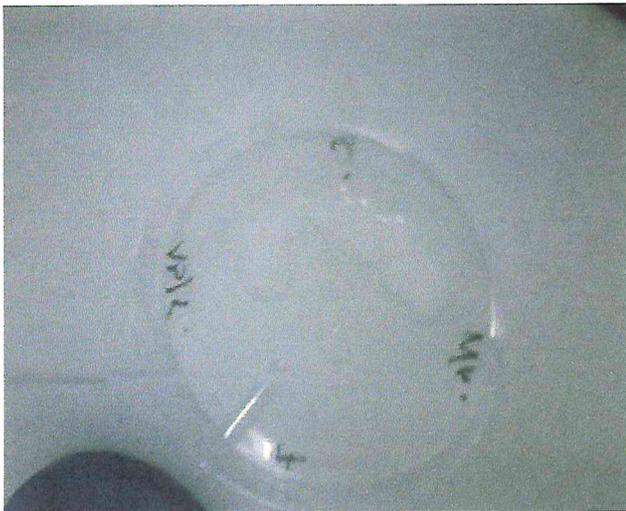


Figure n°11 : ensemencement des de boites pétries gélose

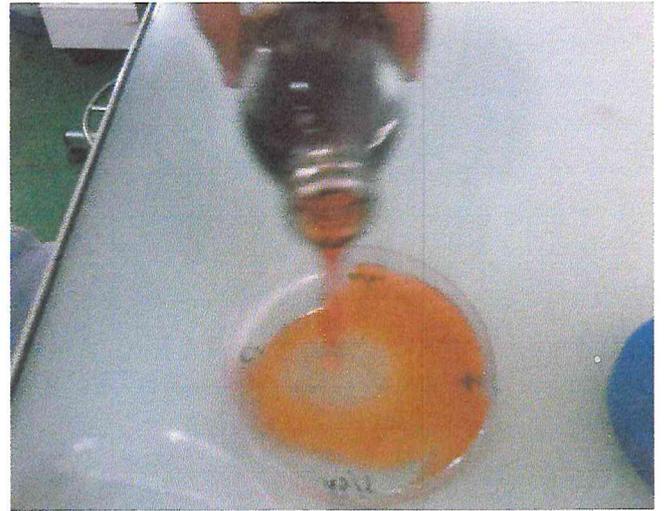


Figure n°12 : préparation des boites en VRBL

Les boites seraient incubée à 37°C, pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes totaux.



Figure n° 13 : l'incubation des boites dans l'étuve à 37°C

➤ **Lecture et Dénombrement :**

- Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs de dilutions :
- Les colonies apparaissent rouges à violettes de 0,5 à 1 mm de diamètre entourées d'un halo de précipité des sels biliaires (voir figure n° 14).
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ($n \times 10^x$) n = nbr des colonies, 10^x = l'inverse de dilution où nous avons trouvé les colonies)
- Il est impossible de trouver plus de Coliformes fécaux que de Coliformes totaux.

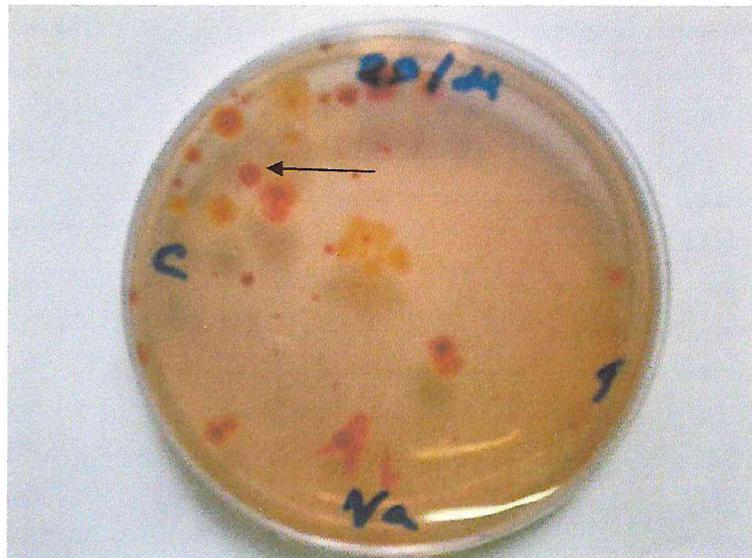


Figure n°14 : présence des colonies des coliformes totaux

2.3. Recherche de *Staphylococcus aureus* :

● **Méthode d'enrichissement au milieu de Giolliti Cantonii :**

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de Téliurite de Potassium.

Mélanger soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

● **Ensemencement :**

A partir des dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile.

Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement et bien mélangé le milieu et l'inoculum.

➤ **Incubation :**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture :**

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir.

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées (voir figure n° 13).

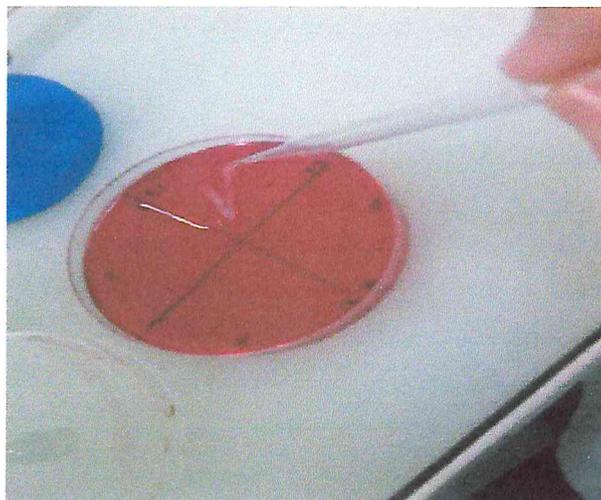


Figure n°15 : ensemencement sur milieu Chapman

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase (voir figure n° 14)



Figure n°16 : présence des colonies de *staphylococcus aureus*

➤ **Expression des résultats :**

Si à la dilution 10^{-3} , le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, mais à l'isolement sur Chapman, il n'y a pas de colonies caractéristiques ; ce tube est considéré comme négatif.

Si par contre à la dilution 10^{-1} , le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, et à l'isolement, il y a des colonies caractéristiques, il faut tenir compte de la dilution en question, car le nombre réel de *Staphylococcus aureus* correspond à l'inverse de la dilution. ($n \times 10$) n= nbr des colonies.

Dans ce cas, il y a donc 10 *Staphylococcus aureus* par gramme ou millilitre de produit à analyser.

3.4. Recherche et dénombrement de Levures et Moisissures :

A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA ou Sabouraud au Chloramphénicol.

Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 25°C pendant 3 à 5 jours (voir figure n° 15,16 et 17)

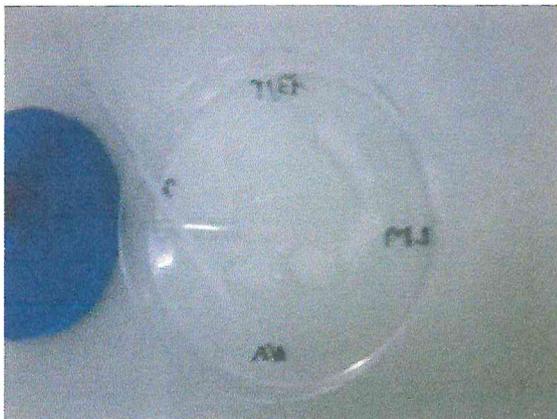


Figure n° 17 : préparation des boîtes pétries



figure n° 18 : préparation des boîtes par
La gélose OGA



Figure n° 19 : incubations des boîtes à 25°C

Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les Levures soit par les moisissures, nous devons effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, levures à part et les moisissures à part.

Remarques importantes :

Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre quatre gouttes du diluant, les étaler avec un râteau à part et les incuber dans le même endroit que les boîtes tests, cette boîte constitue le témoin diluant.

Incuber telle quelle, une boîte du milieu utilisé à savoir OGA ou Sabouraud, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.

Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par les deux boîtes témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.

- **Lecture et Interprétation des résultats :**

Les colonies de levures sont brillantes, rondes pigmentées de forme convexes (arrondi, régulier vers l'extérieure) ou plates et souvent opaques (voir figure n° 18)

Les colonies des moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées ou avec un aspect velouté, parfois envahissantes (voir figure n° 19)

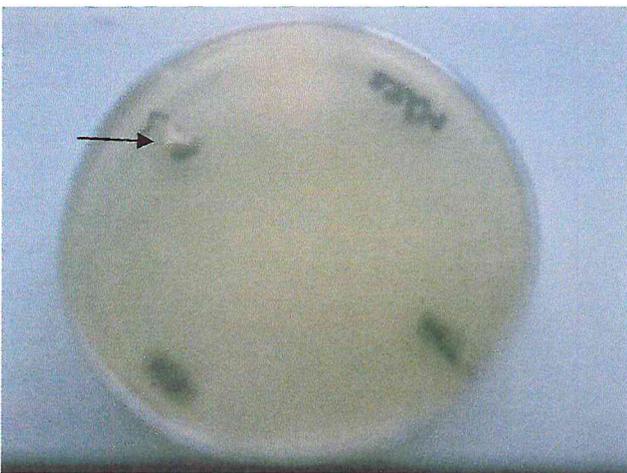


Figure n° 20 : présence des colonies des
Levures

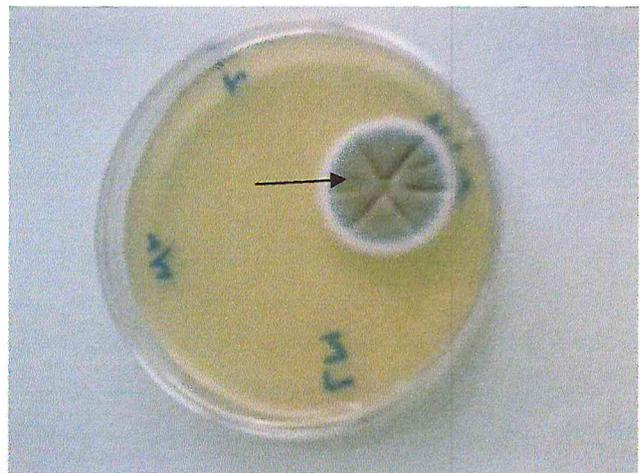


figure n° 21 : présence des colonies des
moisissures

- après 48 h d'incubation, repérer chaque jour les colonies sur les boîtes
- dénombrer les colonies de levures et de moisissures sur les boîtes présentant au total 10 à 100 colonies.

➤ **Expression des résultats :**

Exprimer les résultats par un nombre de levures et de moisissures compris entre 1,0 et 9,9 x 10ⁿ par gramme de produit.

3.5. Recherche de Salmonelles :

• **Mode opératoire (NF V08-052, 1993) :**

La recherche des Salmonelles passe par quatre étapes :

➤ **Pré-enrichissement :** Le pré-enrichissement est destiné à revivifier les cellules de façon à faciliter la culture dans les bouillons d'enrichissement sélectif.

-introduire aseptiquement 25g de l'échantillon à analyser dans un flacon contenant 225ml de tryptone sel-eau stérile(TSE) constituant ainsi la solution mère ;

-incuber le flacon à 37°C pendant 18 à 24 heures.

➤ **Enrichissement primaire :**

- à partir du milieu de pré-enrichissement, prélever un volume de 10ml dans un flacon stérile contenant 100ml de milieu sélectif SFB (D/C+cystéine) ;

- incuber le flacon à 37°C pendant 24 heures.

- le résultat positif se traduit par un virage de la couleur du milieu du jaune au rouge.

➤ **Isolement et enrichissement secondaire :**

- à partir du milieu d'enrichissement primaire positif: isoler 0.1ml sur gélose HECTOENE+additif SFB sélénite azide de sodium (une ampoule par flacon de gélose) coulée et solidifiée dans de boîtes de pétri ; et prélever 1ml dans un tube stérile contenant 9ml du SFB (S/C+cystéine) pour un enrichissement secondaire.

- incuber les deux à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Isolement et lecture :**

- à partir du milieu d'enrichissement secondaire ; isoler 0.1ml sur gélose HECTOENE+additif SFB sélénite azide de sodium coulée et solidifié dans de boites de pétri pour un deuxième isolement (voire figure n° 20)

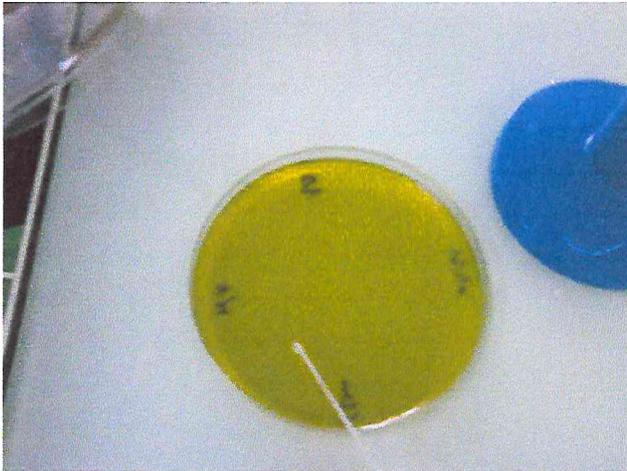


Figure n° 22 : isolement de 0,1ml sur milieu
HEKTOENE



Figure n° 23: étalement en râteau sur milieu
HEKTOENE

- les colonies des Salmonelles apparaissent sur la gélose HEKTOENE en couleur bleu verdâtre ou gris bleu avec ou sans centre noire.

3. Résultats :

3.1. Résultats du dénombrement des germes :

Les résultats globaux des analyses microbiologiques des 50 échantillons de yaourt brassé aromatisé (de produit fini) sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n° VI (1) : les résultats globaux des analyses microbiologiques

N° Ech	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Salmonelles	Staphylocoque	Levures	Moisissures
01	abs	abs	abs	abs	abs	10
02	abs	abs	abs	abs	abs	abs
03	abs	abs	abs	abs	abs	abs
04	abs	abs	abs	abs	abs	20
05	abs	abs	abs	abs	10	10
06	abs	abs	abs	abs	abs	abs
07	abs	abs	abs	abs	abs	10
08	abs	abs	abs	abs	abs	10
09	abs	abs	abs	abs	abs	abs
10	abs	abs	abs	abs	abs	abs
11	380	abs	abs	abs	abs	abs
12	abs	abs	abs	abs	abs	10
13	abs	abs	abs	abs	abs	abs
14	abs	abs	abs	abs	abs	abs
15	abs	abs	abs	abs	abs	abs
16	abs	abs	abs	abs	abs	abs
17	abs	abs	abs	abs	abs	abs
18	90	abs	abs	abs	abs	abs

Tableau n° VI (2): les résultats globaux des analyses microbiologiques

N° Ech	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Salmonelles	Staphylocoque	Levures	Moisissures
19	abs	abs	abs	abs	abs	abs
20	abs	abs	abs	abs	abs	abs
21	abs	abs	abs	200	abs	abs
22	abs	abs	abs	abs	abs	abs
23	abs	abs	abs	abs	abs	abs
24	abs	abs	abs	abs	abs	abs
25	abs	abs	abs	abs	abs	abs
26	abs	abs	abs	abs	abs	10
27	abs	abs	abs	abs	abs	abs
28	abs	abs	abs	abs	abs	10
29	abs	abs	abs	abs	abs	abs
30	abs	bs	abs	abs	abs	abs
31	abs	abs	abs	abs	abs	abs
32	abs	abs	abs	abs	10	abs
33	abs	abs	abs	abs	abs	abs
34	abs	abs	abs	600	abs	abs
35	abs	abs	abs	abs	abs	abs
36	abs	abs	abs	200	abs	abs
37	abs	abs	abs	200	abs	abs
38	abs	abs	abs	abs	10	10
39	abs	abs	abs	abs	abs	abs
40	abs	abs	abs	abs	abs	abs

Tableau n° VI (3) : les résultats globaux des analyses microbiologiques

N° Ech	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Salmonelles	Staphylocoque	Levures	Moisissure
41	abs	abs	abs	abs	abs	abs
42	abs	abs	abs	abs	10	10
43	abs	abs	abs	abs	abs	10
44	abs	abs	abs	abs	abs	abs
45	abs	abs	abs	abs	abs	abs
46	abs	abs	abs	abs	abs	abs
47	abs	abs	abs	abs	abs	abs
48	abs	abs	abs	abs	abs	abs
49	abs	abs	abs	abs	abs	abs
50	abs	abs	abs	abs	abs	abs

A partir de ces résultats nous avons obtenu le tableau VII récapitulatif des échantillons portés positifs.

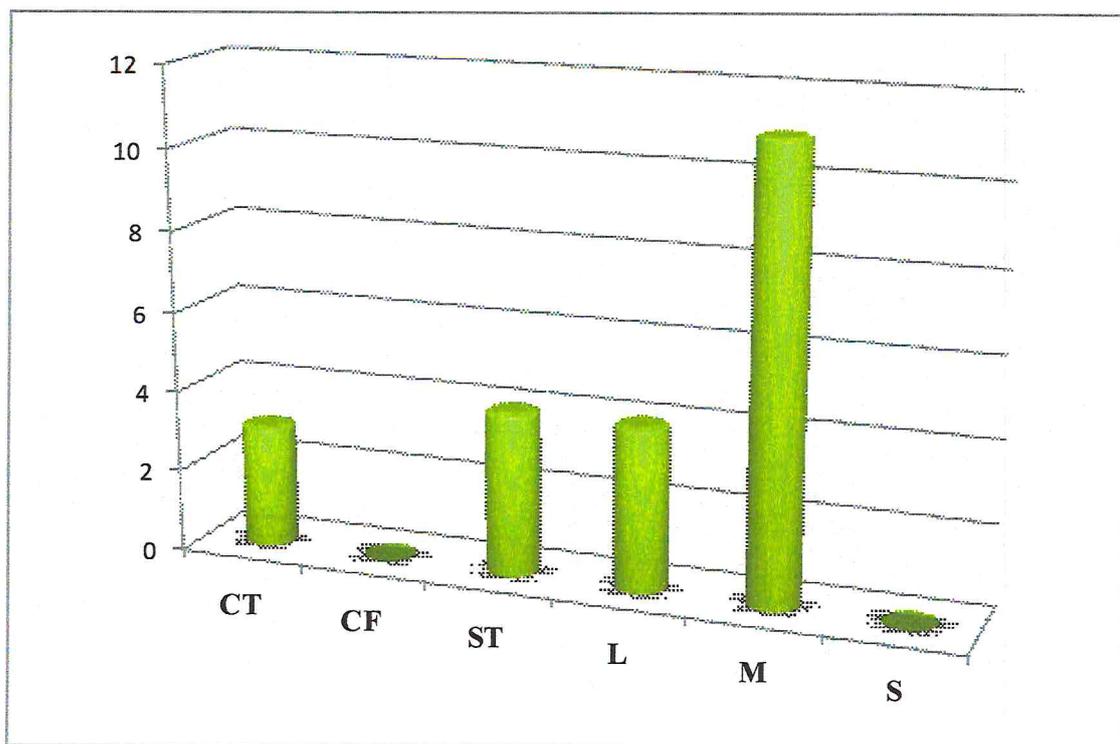
Tableau n° VIII : les résultats des analyses bactériologiques

Germes recherchés	N°	Echantillons positifs	Pourcentage
Coliformes totaux	50	02	4%
Coliformes fécaux		00	0%
Staphylococcus aureus		04	8%
Leveurs		04	8%
Moisissures		11	22%
Salmonelle		00	0%

Les analyses bactériologiques ont révélés que :

- 1% d'échantillons renferment les coliformes totaux soit 2 échantillons sur 50 échantillon analysés.
- 2% contient les stahylococcus aureus soit 4 échantillons sur 50 échantillons.
- 2% renferment les leveurs soit 4 échantillons sur 50 échantillons.
- 5,5% renferment les moisissures soit 11 échantillons sur 50 échantillons.
- Les coliformes fécaux et les salmonelles sont absents.

Ces résultats sont représentés dans la figure suivante.



CT : coliformes totaux, CF : coliformes fécaux, ST : staphylococcus aureus, L : leveurs, M : moisissures, S : salmonelle

Figure n° 24 : représentation graphique des résultats bactériologiques

D'après ces résultats nous constatons que les moisissures sont les plus rencontrés et à moindre degré les leveurs et les stahylococcus aureus, par contre les coliformes fécaux et les salmonelles sont totalement absents dans tous les échantillons.

3.2. Classement des échantillons analysés par rapport aux normes :

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques se fera conformément à l'arrêté interministériel du 27 mai 1998 paru dans le journal officiel N° 035/98, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

Tableau n° IX : critères microbiologiques des yaourts ou youghourts

Les germes à recherchés	Les normes
Coliformes	10 germes/g
Coliformes fécaux	1 germes/g
Staphylococcus aureus	10 germes/g
Levures	$<10^2$ germes
Moisissures	abs
Salmonella	abs

Le classement des résultats se fait par rapport à chaque normes figurent dans le tableau VIII :

La présence des germes dans le produit ne signifie pas que le produit est considéré comme dangereux il faut d'abord que les nombres des germes dépasse le nombre fixé par le J.O.R.A

Par exemple : nous avons trouvé dans l'échantillon n° 5 ; 10 germes/g (les leveurs) alors le produit n'est pas considéré à risque car les critères de J.O.R.A sont <100 germes/g

Les résultats du classement par rapport à chaque norme sont présentés dans le tableau suivant

Tableau n° X : l'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites dans J.O.R.A N° 035/98 des yaourts ou yoghourts

Les germes recherchés	Echantillons			
	≤ à la norme	%	≥ à la norme	%
Coliformes totaux	48	96%	2	4%
Coliformes féaux	50	100%	0	0%
Staphylococcus aureus	46	92%	4	8%
Levures	50	100%	0	0%
Moisissures	41	88%	11	22%
Salmonelle	50	100%	0	0%

Le classement des échantillons analysés par rapport aux normes a montré que :

1% des échantillons contient les coliformes dépassant les normes (soit 2 échantillons).

2% des échantillons contient staphylococcus aureus dépassent les normes (soit 4 échantillons).

5,5% des échantillons contient les moisissures dépassent les normes (soit 11 échantillons).

Les autres sont inférieurs aux normes.

L'interprétation des résultats est résumée dans la figure suivante

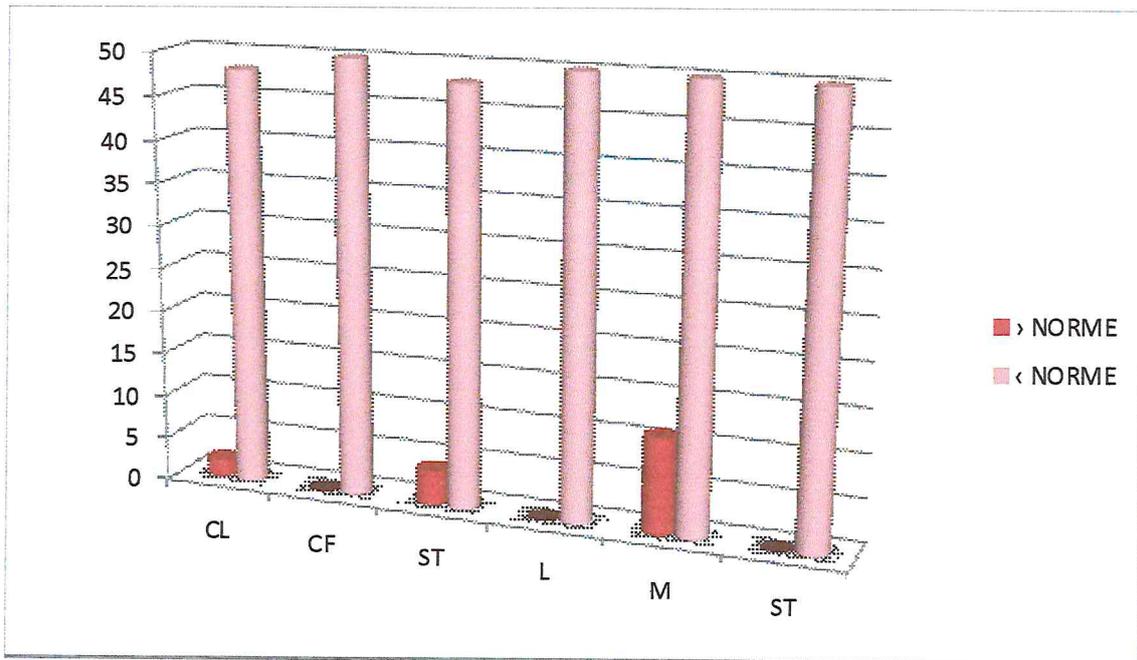


Figure n° 25 : représentation graphique du classement des résultats des analyses bactériologiques selon les normes de J.O.R.A.

3.3. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques :

La classification des résultats se fait selon 3 critères : (nous prenons en considération le nombre des coliformes fécaux, totaux, *staphylococcus aureus*, salmonelle, levures et moisissures dans un échantillon)

- Satisfaisants : quand le nombre des germes dans un échantillon est inférieur à **m**
- Non satisfaisants : quand le nombre des germes dans un échantillon est supérieur à **M**
- Acceptable : quand le nombre des dans un échantillon est compris entre **m** et **M**

Le calcul de **m** et **M** :

m : c'est le nombre des germes toléré par le J.O.R.A

M : c'est le seuil d'acceptabilité (des nombres des germes dans un échantillon) qui est calculé selon les milieux de culture de dénombrement :

Dans le milieu liquide est : 30m

Dans le milieu solide est : 10m

Les calculs de M des germes sont représenté dans le tableau suivant

Tableau n° XI : les calculs de M pour chaque germes

Germes recherchés	m	M
Coliformes totaux	10 germes/g	10^2 germes/g
Coliformes fécaux	1 germes/g	10 germes/g
Staphylococcus aureus	10 germes/g	10^2 germes/g
Levures	$<10^2$ germes	$<10^3$ germes/g
Moisissures	abs	0
Salmonelle	abs	0

Le classement des 50 échantillons selon les 3 critères est présenté dans la figure suivante :

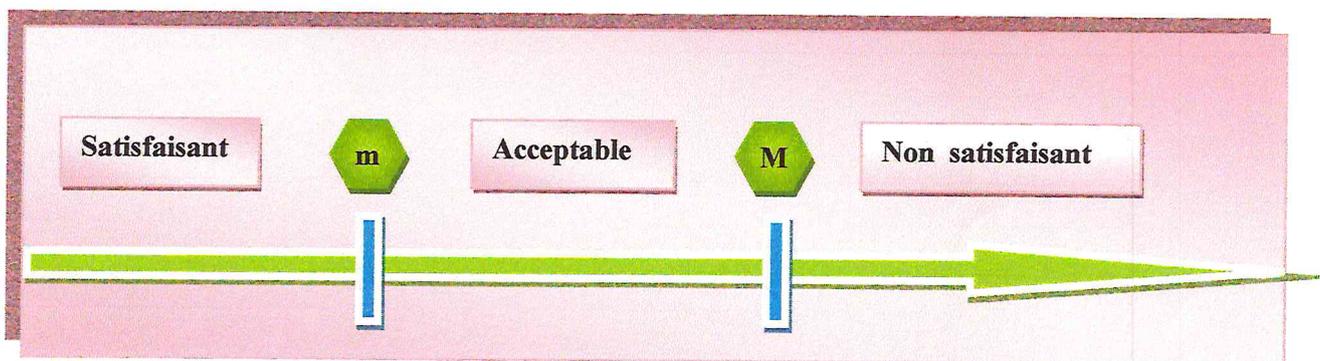


Figure n° 26: classification des échantillons selon les 3 critères.

Les résultats du classement des 50 échantillons selon les 3 critères sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau n° XII : résultats du classement des 50 échantillons selon les 3 critères :

Le critère	Nombres des échantillons	%
Satisfaisant	33	66%
Acceptable	1	2%
Non satisfaisant	16	32%

Les résultats de la classification des échantillons selon les 3 critères sont résumés dans la figure suivante :

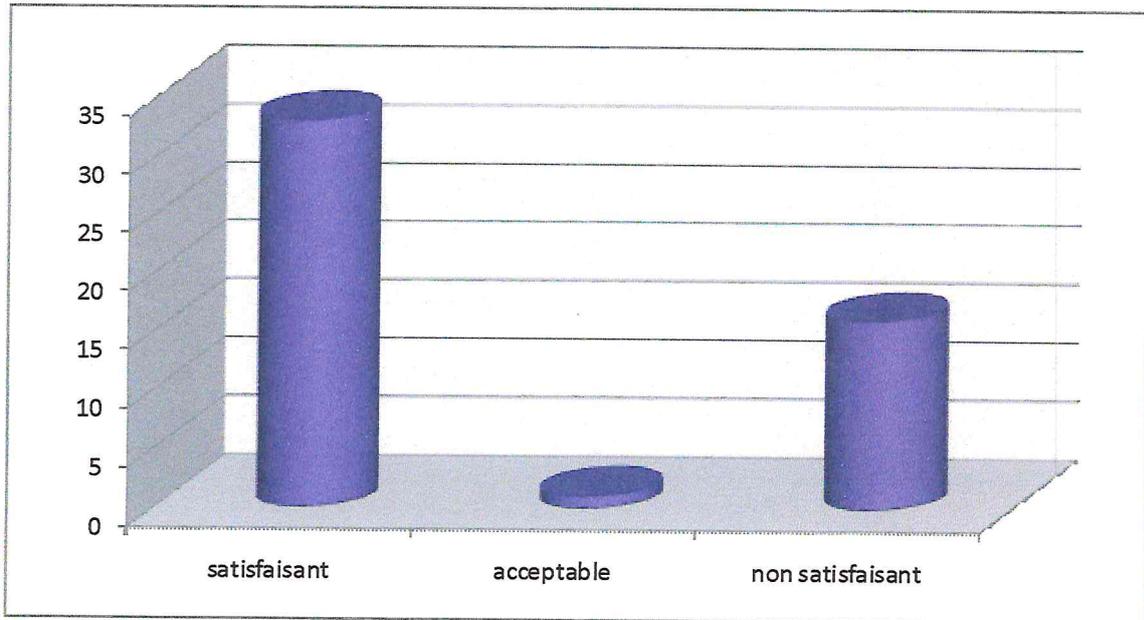


Figure n° 27 : la classification des échantillons selon les 3 critères.

4. DISCUSSION :

Les résultats de l'analyse microbiologique des 50 échantillons de yaourt aromatisé montrent :

La présence de coliformes totaux (CT) dans 4% des échantillons soit 2 échantillons sur 50 dont 4% qui présentent un taux supérieur au seuil requis. Les coliformes reflètent généralement la qualité hygiénique. Le yaourt est un produit laitier fermenté qui a pour origine une denrée d'origine animal(le lait en poudre), périssable sujette à des voies de contamination diverses qui commence par l'hygiène de l'usine tel que les conditions de stockage et de l'acheminement de ce produit, donc une bonne matière première implique un bon produit fini.

Cependant, nous attribuerons la présence de cette flore à :

- Contamination au cours de la chaîne de production.
- Mauvais nettoyage du matériel de fabrication.
- Conservation inadéquate ou trop longue, permettant la prolifération bactérienne.
- Mauvaise condition de fabrication.
- Fautes de manipulateurs.
- Contamination par l'emballage.

Nous notons l'absence des germes d'origine fécale à savoir *E.coli*, qui peut provoquer la diarrhée, la gastrite aiguë ou la colite chez l'homme.

Généralement, nous associons la présence des coliformes fécaux dans le yaourt à une contamination exogène le plus souvent d'origine fécale [83].

Nous constatons que la recherche de ces germes au niveau industriel constitue un test de qualité hygiénique globale [83].

Les yaourts ont une conservation relativement longue par rapport à d'autres produits frais car leur pH acide inhibe la croissance des bactéries [83]

La mauvaise qualité hygiénique d'un produit peut transmettre plusieurs maladies.

Pour les staphylococcus *aureus*, leur présence dans les aliments représente un risque pour la santé humaine, parce que certaines souches appartenant principalement à l'espèce *S. aureus* produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire à *staphylocoques* [83]. *Staphylococcus aureus* fait partie de la flore de la peau et des muqueuses de l'homme et de l'animal, c'est pour cela que l'homme est considéré comme le vecteur principal de contamination au cours

des manipulations intervenant tout au long de la chaîne alimentaire. Les résultats de cette analyse révèlent la présence de *staphylococcus aureus* dans 8% des échantillons nous pouvons liés ça à une contamination des échantillons lors de la manipulation.

La recherche et le dénombrement des levures révèlent un taux de contamination des échantillons par les levures de 8 % des échantillons soit 4 échantillons sur 50 dont 0% qui présentent un taux supérieur au seuil requis.

La recherche et le dénombrement des moisissures révèlent un taux de contamination des échantillons par les levures de 22 % des échantillons soit 11 échantillons sur 50 dont 22% qui présentent un taux supérieur au seuil requis.

Les levures et les moisissures sont largement présentes dans les denrées alimentaires. Ceci s'explique par le fait qu'elles peuvent y utiliser une large variété de substrats tels hydrates de carbone, les acides organiques, les protéines et les lipides. De plus, elles tolèrent des valeurs basses de pH, de température, ainsi que la présence de conservateurs. Elles peuvent même utiliser des ingrédients tels que les acides lactiques qui ont une action inhibitrice sur la croissance de nombreux microorganismes [84].

Leurs présences dans les échantillons peuvent s'expliquer par le manque d'hygiène probablement la contamination des chambres froides, mais aussi l'utilisation des aromes comme additifs, ces dernier peuvent être la source de contamination de plus ils sont additionnés après le traitement thermique et après fermentation dans le cas des yaourts brassées ou bien le contacte du produit avec l'air pendant une duré plus au moins longue [83].

Nous constatons aussi l'absence totale des salmonelles dans le yaourt analysé, ceci peut être expliqué par le fait que le yaourt est fabriqué à base de lait en poudre qui est déjà pasteurisé ce qui élimine les salmonelles, ainsi que la présence de bactéries lactiques thermophiles comme certains *Streptococcus* ou *Lactobacillus* qui produisent des acides entraînent l'élimination des salmonelles [84].

Le classement des analyses selon les 3 critères à montré que 66% des échantillons sont jugés satisfaisant et 2% des échantillons sont acceptables en outre 34 échantillons sur 50 ont une bonne qualité microbiologique mais 32% des échantillons sont non satisfaisants.

Ces résultats sont enregistrés avant la sortie des produits finis de la laiterie. Ces valeurs peuvent changer selon les conditions de transports et de stockage.

CONCLUSION

CONCLUSION

Le yaourt vient en tête des laits fermentés par sa large consommation et sa diversité dans les goûts et les arômes, c'est pourquoi il incite l'intérêt particulier des chercheurs pour l'élaboration de nouvelle performance.

Suite à notre étude qui a porté sur l'analyse microbiologique du yaourt, pendant 1 mois, les résultats obtenus ont montré que 4% des échantillons contient des coliformes totaux, 8% des échantillons contient des *staphylococcus aureus* et 22% contient des moisissures dépassant les normes. Les autres échantillons présentent des taux inférieurs aux normes. Nous avons noté une absence totale des salmonelles dans tous les échantillons.

Ces résultats ont permis de juger de la qualité microbiologique acceptable de ce produit fini (yaourt) en cours de la fabrication lié à une hygiène acceptable telle qu'observée au sein de l'unité.

Notre étude a montré que ce produit est consommable mais doit être amélioré et mis expérimentalement sur le marché comme tout autre produit capable de s'adapter aux exigences que nécessite l'évolution des produits alimentaires.

Comme perspective, nous proposons de :

- suivre de la cinétique de la fermentation et l'évolution de la flore lactique pour assurer un bon déroulement de la fabrication ainsi que la qualité et la stabilité du produit.
- respecter les conditions d'hygiène lors de la fabrication, du transport et du stockage du yaourt, ainsi que l'hygiène du personnel au niveau de l'usine.
- Respecter la pasteurisation à 90 °C qui détruit les germes pathogènes.
- entreposer les pots de yaourt entre 2°C et 4°C dans les chambres du stockage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

1. **BELHADIA M, SAADOUD M, YAKHLEF H et BOURBOUZE A (2009)** «La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Cheliff», Revue Nature et Technologie. n° 01/Juin 2009. Pages 54 à 62.
2. **BENCHARIF A (2001)** « stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématique ». Option méditerranéenne, ser .B /n° 32, 2001, pages 25 à 45.
3. **YILDIZ F (2010)** «Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products», CRC Press, Boca Raton, London, New York 2010.
4. **ANONYME (2006)**:www.best-of-fire.info/tpe2006/microbiologie_compo.html-5k
5. **KHALDI et NAILI (1995)** « Analyse des politiques de la sécurité alimentaire en Tunisie » in option Méditerranéenne n° 26 p 9-106.
6. **BOURGEOIS C.M et LARPENT J.P (1996)** « Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires » Tome 2. Éditions Tec et Docs, Paris, 512 pages
7. **LARPENT J.P (1997)** « Microbiologie alimentaire ; technique de laboratoire » tec et doc Lavoisier-paris ; 1073 pages
8. **Roudaut H et LEFRANQ E (2005)** « Alimentation théorique; science des aliments » édition Doin ; 303p
9. **LEDERER J (1977)** « Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire ». Tome II. Hygiène des aliments. 2^{ème} édition. Maloine, Paris, 310 pages
10. **VEISSEYRE R (1975)** « Technologie du lait: constitution, récolte, traitement et transfonnation ». 3ème édition. Paris, La Maison Rustique, 714 pages
11. **ANONYME (2013)** : <http://www.azaquar.com/doc/composition-physico-chimie-et-microbiologie-du-lait>
12. **ALAIS CH (1984)** « Science du lait: Principes des techniques laitières IVe édition. Paris. SEPAIC 1984 .814 pages»
13. **COLLECTION FAO (1995)** « Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- alimentation et nutrition » n° 28 2ème série. Rome 271 pages.
14. **ANONYME (2013)** (<http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F07.htm>)
15. **DEBRY G (2001)** « Lait ; nutrition et santé, édition : technique et documentation ». Lavoisier paris : 2001,273 pages
16. **FRERIOT M et VIERTLING E (2001)** «Biochimie des alimentations : diététique du sujet bien portant ».2° Edition. Doin éditeur, centre régional de documentation d'aquitaine. 2001.22p

17. **PERNOUD S., SCHEID N et al (2005)** «Les bactéries lactiques et probiotiques » .Edition Lavoisier Paris page 307.
18. **ANONYME (2013)** <http://www.produits-laitiers.com>
19. **GUYONNET J.P (2003)** « La matière grasse laitière, un formidable domaine de recherche» RLF, octobre 2003, n° 635, p.20-23.
20. **CARANTINO S (2003)** « Il n'y a pas de mauvais acides gras, il y a de mauvaises consommations » 126 RLF, octobre 2003, n° 635, p. 24-25.
21. **BRULE G (1987)** « Les minéraux. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière ». CEPIL - INRA, Paris, 1987, p 87-98.
22. **GUEGUEN L (1995)** «Apports minéraux par le lait et les produits laitiers ». Cah. Nutr. Diet, 1995 p 213-217
23. **NEVILLE M.C., ZHANG P et ALLEN J.C (1995)** « Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In : Jensen RG». Handbook of milk composition. Academic Press, San Diego, 1995, p577-592.
24. **VINGOLA C.L (2002)** « Science et technologie de lait : transformation du lait ». Montréal : polytechnique, 2002, 599 p.
25. **GOT R (1997)** « Les enzymes du lait ». Ann Nutr Alim, 1997, p291-A311.
26. **LINDEN G (1987)** « Le lait matière première de l'industrie laitière ». CEPIL-INRA, Paris, 1987, p121-127.
27. **COULON JB (1994)** « Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques ».1994, Rec. Med. Vét.170 (6/7) : p367-374.
28. **GUIRAUD J.P (2003)** « Microbiologie alimentaire ». Edition Dunod, Paris, 2003, 651 p
29. **ANONYME (2009)** http://static.skynetblogs.be/media/139560/lait_cru.pdf
30. **La Maison du Lait 2013** : CNIEL, Centre national interprofessionnel de l'économie laitière, adresse URL <http://www.maison-du-lait.com>
31. **ANONYME (2001)**: http://www.hubrural.org/IMG/pdf/agridoc_lait_pasteurise.pdf
32. **AZAQUAR.COM (2013)**: Adresse URL <http://www.azaquar.com/doc/technologie-des-laits-de-consommation-lait-pasteuris%C3%A9->
33. **ANONYME (2007)** <http://www.cniel.com/prodlait/LAIT/Lait33.html>
34. **ANONYME (2009)** http://www.ile-de-france.chambagri.fr/m_affiche/produit/05xx_lait.pd
35. **JOUVE J.L (1996)** « La qualité microbiologique des aliments. Maîtrise et critères ».2ème édition. Edition Polytechnique, Paris, 1996, p372-444.
36. **LEDRER J (1986)** « Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire ».Tome 2 ; hygiène des aliments. Paris, école de médecine 3eme édition, 1986, 295 P.

37. **VILLAN A.C (2010)** « Qu'est-ce que le lait ? » Revue française d'allergologie 50 (2010) 124–127, p 126.
38. **FAO et OMS, 2011** : Codex alimentaire, lait et produits laitiers 2eme Edition, Rome 2011, 136 pages.
39. **GEM RCN (2012)** « Groupe d'études des marches de restauration collective et de nutrition spécification, technique de l'achat public, laits et produits laitiers » décision n° 2009-03 du 30 juillet 2009 du comité exécutif de l'OEAP, P16.
40. **BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F., et ZUCCA J (1996)** « Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments », Tome 1. Editions Tec et Docs, Paris, 672 p
41. **HANSEN E (2011)** « Approche microbiologique des yogourts et probiotiques, Epalinges », 31 octobre 2011.p : 5.
42. **JEANTET R., CROGUENNEC.T., MAHAUT M., SCHUCK P et BRULÉ G (2008)** : « Les produits laitiers » 2e édition, Editions TEC & DOC, Paris.2008, Page 23
43. **SCHUL L (1999)** « ferments en folie, fondation alimentarium Nestlé, Vevey »
44. **LUQUET F.M et CORRIEU G (2005)** « Bactéries lactiques et probiotiques », Edition Tec et Doc Lavoisier, 2005, pp 25- 56.
45. **FREDOT E (2005)** « Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique », Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris, 2005, 397p
46. **Mahaut. M, JEANTET. R, SCHUCK P et Brulé G (2000)** « Les produits industriels laitiers », Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris, 2000, pp 1- 60.
47. **BEAL et SODINI (2003)** « fabrication des yaourts et des laits fermentés » volume BIO 1 Edition techniques d'ingénieur. Paris. F 6315. 18 P
48. **LUQUET F.M et YVETTE B.L (1985)** Laits « et produits laitiers ; vache- brebis- chèvre », Tome 3 : qualité- Energie et tables de composition , Edition Techniques et documentation Lavoisier, Paris, 1985 : 445p.
49. **Paci Kora Enkelejda (2004)** « Interactions physicochimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur » thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Institut national agronomique Paris – Grignon discipline science des aliments, 2004, 190p.
50. **JEANTET R., CROGUENNEC T ; SCHUCK P et BRULE.G (2006)** « science des aliments », volume 1. Tec et Doc, Lavoisier, paris, 2006, 351-353P
51. **LOONES (1994)** « lait fermentés par les bactéries lactiques. Bactéries lactiques ». Tome 2 Edition LORICA France.

52. MAHAUT M ; JAENTET R ; CROGUENNEC T ; SCHUK P et BRULE G (2008) « les produits laitiers ». Edition Tec & Doc. Lavoisier. 2eme Edition. 24p
53. TAMINE A.Y et ROBINSON RX (1985) « science et technologie de yaourt » Pergamon Ress. Oxford. p. 7-89
54. TAMIME A Y; KALAB M et DAVIES G (1984) «Microstructure of set-style yoghurt manufactured from cow's milk fortified by various methods». Food microstructure.3-33-92p.
55. GRET (2011) « Transformer les produits laitiers frais à la ferme ». EDUCAGRI EDITION.2eme édition 2011 .58-59p
56. FACKLAM (2002) « Qu'est-il arrivé aux streptocoques: Aperçu des taxonomique et changements de nomenclature », revue de microbiologie clinique. October 2002 vol. N° 15. 613-630p
57. ANONYME (2013) (<http://www.bioagro.it/ita>)
58. LARPENT J.P (1989) « microbiologie alimentaire : les bactéries lactiques ». Lavoisier : techniques et documentation, 1989.
59. BOTAZZI V (1988) «an introduction to rodshaped lactic, acid bacteria. Biochimie », 1988, 303 -315P
60. ANONYME (2013)(<http://bacterianamehere.pbworks.com/w/page/8382810/Classification>)
61. FRANÇOIS N et EGIZIO V (1995) « Agro-alimentaire: une économie de la qualité » Paris 1995. P 155.
62. BROUTIN C., FRANCOIS M., et Niculescu N (2006) « Gestion de la qualité dans la transformation laitière » : Expérimentation d'une démarche d'élaboration concertée de guides de bonnes pratiques d'hygiène au Sénégal et au Burkina , Atelier sous régional « vers de nouvelles politiques laitières », Bamako, juin 2006
63. ANONYME (2010): http://www.memoireonline.com/03/09/2020/m_Le-management-de-la-qualite-une-necessite-pour-les-entreprises-burkina
64. PITET L, (2004) « la qualité à l'officine », édition du moniteur des pharmacies, p199
65. FRANÇOIS ; LUQUET F.M et GEORGES C (2005) « bactéries lactiques et probiotiques », technique et documentation, Lavoisier, 2005.
66. BRANGER A., RICHER M.M et ROUSTEL S (2007) « Alimentation et processus technologiques » Educagri Editions, 2007 - 293 pages
67. VIERLING E (2008) « Aliments et boissons: Technologies et aspects réglementaires » Wolters Kluwer France, 2008 - 203 pages
68. ISO 5492 (1992) normes internationales ISO 5492.analyse sensorielle. Vocabulaire. *In* « contrôle de la qualité des produits alimentaires ».1995(EDS) ; AFNOR. PARIS

69. **MOULTON J.L (1985)** « la qualité des produits alimentaires : probiotique, initiation, gestion et control ». Technique et documentation, Lavoisier, paris, 1985 ; 1 à 707p
70. **JEAN-LOUIS CUQ (2004)** « contrôle microbiologique des aliments » manuel technique . polytech département STIA 10-11 p P. 36- 39
71. **GUIRAUD J.P et ROSEC J.P (2004)** « pratique des normes en microbiologie alimentaire », AFNORE, 2004 12-44 p
72. **OMBRE A et BUTTIAUX R (1983)** « bactériologie médicale et vétérinaire systématique bactérienne » 2 eme édition 1983
73. **ANONYME (2013)** <http://www.dauphilab.fr/2011/07/08/la-bacterie-escherichia-coli-a-lorigine-dinfections-alimentaires>
74. **CAUTHY L et PERREAU J.M (2009)** « conduite du troupeau bovin laitier » édition France agricole. 334 pages.
75. **AVRIL J.L ; DABERNAT H ; DENIS F et MONEIL H (1992)** « bactériologie clinique », 2eme Edition. Edition Ellipses.
76. **ANONYME (2010)** <http://e-sante.futura-sciences.com/molecule-antibiotique-bacterie.html>
77. **ANONYME (2012):**
<http://amgar.blog.processalimentaire.com/wpcontent/uploads/2010/11/salmonella1.jpg>
78. **AZIZI D (2009)** « bactériologie des aliments » IPA 2009.
79. **CUQ J.L (2007)** « microbiologie alimentaire » département de sciences et techniques des industries alimentaires, cours 4^e année. université Montpellier II science et technique du Languedoc
80. **ANONYME(2011)**
http://www.inspq.qc.ca/moisissures/photos/Aspergillus_flavus_st%C3%A9r%C3%A9o_3.jpg
81. **BOURGEOIS C.M et LEVEAU J.P (1991)** « technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire, le contrôle microbiologique » 2eme ED, tec & doc lavoisier : tome 03 p : 431 – 432
82. **ANONYME 14 (2011)** <http://www.ecosociosystemes.fr/levure.jpg>
83. **BUYSER M.L., LAPEYRE C, DILASSER F et JANIN F (1997)** « Le point sur les TIAC à staphylocoques : foyers déclarés et résultats de l'analyse d'aliments suspects ». *In* Actes du colloque « Faut-il craindre les microorganismes présents dans les aliments ? » (P. Colin, édit.), 13-14 mars, Paris. Société française de microbiologie, Paris,p 7-16.
84. **ROSSE P., BEAUFORT A., CORNU M., POUMEYROL G (2002)** « la chaine du froid en agroalimentaire, Cahier de Nutrition et de Diététique, (2002), p50-56 .

ANNEXES

ANNEXE n° 1

Aouel Safar 1419
27 mai 1998

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35

9

TABLEAU I (suite)

PRODUITS	n	c	m
7. Lait déshydraté destiné aux industries alimentaires:			
— germes aérobies à 30° C	1	—	2.10 ⁵
— coliformes	1	—	1
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	2	absence
— antibiotiques	1	0	absence
8. Yaourts ou yoghourts :			
— coliformes	5	2	10
— coliformes fécaux	5	2	1
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10
— levures	5	2	<10 ²
— moisissures	5	0	absence
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
9. Laits acidifiés :			
— coliformes	5	2	3.10 ⁴
— coliformes fécaux	5	2	30
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	3.10 ²
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
10. Fromages frais :			
— coliformes	5	2	10
— coliformes fécaux	5	2	1
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— <i>Listeria monocytogene</i>	5	0	absence
11. Fromages à pâtes molle :			
— coliformes	5	2	10 ²
— coliformes fécaux	5	2	10
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	10 ²
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	2	1
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— <i>Listeria monocytogene</i>	5	0	absence
12. Fromages à pâtes dure et demi-dure :			
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	10 ²
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— <i>Listeria monocytogene</i>	1	0	absence
13. Glaces et crèmes glacées :			
13.1. Glaces et crèmes glacées de consommation :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 ⁴
— coliformes	5	2	10 ²
— coliformes fécaux	5	2	1
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10
— <i>Salmonella</i>	10	0	absence
13.2. Préparation pour glaces et crèmes glacées :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	2,5.10 ⁴
— coliformes	5	2	10
— coliformes fécaux	5	2	1
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10
— <i>Salmonella</i>	10	0	absence

ANNEXE n°2 :

Le matériel non biologique

Appareillage :

- Etuve réglable à différentes températures
- Bec bensen
- Réfrigérateur
- Four pasteur
- Bain Marie
- Balance
- Agitateur
- Microscope

Verrerie et autres :

- Pipette pasteur stériles
- Tubes à essai
- Pipettes graduées de 10ml
- Boites de pétri
- Alcool
- Coton cadré

Réactifs et additifs

- Réactif de Kowacs
- Additifs sulfites de sodium
- Additifs tellurites

Milieu de culture

➤ Milieux solides

- Gélose Chapman agar
- Gélose glucosée à l'oxytétracycline (OGA)
- Gélose HEKTOEN
- VRBL

➤ Milieux liquides

- Bouillon biliée au vert brillant (BVBL) avec cloche de

- Bouillon d'eau peptone exempte d'indole (EPEI)
- Bouillon Giolitti et Cantoni
- Tryptone-sel-eau (TSE)

Produit biologique :

- Plasma du lapin

ANNEXE n° 3

Les compositions des milieux de cultures.

▪ VRBL :

Peptone	7g
Extrait de levure	3g
Lactose	10g
Chlorure de sodium	5g
Mélange de sels biliaires	1,5g
Rouge neutre.....	0,03g
Cristal violet	0,002g
Agar	13g
Eau distillée	1L
pH=7,4	

▪ TSE:

Molécules organiques azotées	1g
NaCl	8,5g
Eau distillée	1L

▪ Gioliti Cantoni (GC) :

Peptone de caséine	10g
Extrait de viande	5g
Extrait de levure	5g
Chlorure de lithium	5g
D(-)-mannitol	20g
Chlorure de sodium	5g
Glycine	1,2g
Pyruvate de sodium	3g

Tween ^R 80	1g
Eau distillée	1L
pH = 6,9 ± 0,2	

▪ **Bouillon au sélénite de sodium et la Caséine (SFB):**

Peptone trypsine de caséine	5g
L- Cystéine	0,01g
Lactose	4g
Phosphate de sodium	10g
Sélénite de Sodium	4g
Eau distillée	1L
pH=7	

▪ **Gélose Chapman :**

Extrait de viande (bovin ou porcin)	1g
Peptone de caséine et de viande (bovin ou porcin)	10g
Chlorure de sodium	75g
D-mannitol	10g
Agar	15g
Rouge de phénol	0,025g
Eau distillée	1L
pH = 7,4	

▪ **Gélose Sabouraud :**

Peptone de viande (bovin ou porcin)	3g
Peptone de caséine (bovin)	3g
Peptone de Soja	3g
Extrait de levure	2g
Extrait de malt	1g
Glucose	19g
Phosphate mono potassique	0,5g
Phosphate di sodique	0,5g

Agar 13g

Eau distillée 1L

pH = 6,4

▪ **Gélose HEKTOEN:**

Protéose peptone 12g

Extrait de levure 3g

Chlorure de sodium 5g

Thiosulfate de sodium 5g

Sels biliaires 9g

Citrate de fer ammoniacal 1,5g

Salicine 2g

Lactose 12g

Saccharose 12g

Fuchsine acide 0,1g

Bleu de bromothymol 0,065g

Agar 14g

Eau distillée 1L

pH=7,5

ANNEXE n° 4

Technologie de la fabrication du yaourt:

Les différentes étapes de la fabrication du yaourt sont résumées dans la figure suivante:

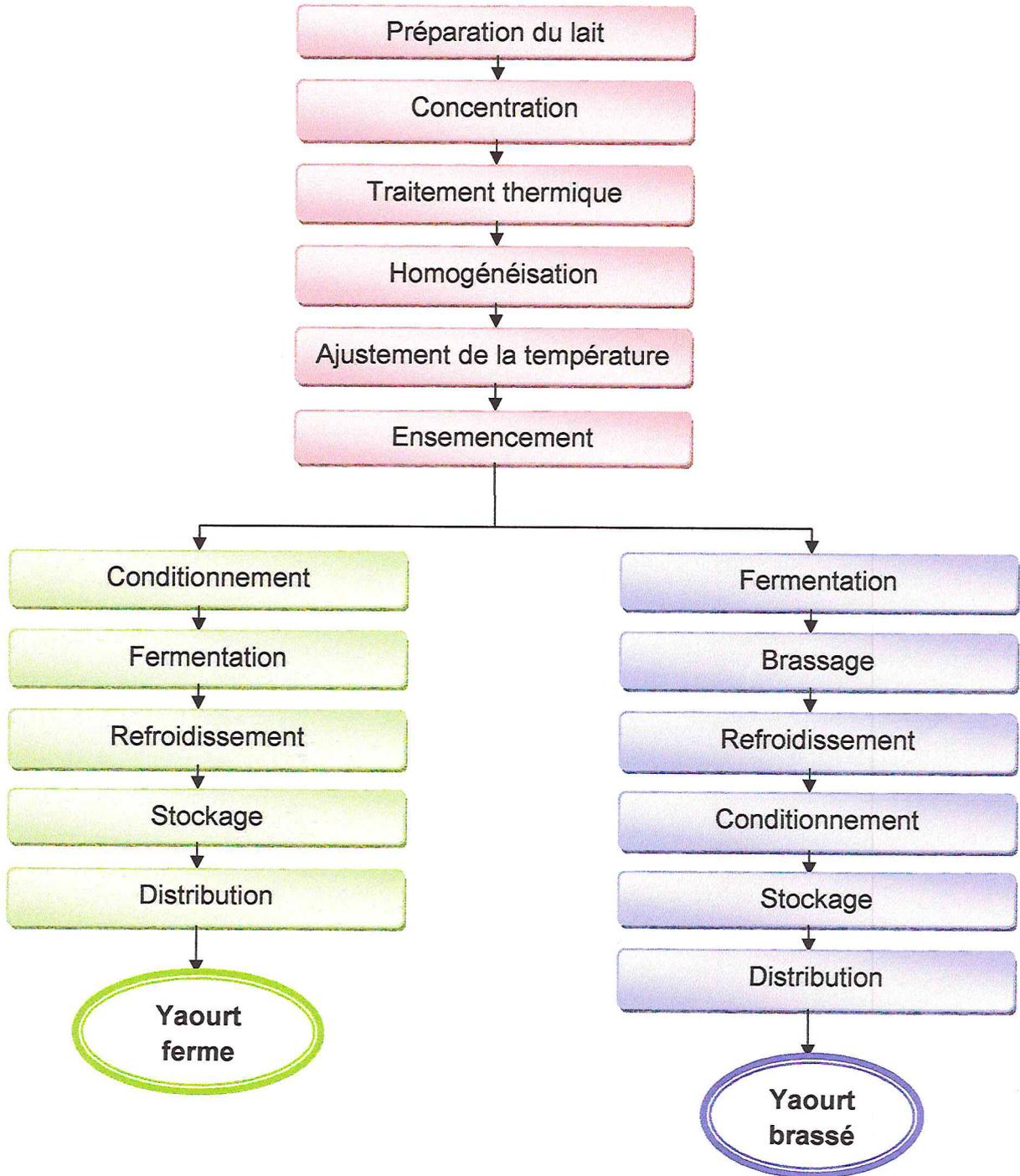


Schéma de la fabrication du yaourt

ANNEXE n°5

Composition du lait en minéraux et oligoéléments (Mathieu, 1998).

Minéraux		Oligoéléments	
Nom	Teneur g/l	Nom	Teneur g/l
Calcium	1.23	Zinc	$[1,5-6].10^{-3}$
Phosphate	1.94	Iode	$[0,01-0,3].10^{-3}$
Potassium	1.51	Fer	$[0,1-0,8].10^{-3}$
Magnésium	0.13	Cuivre	$[0,015-0,3].10^{-3}$
Chlorure	1.11		
Sodium	0.50		