

1087

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRA



1087THV-2

Ministère de l'Enseignement Supérieur et d

Université de Blida-1-

Institut des Sciences Vétérinaires



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

THEME :

***Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique  
du yaourt brassé à boire « trèfle »***

Réalisé par :

**M<sup>elle</sup> KHERZANE Djazia**

et

**M<sup>elle</sup> KHELIFA Hassiba**

Devant le jury:

**M<sup>r</sup> BERBER.A**

Professeur à I.S.V de Blida

Président

**M<sup>me</sup> ABDELLAOULL**

Maître assistante à I.S.V de Blida

Examinatrice

**M<sup>elle</sup> TARZAALLD**

Maître assistante à I.S.V Blida

Promotrice

**Année universitaire: 2014/2015**

## REMERCIEMENTS

Avant tout, louange à **DIEU** tout puissant qui nous a guidé vers le savoir et nous a donné la force, la foi et la santé pour achever ce modeste travail.

Nos sincères remerciements et toute notre gratitude à notre promotrice **M<sup>elle</sup> TARZAALID**, maitre assistante à l'institut des sciences vétérinaires de Blida pour sa patience et sa responsabilité, et ces conseils en or tout au long de notre travail.

Nos chaleureux remerciements pour :

**M<sup>r</sup> BERBER.A**, professeur à l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Blida, pour avoir présidé le jury, ainsi que :

**M<sup>me</sup> ABDELAOUIL**, maitre assistante à l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Blida, pour avoir examiné ce mémoire.

Nous remercions énormément **M<sup>r</sup> OUKIL BRAHIM**, le directeur de la qualité de la laiterie **TREFLE** de nous avoir facilité l'accès au laboratoire de la laiterie et **M<sup>elle</sup> BERBETE KARIMA** ainsi que toute l'équipe du laboratoire de microbiologie et du contrôle physico-chimique de la laiterie pour leur aide afin de réaliser ce travail.

En fin, nous souhaitons adresser nos vifs remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin en apportant leur aide à l'élaboration de ce présent travail ainsi qu'à la réussite de cette année universitaire.

## DEDICACES

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 ma mère **Fatma** et mon père **Benyahya**, ceux qui dès mon enfance, m'ont appris que la vie est un combat, 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 mes frères **Laid ,Okba** et **Abdel Aziz** et mes sœurs :**Fatma Zohra, Khadidja, Amina, Malika, Fadila, Nacira** et **Khawla** mes deux nièces **Norhan** et **Amira**

A tous les membres de la famille **Khelifa**

A mon binôme **Djazia** 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 2014-2015.

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

**HASSIBA**

## DEDICACES

Disposant d'une seule page, il m'est très difficile de dédier ce modeste travail tant sont nombreux : les proches, amies ou famille qui mériteraient d'être cités.

Avant tout je dédie ce fruit de 18 ans d'études pour deux êtres qui me sont trop chers : papa **Hacene** et maman **Aicha** qui m'ont promis de me soutenir pendant toute ma carrière sans attendre une récompense au retour en m'entourant de leur tendresse, de bonheur, d'affection et surtout d'amour jusqu'à aujourd'hui.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

« Papa et maman merci pour une autre fois que **DIEU** vous bénisse et vous protège ».

A mes deux sœurs bien aimées qui ont cru en moi **Louiza, Anissa** et son mari **Sofiane** et leur petite princesse **Mellissa, et son petit fils Nadir**

A mon cher, adorable et unique frère **Ilyes**.

A ma grand-mère **Fariha**.

A mes oncles **Mohamed, Hocine, Mouloud, Mahmoud** et leurs familles, grands et petits.

A mes tantes **Malika, Yamina et Aicha**.

A tous mes cousins et cousines.

A tous mes professeurs qui m'ont enrichi de leur savoir et tout le personnel de l'institut des sciences vétérinaires de Blida.

A tous les membres du groupe « **DIR EL KHIR GOURAYA** ».

A mon binôme **Hassiba** et toute sa famille.

A toutes mes amies : **Hizia, Sakina, Meriem, Celya, Nour, Soumya, Ghania, Amina, Aicha, Hanene, Ikram et Sarah**.

A mes camarades de la promotion 2014-2015.

En particulier à ma meilleur amie **Asma** et à **Youcef** qui m'a encouragé durant toute l'année.

A tous ceux qui me sont chers.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin pour élaborer ce mémoire.

**DJAZIA**

## RESUME

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

Pour ce faire, nous avons mis l'accent sur une étude planant autour de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé aromatisé à boire <Yog>.

Notre étude était au sein de la laitière de TREFLE située dans la zone industrielle Ben Boulaid - 01- Blida, où nous avons analysé 50 échantillons du yaourt mentionné.

Les résultats de l'étude ont révélés une bonne qualité physico-chimique, ainsi qu'une bonne qualité microbiologique caractérisée par l'absence totale de bactéries pathogènes comme les *staphylococcus aureus*, la salmonella, les coliformes totaux et fécaux ainsi que les levures et les moisissures.

**Mots clés:** Yaourt, brassé aromatisé, qualité, physico-chimique, microbiologique.

## ABSTRACT

The yoghurt is one of the most dairy products consumed by the community, especially the children. It must be subject to strict control of food, and this is due to the risks that can be caused to the health of the consumer.

For this purpose we have focused on a study hovering around physico-chemical quality and microbiological of the drinking yoghurt brazed aromatized g < Yog >.

Evaluation represents our work place in dairy Travel located in the industrial zone -01- Ben Boulaid Blida where we tested 50 samples of the yoghurt mentioned.

The results of the study showed a good quality physico-chemical and microbiological of the complete absence of pathogenic bacteria as a *staphylococcus aureus*, Salmonella, coliforms total and fecal as well as yeasts and fungi.

**Key words:** Yoghurt, brazed aromatized, quality, physico-chemical and microbiological.

## ملخص

يعتبر الياؤورت من مشتقات الحليب الأكثر استهلاكاً من طرف المجتمع وخاصة فئة الأطفال لذلك فإن تسويقه يجب أن يكون خاضعاً لرقابة غذائية صارمة، وهذا راجع للمخاطر التي يمكن أن يسببها لصحة المستهلك. لهذا الغرض لقد ركزنا على إجراء دراسة تحوم حول تقييم الجودة الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لليأورت المعطر الممزوج للشرب << Yog >>

تمثل مكان عملنا في ملبنة ترافل الواقعة في المنطقة الصناعية بن بولعيد -01- ، وفيها قمنا باختبار 50 عينة من الياؤورت المذكور.

وقد أظهرت نتائج الدراسة ،جودة فيزيوكيميائية وميكروبيولوجية جيدة بالغياب التام للبكتريا الممرضة كالستافيلوكوك أوريوس و السالمونيلا والبكتريا الدالة على الاعتدادات القولونيات الكلية والبرازية وكذا الخمائر والفطريات

**الكلمات المفتاحية :** ياؤورت, معطر ممزوج ، الجودة الفيزيوكيميائية ,الميكروبيولوجية.

## LISTE DES ABREVIATIONS

**Abs** : Absence.

**AG** : Acide gras

**CF** : Coliformes fécaux

**CT** : Coliformes totaux

**Ech** : Echantillon

**E-coli** : *Escherichia coli*

**Epp** : eau péptoné tamponné

**EST** : extrait sec total

**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

**L** : levures

**LB** : Lactobacillus

**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.

**SM** : solution mère

**TSE** : Tryptone Sel Eau.

**ST** : Staphylococcus aureus



## LISTES DES FIGURES

**Figure 1 :** Thermophilus Streptococcus (Bâtonnets)

**Figure 2 :** Lactobacillus bulgaricus (Chainettes)

**Figure 3 :** Schéma illustrant les interactions de Streptococcus.th et Lactobacillus. Bu en culture mixte dans le lait

**Figure 4 :** Yaourts brassés à boire « YOG » produit au niveau de la laiterie « trèfle »

**Figure 5 :** Détermination du pH par le pH-mètre

**Figure 6 :** Peser de la coupelle en aluminium

**Figure 7 :** Mettre la coupelle dans le dessiccateur en verre

**Figure 8 :** Détermination de la teneur en matière grasse

**Figure 9 :** Prélèvement du yaourt

**Figure 10 :** Préparation des boites par la gélose VRBL fondue

**Figure 11 :** Préparation des boites par la gélose Sabouraud fondue

**Figure 12 :** Classement des résultats physico-chimiques par rapport aux normes

**Figure 13 :** Taux de contamination bactérienne du yaourt brassé bouteille

**Figure 14 :** Classement des résultats par rapport aux normes (JORA)

**Figure 15 :** Classement des échantillons selon les trois critères

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau I :** Caractères organoleptiques du lait cru

**Tableau II :** Concentration moyenne des minéraux du lait cru

**Tableau III :** Composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt

**Tableau IV :** Points de différences entre le yaourt étuvé et brassé

**Tableau V :** Résultat des analyses physico-chimiques

**Tableau VI :** Résultat des analyses microbiologiques

**Tableau VII :** Normes physico-chimiques du yaourt brassé selon J.O.R.A

**Tableau IX :** Classement des résultats physico-chimiques selon J.O.R.A

**Tableau IIX :** Les résultats des analyses bactériologiques du yaourt brassé bouteilles

**Tableau X :** Normes des analyses microbiologiques selon J.O.R.A

**Tableau XI :** Interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites par J.O.R.A

**Tableau XII :** Calculs de M pour chaque germes

**Tableau XIII :** Classement des échantillons selon la qualité du de yaourt brassé à boire de la laiterie TREFLE

**SOMMAIRE**

INTRODUCTION.....1

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE 01:LAIT ET FERMENTATION LACTIQUE**

1. 1. Le lait.....2

1.1.1. Définition.....2

1.1.2. Propriétés physico-chimique du lait.....2.

1.1.2.1. Caractéristiques organoleptiques.....2

1.1.2.2. Caractères physiques du lait cru.....3

1.1.2.2.1. pH du lait.....3

1.1.2.2.2. Point de congélation .....3

1.1.2.2.3. Point de l'ébullition.....3

1.1.2.2.4. Densité du lait.....4

1.1.2.2.5. Acidité du lait.....4

1.1.3. Composition chimique et valeur nutritive du lait cru.....4

1.1.3.1. Eau.....4

1.1.3.2. Glucides (lactose).....4

1.1.3.3. Protides .....5

1.1.3.4. Minéraux.....5

1.1.3.5. Vitamines .....5

1.2. Fermentation et ferments lactiques.....6

## SOMMAIRE

---

1.2.1. Définition.....	6
1.2.2. Ferments lactiques du yaourt .....	6
1.2.2.1. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	7
1.2.2.2. <i>Streptococcus Thermophilus</i> .....	7
1.2.2.3. Comportement associatif des deux souches.....	7
1.2.3. Origine des bactéries lactiques.....	9
1.2.4. Rôle des ferments lactiques dans le yaourt.....	9
<b>CHAPITRE 2 : LE YAOURT</b>	
2.1. Définitions .....	10
2.2. Historique.....	10
2.3. Intérêt nutritionnel du yaourt.....	10
2.4. Classification des types de yaourt.....	12
2.4.1. Texture.....	12
2.4.1.1. Yaourts brassés.....	12
2.4.1.2. Yaourts fermes (coagulés en pot).....	12
2.4.1.3. Yaourts à boires (texture liquide).....	12
2.4.1.4. Yaourts concentrés.....	13
2.4.1.5. Yaourts glacés.....	13
2.4.2. Gout.....	13
2.4.2.1. Yaourts nature (sans additions.....	13

## SOMMAIRE

---

2.4.2.2. Yaourts sucrés.....	13
2.4.2.3. Yaourts aromatisés.....	13
2.5. Technologie de la fabrication du yaourt et les points de différence.....	13
2.5.1. Yaourt ferme.....	13
2.5.2. Yaourt brassé.....	00...14

### CHAPITRE 3 : LE CONTROLE DE QUALITE

3.1. Qualité.....	15
3.1.1. Définition.....	15
3.2. Contrôle de qualité.....	15
3.2.1. Définition.....	15
3.3. Différentes types des composantes de la qualité.....	15
3.4. But du contrôle de la qualité.....	15
3.5. Qualité du yaourt.....	16

### PARTIE EXPERIMENTALE

1. Lieu et période de stage.....	17
2. Matériel et méthodes.....	17
3. Résultats.....	29
4. Discussion.....	36

Conclusion .....	38
------------------	----

Références bibliographiques

Annexe

**PARTIE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

# INTRODUCTION

---

## INTRODUCTION

La fermentation lactique considéré comme un accident fâcheux peut être au contraire utilisée pour la préparation de lait caillés (yogourt) ou fermentés (kéfir, koumis). Le Yagourt, facile à dégirer, favorise la multiplication dans notre intestin de bacilles lactiques qui s'opposent dans certaine mesure au développement des microbes de la putréfaction [38].

En Algérie, la filière lait malgré sa dépendance pour son approvisionnement, reste dynamique dans sa production et notamment dans sa diversité de ses produits laitiers [13].

Elle est le premier consommateur de produits laitiers au Maghreb, avec un marché annuel estimé en 2004, à plus de 1,7% milliard de litres avec un taux de croissance de 8% et une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 litres par habitant et par an en 2010 [3].

Dans les industries alimentaires, la qualité du produit ne signifie pas seulement agrément, commodité du consommateur et réputation d'une marque, mais aussi sécurité, et c'est très important puisque l'ingestion d'aliments de mauvaise qualité, ou mal conservés, peut rendre malade. Cette propriété absolue de la qualité situe donc l'importance du contrôle qui lui est associé [37].

La recherche de la qualité au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agroalimentaire. La qualité se contrôle par des systèmes de vérification, des techniques d'analyses standardisées [21].

Dans ce contexte, nous avons réalisé notre étude expérimentale au saint de la laiterie **TREFLE** qui a pour but d'apprécier la qualité hygiénique et sanitaire du yaourt brassé à boire par :

- L'analyse physico-chimique du produit fini.
- L'analyse bactériologique du produit fini.

**CHAPITRE 01 :**

**LE LAIT ET**

**FERMENTATION**

**LACTIQUE**

**CHAPITRE 01:****LAIT ET FERMENTATION LACTIQUE****1. 1. Le lait****1.1.1. Définition**

Le lait ou « leben » en arabe classique ou « halib » en arabe dialectale désigne universellement le lait de vache [24].

C'est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. [7, 9].

**1.1.2. Propriété physico-chimique du lait****1.1.2.1. Caractéristiques organoleptiques**

Le lait cru est plus riche en crème, doué d'une odeur identifiable peu accentuée et d'une saveur légèrement sucrée (Voir tableau I).

**Tableau I:** Caractères organoleptiques du lait cru [25].

Caractères examinés	Caractères normaux	Caractères anormaux
<b>Couleur</b>	Blanc mat : lait normal Blanc jaunâtre : lait riche en crème Blanc bleuâtre : lait écrémé ou fortement mouillé	Gris jaunâtre : lait de rétention Lait de mammite Bleu, jaune : lait coloré par des substances chimiques ou par des pigments bactériens
<b>Odeur</b>	Odeur faible	Odeur de putréfaction, de moisi, de rance
<b>Saveur</b>	Saveur agréable (variable selon le degré de chauffage du lait)	Saveur salé : lait de rétention Lait de mammite Goût amer : lait très pollué par des bactéries
<b>Consistance</b>	Homogène	Aspect grumeleux : lait de mammite Aspect visqueux ou coagulé : lait très pollué par des bactéries

### 1.1.2.2. Caractères physiques du lait cru

#### 1.1.2.2.1. pH du lait

Le pH du lait frais à 20°C varie entre 6,6 et 6,8 plutôt proche de 6,6 immédiatement après la traite. Il augmente légèrement dans les heures suivantes par diminution de la quantité du dioxyde de carbone dissout dans la phase aqueuse du lait [19].

#### 1.1.2.2.2. 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 / [5].

#### 1.1.2.2.3. Point de l'ébullition

Comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C. Cette propriété physique diminue avec la pression [2].

#### 1.1.2.2.4. Densité du lait

La densité du lait à 15°C est en moyenne 1,032. Elle est la résultante de la densité de chaque un des constituants du lait. Il convient de mesurer la densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car autrement, à l'état solide, les matières grasses ont une densité variable [33].

#### 1.1.2.2.5. Acidité du lait

Le lait de vache est légèrement acide en ce sens qu'il faut lui ajouter une solution basique pour le neutraliser, plus précisément pour entrainer le changement de couleur d'un indicateur coloré. L'acidité du lait est une acidité de titration. On exprime couramment l'acidité d'un lait en degré Dornic ; officiellement et par convention ; on la donne en gramme d'acidité lactique par titre de lait [34].

### 1.1.3. Composition chimique et valeur nutritive du lait cru

Les constituants du lait cru diffèrent d'une espèce à une autre. Il est constitué essentiellement d'eau, de glucides (lactose), de protéines, de lipides et de sels dont les proportions diffèrent.

#### 1.1.3.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion, dans laquelle sont dispersés tous les autres constituants [21].

Elle se trouve sous deux formes selon MAHAUT et al [32] :

- L'eau extra micellaire représente environ 90 % de l'eau totale, et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles, de l'azote soluble.
- L'eau intra micellaire représente environ 10 % de l'eau totale ; une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés solvants

#### 1.1.3.2. Glucides (lactose)

En dehors de sa présence dans le lait, le lactose est un sucre extrêmement rare. C'est le constituant le plus rapidement attaqué par action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Cette transformation parfois gênante est souvent utilisée en industrie laitière notamment pour l'obtention des laits fermentés notamment le yaourt. Son pouvoir sucrant est six

fois plus faible que le sucre ordinaire. A titre d'exemple, si on considère le pouvoir sucrant du saccharose égal à 100, celui du fructose est de 170, celui du glucose est de 75 et celui du lactose est de 17 [41].

#### 1.1.3.4. Protides

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 et globulines), 1% autres (enzymes). Ce sont des protéines d'excellente qualité nutritionnelle, riches en acides aminés essentiels, en particulier en lysine [5].

#### 1.1.3.5. Minéraux

Le lait contient un certain nombre de minéraux (Voir tableau II), leur concentration totale est inférieure à 1%. Les sels les plus importants sont les sels du calcium; sodium, potassium et magnésium [1].

Le calcium et le phosphore sont les deux éléments fondamentaux de la structure de la micelle, ils sont avec le magnésium, responsables de la stabilisation de la micelle. Les ions potassium, sodium et chlore réalisent avec le lactose, l'équilibre de pression osmotique du lait dans la mamelle vis-à-vis de la pression sanguine, ils subissent des variations importantes en cas de mammite [20].

**Tableau II** : Concentration moyenne des minéraux du lait cru [22].

Minéraux	K	Ca	Cl	P	Na	S	Mg
mg/100ml	141	123	119	95	58	30	12

#### 1.1.3.6. Vitamines

Elles sont en quantité variable dépendant des facteurs exogènes (race, alimentation et radiation solaire). On distingue : (Les vitamines hydrosolubles (B, C) présentent dans la phase aqueuse du lait c'est-à-dire le lait écrémé et le lactosérum et les vitamines liposolubles (A, D et E) associées à la matière grasse (crème, beurre) [31].

## 1.2. Fermentation et ferments lactiques

### 1.2.1. Définition

La fermentation, se terme désigne l'ensemble des transformations qui s'effectuent sous l'influence de micro-organismes. Ces derniers contiennent des enzymes qui agissent comme des sortes de clés biologiques permettant à diverses réactions chimiques de s'effectuer, comme on peut dire aussi c'est la transformation du lactose du lait en acide lactique sous l'action de micro-organisme spécifique appeler bactéries lactiques; elle s'accompagne d'une série de modifications intéressantes: biochimiques, physico-chimiques et organoleptiques [42].

**1.2.2. Ferments lactiques du yaourt :** Comme on l'a dit plus haut, il ya deux organismes vivants (deux bactéries) que l'on retrouve habituellement dans le yaourt (Voir figure 1 et 2).

Les critères de choix de ces souches sont [39] [47].

- L'activité acidifiante (abaissement du pH).
- La production d'exo polysaccharide (forment un filament qui limite l'altération de gel).
- La protéolyse.
- La production d'aromes.
- La résistance aux bactériophages.

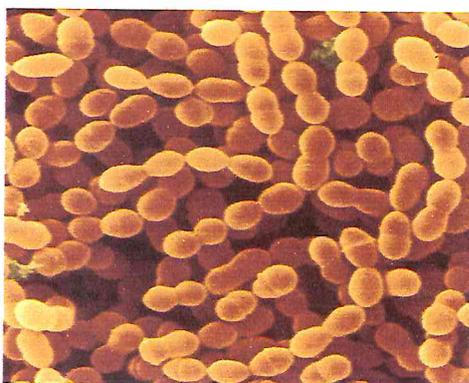


Figure 1: *Thermophilus Streptococcus*  
(Bâtonnets) [4]

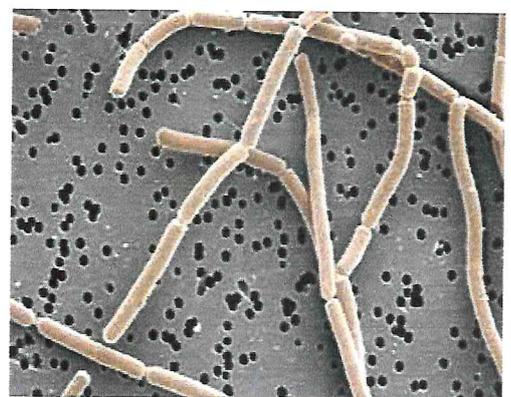


Figure 2: *Lactobacillus bulgaricus*  
(Chainettes) [4]

### 1.2.2.1. *Lactobacillus bulgaricus*

C'est une bactérie qui appartient à la famille des lactobacillaceae, C'est un ferment qui est très présent dans l'intestin des nourissants et beaucoup moins dans celui des adultes. Il a une excellente influence sur le transit intestinal. Les cellules se présentent sous forme de bâtonnets ou coccobacilles de diamètre 0,5 à 2  $\mu\text{m}$ , regroupées en chaînes quelquefois longues ou en paires, généralement immobiles, asporogènes, Gram+, catalase(-), micro aérophiles, certaines espèces sont homolactiques, d'autres hétéro lactiques, produisent des acides volatiles, de l'éthanol et du  $\text{CO}_2$ , à côté de l'acide lactique, pour leur développements, cette bactérie requiert quelques acides aminés [26].

### 1.2.2.2. *Streptococcus Thermophilus*

Ce sont des germes anaérobies facultatifs, généralement micro-aérophiles et très exigeantes, au point de vue nutritionnel, ils se développent à 37°C [27], Comprennent essentiellement des espèces d'origine humaine ou animale [46].

### 1.2.2.3. Comportement associatif des deux souches

*Streptococcus Thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* se développent en association appelée photo coopération dans des cultures mixtes ayant un intérêt à la fois d'ordre technologique et nutritionnel. Ces bactéries par leur activité acidifiante, ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique. En parallèle, elles engendrent des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptique du yaourt. D'un point de vu nutritionnel l'activité fermentaire de ces espèces lactiques favorise une solubilisation des différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité [12].

Selon la FAO [17], *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus* sont des espèces microaérophiles. Elles vivent en symbiose dans le yaourt .Elles produisent d'avantage d'acide lactique cultivé ensemble que séparément. Pour se développer, les bactéries ont besoin d'acides aminés et de peptides directement utilisables (voir figure 3). Or, le lait n'en contient que de faibles quantités permettant seulement de démarrer leur croissance. Ensuite, le lactobacille par son activité protéolytique, attaque la caséine qui libère les peptides permettant au streptocoque de poursuivre sa croissance. Cette dernière assure le départ de la fermentation lactique.

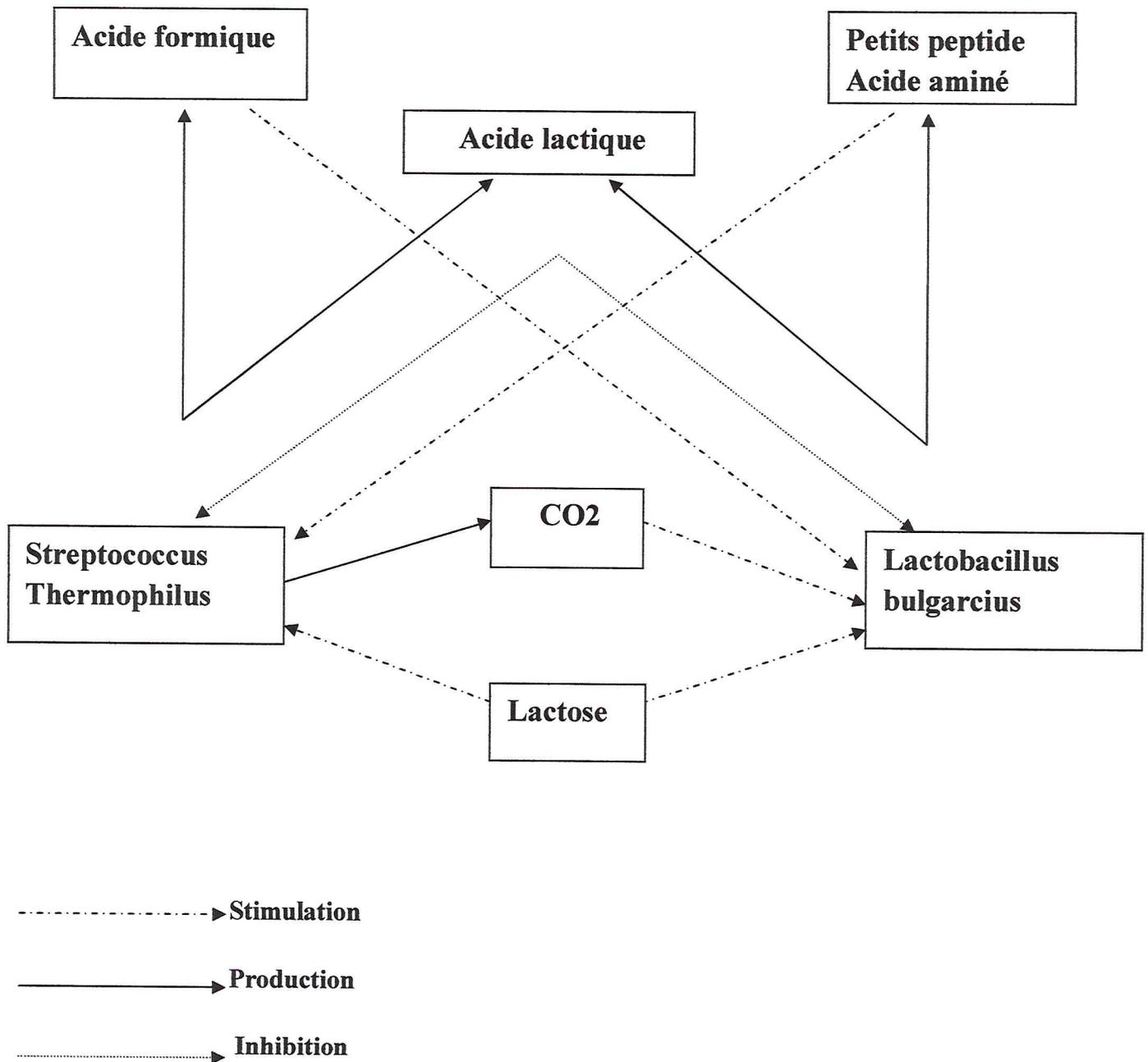


Figure 3 : Schéma illustrant les interactions de *Streptococcus. thermophilus* et *Lactobacillus. Bulgaricus* en culture mixte dans le lait [31].

### 1.2.3. Origine des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques ont été isolées de nombreux milieux naturels végétaux (plantes et fruits) animaux et humains (cavités buccales et vaginales, intestin, fèces, lait ...etc.), certaines espèces semblent adaptées à un environnement spécifique et ne sont guère trouvées ailleurs que dans leur habitat naturel [42].

### 1.2.4. Rôle des ferments lactiques dans le yaourt

Les bactéries lactiques participent largement au procès de fabrication et de maturation des produits laitiers et leur rôle se situe au niveau de l'acidification, glycolyse, protéolyse, lipolyse ainsi que la production de composés aromatiques et texturales [48].

Ces espèces microbiennes vivent en symbiose, mais la relation symbiotique n'existe réellement que pendant un temps relativement court, elle se transforme en une inhibition des Streptococcus par l'acidification poussée des Lactobacilles [8].

# **CHAPITRE 02 :**

# **LE YAOURT**

## CHAPITRE 2 :

## LE YAOURT

**2.1. Définitions**

La législation française précise « la dénomination yaourt ou yoghourt est réservée au lait fermenté obtenu, selon les usages loyaux et constants, par le développement des seules bactéries lactiques, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus*, (voir figure2) qui doivent être ensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit à raison d'au moins de dix puissance sept bactéries par gramme. La quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,7g/100g lors de la vente au consommateur [31].

**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 goûta et apprécia; c'était la naissance du yoghourt. 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 (yoghourt), "yog" qui voulait dire "épais" et "urt" qui signifiait "lait [30].

**2.3. Intérêt nutritionnel du yaourt**

L'intérêt nutritionnel est de deux ordres: La composition chimique globale reste constante en passant du lait aux lait fermentés, sauf le lactose qui sous l'effet des bactéries lactiques se transforme en acide lactique, les autres sources énergétiques (lipides et protéines) sont peu modifiées par la fermentation, hormis la formation du coagulum, il existe une dégradation modérée des autres constituants qui permet la synthèse par les bactéries lactiques et leurs enzymes: des acides, des peptides, des acides gras libres, d'ammoniac; certains laits fermentés sont enrichis en poudre du lait comme le yaourt qui est le plus souvent riche en divers nutriments (protéines, Ca, lactose) par rapport aux autres laits fermentés [28] (voir tableau III ).

1. Tableau III : Composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt [31]

	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

Selon MAHAUT [31], un pot de yaourt présente une valeur énergétique selon son taux de matière grasse :

- Pour un pot de yaourt de 125g à 3% de matière grasse : 135,25 kcal.
- Pour un pot de yaourt partiellement écrémé à 1% de matière grasse : 112,3 kcal.
- Pour un pot de yaourt écrémé à 0,5% de matière grasse : 106,63 kcal.

## 2.4. Classification des types de yaourt

Les différents types de yaourt sont classés selon :

### 2.4.1. Texture

#### 2.4.1.1. Yaourts brassés

Le lait estensemencé dans les cuves ou les tanks à une temperature de 42 à46°C jusqu'a l'obtention de l'acidité voulue supérieure à celle du yaourt étuvé, soit 100 à 120 °D, les yaourts brassé sont des fluides plus au moins visqueux, leur fermentation et leur refroidissement à lieu en cuve ou ils subissent un brassage avant le conditionnement, ce qui leur donnent un aspect onctueux [11].

#### 2.4.1.2. Yaourts fermes (coagulés en pot)

Le lait estensemencé dans les pots, L'apport des additifs se fait avant ou après les remplissages des pots. Une étuve à air chaud ou au bain marie pour permettre la fermentation. L'acidification dépend de la durée d'incubation (environ «3 à 4 heures), une température de 42 à 46°C jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0.75% (au minimum) A 1% environ d'acidité lactique. Soit 75 à 100° Dornic le caillé doit être ferme, lisse et sans exsudation du sérum [16].

Les yaourts étuvés (nature, sucre ou aromatisé) qui présente une texture ferme a surface lisse, ont la fermentation et le refroidissement qui s'opèrent dans les pots après conditionnement.

Les pots sont maintenus en suite dans les chambre froides à une température de +4°C à +5°C pour inhiber l'activité des bactéries lactique donc l'arrêt d'acidification ; en suite les pots sont stockés à +2°et +6°C pendant 12 à 24 heures avant la commercialisation [11].

#### 2.4.1.3. Yaourts à boires (texture liquide)

Le brassage se fait par passage à l'homogénéisation sous pression inferieur à 50 atmosphères, donne une viscosité inferieure d'environ 50% à celle obtenu par brassage mécanique, il peut être nature ou aromatisé, Le yaourt à boire est un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui s'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche [11].

#### 2.4.1.4. Yaourts concentrés

La concentration du lait de yaourt se fait par l'addition de poudre de lait ou concentration direct par évaporation. Cette concentration est suivie d'un refroidissement avant le conditionnement; l'incubation ce fait en cuve [29].

#### 2.4.1.5. Yaourts glacés

Le yaourt glacé est incubé en cuve et sa congélation est réalisée comme pour les crèmes glacées. On trouve dans le yaourt glacé de la gomme de cellulose modifiée, de la gomme de gaur, de la carraghénine et des arômes artificiels [48].

### 2.4.2. Goût

#### 2.4.2.1. Yaourts nature (sans additions)

Le yaourt nature non sucrés a presque la même valeur nutritive que le lait avec lequel il est fabriqué, soit une excellente source de protéines, de calcium, de potassium, de phosphore et de vitamines A et B. Il apporte en plus tout les bienfaits associés à la fermentation tout en ne fournissant que très peu de calories [29].

#### 1.4.2.2. Yaourts sucrés

C'est un type de yaourt auquel sont uniquement ajoutés un ou plusieurs sucres. Le ou les sucres ajoutés sont l'hydrate de Carbone et/ou de l'édulcorant autorisé par la réglementation en vigueur (J.O.R.A) [23]

#### 1.4.2.3. Yaourts aromatisés

(Aux arômes naturels ou de synthèse autorisées par la législation) auxquels, ont été ajoutées des aliments aromatisants ou d'autres substances aromatisantes (J.O.R.A) [23].

### 2.5. Technologie de la fabrication du yaourt et les points de différence

Le procédé diffère selon le type du yaourt ferme ou yaourt brassé (voir Tableau IV)

#### 2.5.1. Yaourt ferme

Le levain est ajouté au lait sucré ramené à une température entre 42 et 45°C à raison de 2%, cette addition se fait en général en contenu. Le lait est alors conditionné en pots 42 et 45°C pendant

2 à 3h jusqu'à l'obtention de l'acidité désirée (environ 1% d'acide lactique). Pour les yaourts aromatisés, l'adjonction des arômes et des fruits est réalisée avant la fermentation.

La fermentation est stoppée par refroidissement des pots dans des chambres froides fortement ventilées ou dans des tunnels de refroidissement, puis les pots sont stockés à 2-4°C [7].

### 2.5.2. Yaourt brassé

Le lait est maintenu dans un tank à une température de 42 à 45°C. Après addition du levain, la fermentation se déroule dans le tank, quand l'acidité désirée est atteinte environ (1% d'acide lactique). Le lait coagulé est brassé puis refroidi dans un échangeur de température et conditionné dans des pots qui sont aussitôt stockés à 2 - 4°C. Dans le cas des yaourts avec des fruits, une partie du sucre est ajoutée avant la fermentation, l'autre partie est apportée avec les préparations de fruits « pur sucre » « à 50%de sucre » après refroidissement du caillé [7].

**Tableau IV :** Les points de différences entre le yaourt étuvé et brassé [15].

Yaourt étuvé	Yaourt brassé
Le lait reconstitué sort du pasteurisateur avec une température de 58°C.	Le lait reconstitué sort du pasteurisateur avec une température de 38-42°C.
Le taux d'ensemencement est supérieur à celui du yaourt brassé.	Le taux d'ensemencement est inférieur à celui du yaourt étuvé.
La fermentation se fait dans les pots, après le conditionnement.	La fermentation se fait dans la cuve, avant le conditionnement.
Le conditionnement à chaud (38-45°C), après le préchauffage.	Le conditionnement à froid (9°C) après le brassage du coagulum et le refroidissement.
Après l'étuvage, les palettes passent aux cellules de refroidissement, avant de passer au stockage réfrigéré.	Après le conditionnement à froid les palettes passent directement au stockage réfrigère, sans passer par les cellules de refroidissement.

**CHAPITRE 03 :**  
**LE CONTROLE DE**  
**QUALITE**

## CHAPITRE 3 :

## LE CONTROLE DE QUALITE

**3.1. Qualité****3.1.1. Définition**

La qualité est l'ensemble des caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites des clients et des parties intenses [40].

**3.2. Contrôle de qualité****3.2.1. Définition**

Le contrôle de la qualité est l'ensemble des ressources et des techniques mises en œuvre pour garantir au moyen de l'examen des denrées agroalimentaires ou du contrôle des matières premières, procédés de fabrication et systèmes de distribution, que les aliments sont conformes aux normes spécifiques [10].

**3.3. Différentes types des composantes de la qualité**

La qualité alimentaire est une propriété complexe, désignée par plusieurs composantes [36].

- Le jury de dégustation
- L'expérimentation sur le produit
- Les essais microbiologiques
- Les analyses chimiques et biochimiques
- Certaines mesures physiques

**3.4. But du contrôle de la qualité**

Le but du contrôle de qualité porte sur la prévention des risques chimiques et biologiques découlant d'une contamination des aliments résultant d'une mauvaise manipulation, et d'empêcher la commercialisation de produits falsifiés, toxiques, ou impropres à la consommation afin d'assurer la protection de la santé et de la sécurité des consommateurs, et promouvoir la qualité des produits [35].

### 3.5. Qualité du yaourt

La teneur du yaourt en bactéries est réglementée ( $10 \cdot 10^2$  bactéries vivantes par gramme de yaourt), il doit contenir plus de 0,8g d'acide lactique pour 100g de produit, son acidité favorise l'absorption intestinale du calcium et du Fer, les bactéries lactiques améliorent la flore, développent les effets vitaminiques et antibiotiques du lait. La valeur alimentaire du yaourt est voisine de celle du lait et sa qualité dépend du lait utilisé, des souches bactériennes et de la teneur en matières grasses [44].

Le contrôle de la qualité microbiologique, comprend les contrôles de la matière première, et du produit fini. Ces contrôles doivent permettre de garantir une bonne qualité hygiénique, et une bonne qualité marchande du produit fabriqué qui ne doit pas contenir des microorganismes nuisible à la santé du consommateur [45]. [6].

Le contrôle de la qualité physico-chimique : comprend aussi le contrôle de la matière première, du produit semi-fini, et du produit fini. Ces contrôles assurent la mesure et la maîtrise de la teneur en matière grasse, le Ph et l'acidité titrable [6].

**PARTIE**

**EXPERIMENTALE**

## PARTIE EXPERIMENTALE

Le but de notre travail est de vérifier la conformité du produit fini du yaourt brassé à boire fabriqué au sein de la laiterie « trèfle » par l'évaluation de la qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire de ce dernier.

### 1. Lieu et période de stage

La partie expérimentale de notre travail a été réalisée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie « trèfle » située dans la zone industrielle le site 01 BEN BOULAIID, wilaya de Blida, durant la période qui s'est étalée du mois de janvier de l'année 2015 jusqu'au mois de juin de l'année 2015.

### 2. Matériel et méthodes

#### 2.1. Matériel

##### 2.1.1. Matériel biologique

La présente étude a été portée sur 50 échantillons du produit fini du yaourt brassé à boire dans le cadre de l'autocontrôle au niveau de l'usine (Voir figure 4).



**Figure 4 :** Yaourt brassé à boire « YOG » produit au niveau de la laiterie « trèfle »

## 2.1.2. Matériel non biologique

### 2.1.2.1. Matériel de l'analyse physico-chimique

#### 2.1.2.1.1. pH

- pH-mètre de paillasse.
- Bécher de 250 ml.
- Solution tampon pH=07 (pour l'étalonnage).
- Solution tampon pH=04 (pour l'étalonnage).
- Solution saturé de kcl/Agcl (pour la conservation de la sonde du pH).

#### 2.1.2.1.2. Extrait sec

- Etuve réglée à 103°C.
- Balance analytique.
- Dessiccateur.
- Coupelle en aluminium.
- Gel de silice.

#### 2.1.2.1.3. Tenure en matière grasse

- Butyromètre à lait, muni d'un bouchon approprié.
- Pipette à lait de 1 ml.
- Mesureur à acide sulfurique (délivrant 10ml).
- Mesureur d'alcool éthylique (délivrant 1ml).
- Bain marie à 65-70°C.
- Centrifugeuse électrique qui fait 1500 tour/mn.
- Acide sulfurique de densité=1.825.
- Alcool iso amylique.

### 2.1.2.2. Matériel de l'analyse microbiologique

#### 2.1.2.2.1. Appareillage

- Bec Benzène.
- Autoclave de stérilisation.
- Etuve d'incubation 30°C, 37°C, 44°C.

- Bain marie à 80°C.
- Boîtes pétrie
- Portes tubes.
- Les tubes à essais stériles.
- Pipette pasteur

#### 2.1.2.2.2. Milieux de culture

- gélose Désoxycholate
- gélose VBL
- gélose VRBG
- milieu gélosé Giolitti Cantoni
- milieu gélosé CHAPMAN
- milieu Sélénite-Cystéine
- gélose Sabouraud au chloramphénicol
- gélose HEKTOEN
- milieu Billé lactosé au vert brillant et au rouge de phénol

#### 2.1.2.2.3. Solution de travail

- solutions décimales
- solution de tellurite de potassium
- EPP (eau péptoné tamponné)
- Dilluant TSE (tryptone sel eau)

### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Méthode de l'analyse physico-chimique

##### 2.2.1.1. Détermination du pH

Le présent mode opératoire a pour but de décrire la méthode de détermination du pH du lait ou produit laitier selon la méthode officiel.

##### ❖ Principe

Le principe repose sur la différence de potentiel chimique existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-kcl) plongeant dans une même solution, est une fonction

linéaire du pH de celle ci. Selon les lois de NERST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H<sup>+</sup>.

#### ❖ Mode opératoire

- Plonger les deux sondes de température et pH à la fois dans l'échantillon à analyser; attendre jusqu'à la stabilité du pH et lire la valeur affichée (Voir figure 5).



**Figure 5** : Détermination du pH par le pH-mètre.

#### ❖ Calcul et expression des résultats

- le pH = valeur affichée sur le pH-mètre.

### 2.2.1.2. Détermination de l'extrait sec (La norme NA 679, NA 1130(ISO 5534)).

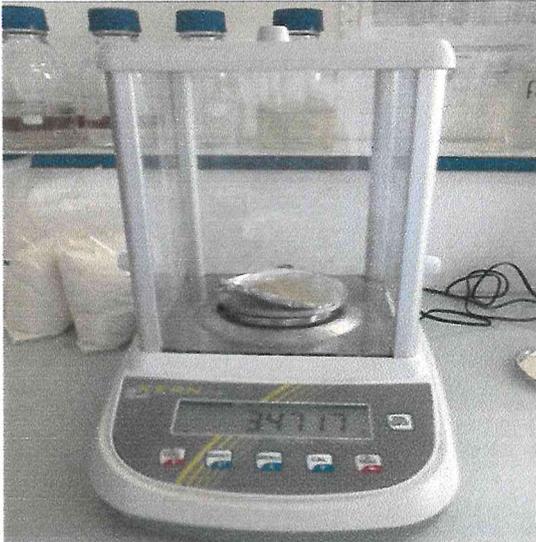
Le présent mode opératoire a pour but de décrire la méthode de détermination de l'extrait sec du lait ou du produit laitier.

#### ❖ Principe

Le principe repose généralement sur la dessiccation du lait ou du produit laitier par évaporation de l'eau sous forme absorbé ou adsorbé et faire le pesage du résidu.

#### ❖ Mode opératoire

Dans la coupelle d'aluminium sécher et tarer, peser 5g du lait (Voir figure 6) ou produit laitier puis l'introduire dans l'étuve à 103°C pendant 3h00. Mettre ensuite la coupelle dans le dessiccateur en verre pendant 30 mn avant pesée (Voir figure 7).



**Figure 6 :** Peser de la coupelle en aluminium



**Figure 7 :** Mettre la coupelle dans le dessiccateur en verre

#### ❖ Calcul et expressions des résultats

L'extrait sec du lait ou produit laitier est exprimé en pourcentage massique :

$$ES (\%) = (M1 - M0) / (M2 - M0) \times 100$$

Où :

-M0 : est la masse en gramme de la coupelle vide.

-M1 : est la masse en gramme de la coupelle et du résidu après dessiccation.

-M2 : est la masse en gramme de la coupelle et de la prise d'essai.

#### 2.2.1.3. Détermination de la teneur en matière grasse (La norme NA15019 :2008 (ISO 11870 : 2000))

Le présent mode opératoire a pour but de décrire la méthode de détermination de la matière grasse du lait reconstitué, servant à la préparation des dérivés laitiers, ainsi que le lait UHT par la méthode de gerber.

### ❖ Principe

Son principe est l'attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par centrifugation en présence d'alcool iso amylique de la matière grasse libéré.

### ❖ Mode opératoire

Dans un butyromètre introduire 10 ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col, puis ajouter 11ml de l'échantillon sans mouiller le col du butyromètre et en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide ; verser à la surface 1ml d'alcool iso amylique aussi sans mouiller le col en évitant de mélanger les liquide (si nécessaire essuyer le col du butyromètre), boucher avec soin.

Agiter le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à disparition des grumeaux. Après une bonne agitation, ne pas laisser refroidir le butyromètre (si nécessaire le réchauffer à 65°C dans le bain marie) (Voir Figure8).



Figure 8: Détermination de la teneur en matière grasse.

### 2.2.2. Méthodes de l'analyse microbiologique

Le but du contrôle microbiologique est de révéler la présence de micro-organismes indésirables et leur prolifération, et il est aussi l'indice fondamental pour juger la qualité du produit pour affirmer que ce dernier est conforme ou non conforme aux normes pour l'envoyer au marché afin d'assurer un produit de qualité pour le consommateur.

### 2.2.2.1. Préparation de la dilution mère (SM) et des dilutions décimales (SD)

#### ❖ Mode opératoire (V08-010,1996/ISO 6887)

Dans le cas des produits liquides, le mélange de trois à cinq unités de lait pasteurisé par exemple constituera la solution mère SM = 1 (voir figure 9).

Dilutions décimales :

Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la SM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant TSE : cette dilution constitue alors la dilution au 1/10 ou  $10^{-1}$ , mélanger soigneusement.

Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée et stérile 1 ml de la dilution  $10^{-1}$ , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) cette dilution est alors au 1/100 ou  $10^{-2}$ , mélanger soigneusement.

Changer de pipette et prendre toujours aseptiquement 1 ml de la dilution  $10^{-2}$ , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors au 1/1000 ou  $10^{-3}$ , mélanger soigneusement (voir figure 9).



Figure 9 : Prélèvement du yaourt

### 2.2.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux

La norme NA 6803 (ISO 4832 :2006) Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies.

### ❖ Mode opératoire

A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Compléter ensuite chaque boîte avec environ 20 ml à défaut par de la gélose VRBL fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ .

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 (voir figure 10).



**Figure 10 :** Préparation des boîtes par la gélose VRBL fondue

### ❖ Incubation

\* Une série de boîtes sera incubée à  $37^\circ\text{C}$ , pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes totaux,

\* L'autre série sera incubée à  $44^\circ\text{C}$  pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes fécaux.

Que se soit à  $37$  ou à  $44^\circ\text{C}$ , les premières lectures se feront au bout de 24 h et consistent à repérer les petites colonies rouges ayant poussé en masse mais fluorescentes, ce qui signifie que la lecture doit se faire dans une chambre noire et sous une lampe à UV.

Les autres colonies non fluorescentes ne sont ni des coliformes totaux ni des coliformes fécaux.

Ajouter auparavant environ 20 ml de gélose VRBL, laisser solidifier sur pailleasse. Dénumbrer les colonies fluorescentes ayant poussé en masse.

**❖ Lecture et dénombrement**

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boites en tenant compte des facteurs de dilutions, de plus :

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies,
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.
- Il est impossible de trouver plus de Coliformes fécaux que de Coliformes totaux.

**❖ Résultat**

Les colonies apparaissent rouges à violettes de 0,5 à 1mm de diamètre entourées d'un halo de précipité des sels biliaires.

**2.2.2.3. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus***

La norme NA ISO 6888-3 Méthode horizontale pour le dénombrement des *Staphylococcus* à coagulase positive –Recherche et méthode NPP pour le faible nombre.

**❖ Mode opératoire**

La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait selon la méthode suivante :

**➤ Méthode d'enrichissement au milieu de Giolitti Cantoni.**

- **Préparation du milieu d'enrichissement.**

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolitti Cantoni pour y ajouter 15 ml d'une solution de Tétracycline 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. Bien mélanger 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.

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.

❖ **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.

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

#### 2.2.2.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

La norme NA 5911 (ISO 6611) Lait et produit laitiers – Dénombrement des unités formant colonie de Levures et/ ou moisissures –Comptage des colonies à 25°C).

❖ **Mode opératoires**

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

Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.

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.



**Figure 11** : Préparation des boites par la gélose Sabouraud fondue

❖ **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 boites tests, cette boite constitue le témoin diluant.
- Incuber telle quelle, une boite du milieu utilisé à savoir Sabouraud ou OGA 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 boites témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.

❖ **Interprétation des résultats**

- Etant donné d'une part, que nous avons pris 4 gouttes des dilutions décimales,
- Etant donné d'autre part, que nous considérons que dans 1 ml, il y a 20 gouttes,
- Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.
- Par ailleurs, étant donné que nous avons travaillé avec des dilutions décimales, nous devons multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique, puis exprimer le résultat final en ml ou en gr de produit à analyser.

#### **2.2.2.5. Recherche et dénombrement des salmonelles**

La norme NA 2688 ISO 6785:2001 Lait et produits laitiers - Recherche de Salmonella spp.

❖ **Mode opératoire**

La recherche des Salmonella nécessite une prise d'essai à part.

- **Jour 1 : Pré enrichissement**

Prélever 25 ml ou 25 g de produit à analyser dans 1 sachet stérile de type Stomacher contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée.

Broyer cette suspension dans un broyeur de type Stomacher, la transposer dans un flacon stérile que nous incubons à 37°C pendant 18 heures.

- **Jour 2 : Enrichissement**

L'enrichissement doit s'effectuer sur le milieu sélectif à savoir :

- le milieu de Sélénite - Cystéine réparti à raison de 100 ml par flacon.

L'enrichissement proprement dit, se fait donc à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivante :

- 10 ml en double pour les flacons de Sélénite Cystéine,

- ❖ **Incubation**

✓ Le premier flacon de Sélénite sera incubé à 37°C pendant 24 h.

✓ Le deuxième flacon de Sélénite sera incubé à 42°C pendant 24 h.

- **Jour 3 : Isolement**

Chaque tube et chaque flacon fera l'objet d'un isolement sur deux milieux gélosés différents à savoir :

✓ Le milieu gélosé Hektoen.

✓ Le milieu gélosé Bilié lactosé au vert brillant et au rouge de phénol.

Toutes les boîtes ainsiensemencées seront incubées à 37°C pendant 24 h.

- **Jour 4 : Lecture des boîtes et identification.**

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

### 3. Résultats

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques, microbiologiques sont présentés dans l'Annexe 1.

#### 3.1. Résultats physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques portants sur les 50 échantillons du yaourt brassé bouteille à boire sont présentés comme suit :

##### 3.1.1. Les normes des paramètres physico-chimiques du yaourt brassé bouteille selon J.O.R.A [23].

Les normes de paramètres physico-chimiques du yaourt brassé fixées par JORA sont présentées dans le tableau VII:

**Tableau VII:** Normes physico-chimiques du yaourt brassé selon J.O.R.A

<b>Paramètres</b>	<b>Matière grasse</b> g	<b>Extrait sec total</b> %	<b>pH</b>
<b>Normes</b>	1,1 à 1,4	17 à 18%	4,0 à 4,4

##### 3.1.2. Classement des résultats de l'analyse physico-chimique selon J.O.R.A

Le classement des résultats par rapport à la norme est rapporté dans le (Tableau IX):

Tableau IX: Classement des résultats physico-chimiques selon J.O.R.A.

Norme		>norme	= norme	< norme	Total
MG	Nbr	3	45	2	50
	%	6	90	4	100
EST	Nbr	14	34	2	50
	%	28	68	4	100
pH	Nbr	3	42	5	50
	%	6	84	10	100

Le classement des résultats des analyses de notre étude obtenu au saint de la laiterie TREFLE a montré que :

- La matière grasse est de 6% > à la norme, et de 90% = à la norme, et de 4% < à la norme.
- L'extrait sec total est de 28% > à la norme, et de 68%= à la norme, et de 4% < à la norme.
- Le pH est de 6% > à la norme, de 84% = à la norme, et de 10% < à la norme.

Le classement des résultats par rapport aux normes est représenté dans la figure suivante :

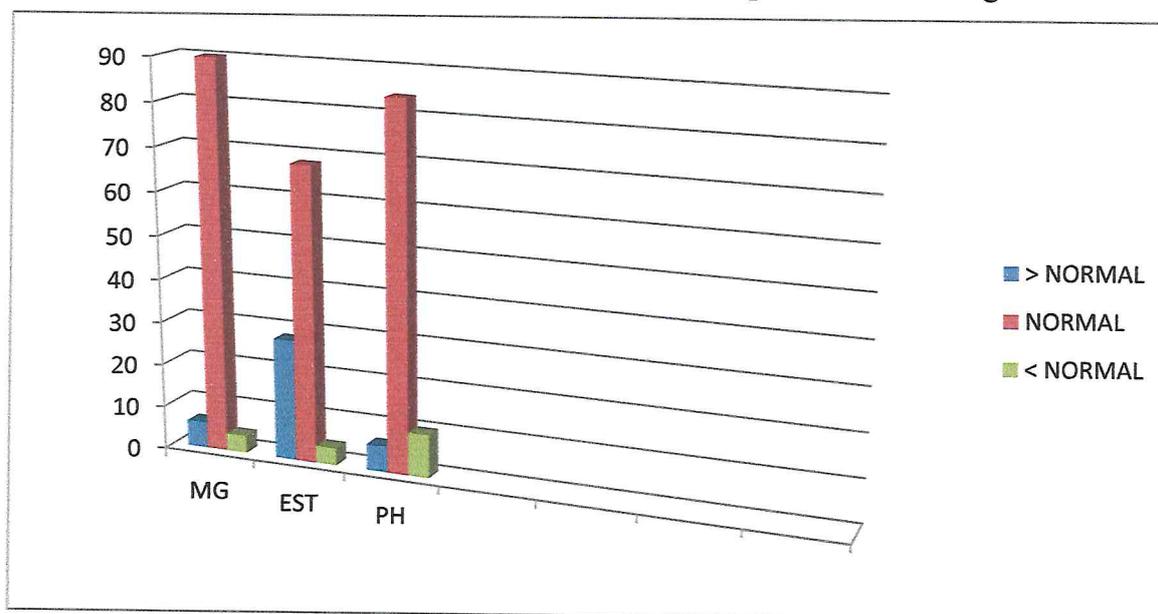


Figure 12: Classement des résultats physico-chimiques par rapport aux normes.

3.2. Résultats bactériologiques

3.2.1. Résultats du dénombrement des germes

Les résultats des analyses microbiologiques portant sur les 50 échantillons du yaourt brassé bouteilles sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau IIX: Les résultats des analyses bactériologiques du yaourt brassé bouteilles.

Germes recherchés	Nbr	Echantillons positifs	Pourcentage %
Coliformes totaux	50	0	0
Coliforme fécaux		0	0
Levures et moisissures		0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>		0	0
salmonelles		0	0

Les résultats des analyses bactériologiques ont révélé que 100% d'échantillons ne renferment aucun germes avec 0% de coliformes totaux, 0% de Levures et moisissures, 0% de *Staphylococcus aureus*, ainsi que 0% de salmonelles. Ces résultats sont illustrés dans la figure suivante :

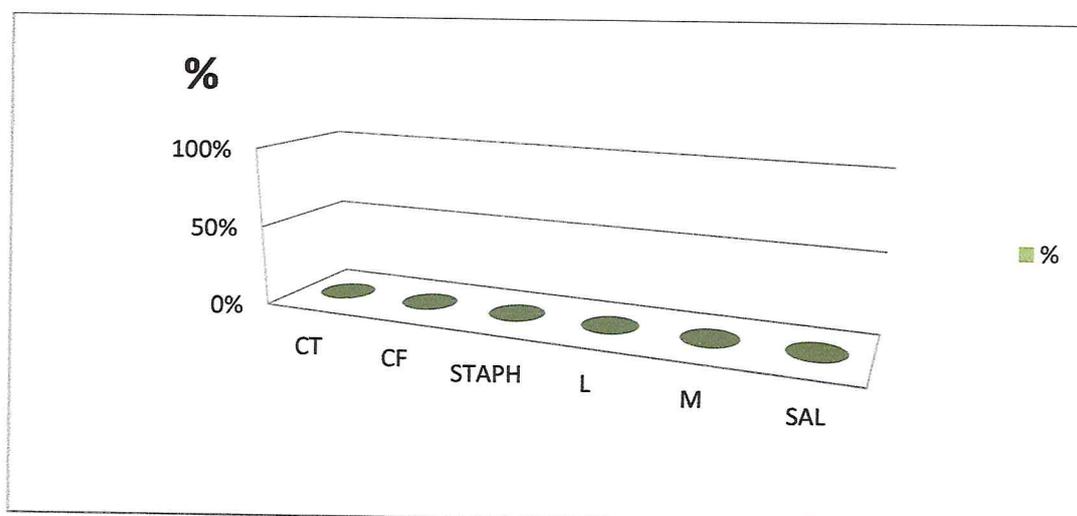


Figure 13: Taux de contamination bactérienne du yaourt brassé bouteille.

CT : coliformes totaux. CF : coliforme fécaux. STPH : *staphylococcus aureus*.

L: Levures : moisissures. SAL : salmonelles

3.2.2. Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

La législation Algérienne recommande la recherche de certains germes pour l'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du yaourt brassé bouteille (Voir Tableau X).

Tableau X: Normes des analyses microbiologiques selon J.O.R.A [21].

Germes recherchés	Norme
Coliformes totaux	10
Coliformes fécaux	1
Staphylococcus aureus	10
Leuvures	<10 <sup>2</sup>
Moisissures	Absence
Salmonelles	Absence

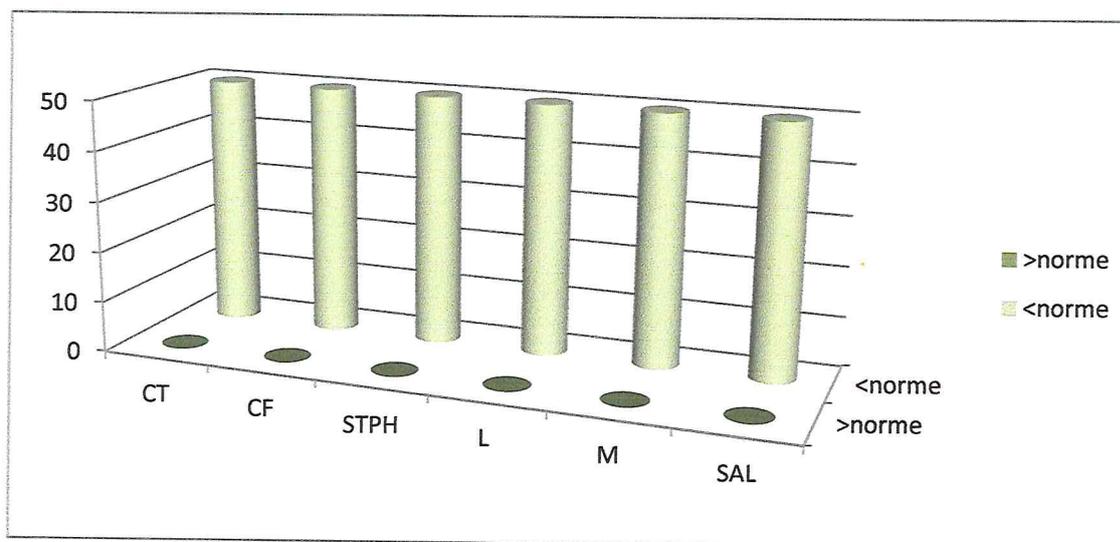
Les résultats du classement par rapport à la norme sont rapportés dans le (Tableau XI)

Tableau XI : L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites par J.O.R.A [21].

Les germes recherchés	Echantillons			
	≤ à la norme	%	≥ à la norme	%
Coliformes totaux	50	100	0	0
Coliformes féaux	50	100	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	50	100	0	0
Levures	50	100	0	0
Moisissures	50	100	0	0
Salmonelle	50	100	0	0

L'interprétation des résultats par rapport aux normes requises est représentée dans la figure

suiv  
ante  
:



**Figure14:** Classement des résultats par rapport aux normes (JORA).

### 3.2.3. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques se fera conformément à l'arrêt interministériel du 27 mai 1998 paru sur le journal officiel N°35/98, fixant les critères microbiologiques des principales denrées alimentaires. Ces résultats sont exprimés selon trois critères :

- 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**

La calcule de **m** et **M** :

**m** : c'est le nombre des germes décrit 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**

Le calcule du **M** pour chaque germe est présenté dans le (Tableau XII).

**Tableau XII:** Calculs de M pour chaque germes

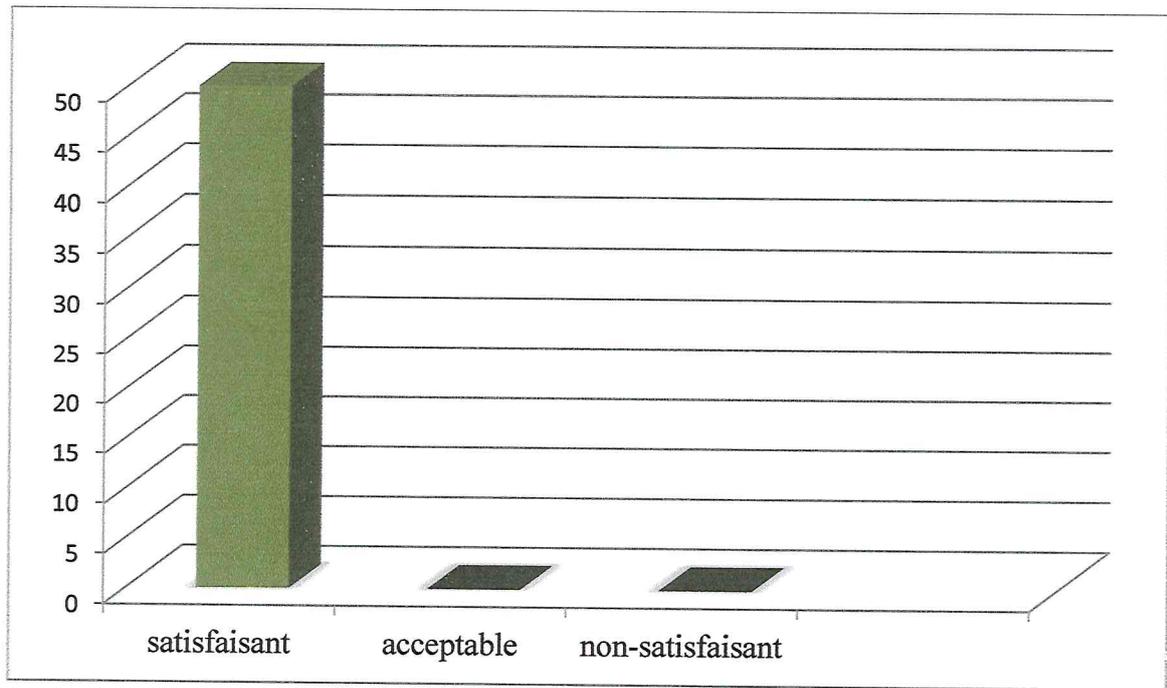
Germes recherchés	M	M
Coliformes totaux	10 germes/g	10 <sup>2</sup> germes/g
Coliformes fécaux	1 germes/g	10 germes/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 germes/g	10 <sup>2</sup> germes/g
Levures	<10 <sup>2</sup> germes	<10 <sup>3</sup> germes/g
Moisissures	Abs	0
Salmonelle	Abs	0

Après le calcul de M, nous avons procédé à classer les 50 échantillons selon leur qualité (voir Tableau XIII).

**Tableau XIII:** Classement des échantillons selon la qualité du de yaourt brassé à boire de la laiterie TREFLE.

Qualité	Nombre échantillons	%
<b>Satisfaisante</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Acceptable</b>	0	0
<b>Non satisfaisante</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	50	100

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



**Figure 15:** Classement des échantillons selon les trois critères.

#### 4. Discussion

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

Dans le cas de notre étude, l'analyse des 50 échantillons du yaourt brassé à boire a révélé :

##### 4.1. Pour les analyses physico-chimiques

90% des échantillons ont enregistré un pH conforme à la norme. Cependant, 6% d'entre eux sont supérieures à la norme. Cette acidité est produite par les bacilles lactiques utilisés dans la fabrication de ce produit. Ce qui reflète la stabilité de ces germes.

Nous avons enregistré un taux de matière grasse conforme à la norme dans 84% des échantillons analysés. Alors que 10% d'entre eux sont inférieure à la norme. Cette conformité majoritaire peut être expliquée par la présence équilibrée de la matière grasse dans la poudre de lait utilisée dans cette industrie laitière

En fin, le taux en extrait sec total révèle, que 68% des échantillons analysés sont conformes à la norme et 28% sont supérieur à la norme. Ce résultat peut être expliqué par le respect de la dilution de la poudre de lait lors du mélange des ingrédients.

##### 4.2. Pour analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont révélé l'absence totale de germes d'altération tel les levures et les moisissures et de toutes les bactéries pathogènes tel que les salmonelles, *staphylococcus aureus* ainsi que les germes indice d'une contamination fécale comme les coliforme totaux et fécaux.

Les propriétés hygiéniques sont donc satisfaisantes et sont de ce fait compatible aux normes décrites par J.O.R.A [21].

L'absence des germes peut être liée à une bonne maîtrise des règles d'hygiène de l'environnement et du personnel. Ces performances sont également dues vraisemblablement à la validation directe du barème de pasteurisation ainsi que le respect de la chaîne du froid. et enfin à un contrôle régulier effectué durant toutes les étapes de fabrication du produit.

Selon **DAGHER G et al [14]**, la pasteurisation est un traitement thermique à température modéré de (60 à 90°C) dans le cas d'un produit comme le yaourt. Cette technique permet de conserver le produit en dehors de la chaîne du froid de tous germes susceptibles de contaminer le produit durant la fabrication.

---

**CONCLUSION**

Passant aux quarts coins du monde, vous ne trouverez guère un peuple qui ne consomme pas le yaourt, ce joyeux produit laitier apprécié par toutes les catégories de la société en vue de sa valeur nutritionnelle et son agréable goût. Mis à part sa vertu nutritionnelle et économique, le yaourt peut contenir des germes microbiens dangereux souvent responsables des toxi-infections collectives dont la fin est dramatique sans intervention, ce qui nous a poussé à réaliser une étude au sein de la laiterie TREFLE de Blida, qui a concerné le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé à boire « YOG » produit par la laiterie afin de s'assurer de sa conformité. A la fin de cette étude nous avons déduit que sur :

- Le plan physico-chimique, les résultats étaient satisfaisants.
- Le plan microbiologique, les résultats ont montrés l'absence totale des germes, ce qui reflète une qualité satisfaisante de ce yaourt produit par cette laiterie.

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

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

## ANNEXE

---

### ANNEXE

**Tableau I:** Le résultat des analyses physico-chimiques

N° Ech	pH	MG	Ext sec
1	4,2	1,3	18,99
2	4,2	1,3	17,63
3	4,1	1,3	19,12
4	4,2	1,4	17,98
5	4,8	1,4	18,80
6	4,1	1,3	18,85
7	4,2	1,2	18,79
8	4,1	1,3	18,80
9	4,1	1,3	18,60
10	4,1	1,3	18,85
11	4,01	1,4	17,50
12	4,02	1,2	17,63
13	4,18	1,0	18,99
14	4,11	1,1	18,20
15	4,03	1,2	17,98
16	4,14	1,1	18,00
17	4,2	1,3	18,20
18	4,07	1,4	17,99
19	4,1	1,3	17,88
20	4,4	1,3	17,90
21	4,0	1,2	17,15
22	4,24	1,1	17,88
23	4,14	1,3	17,33
24	4,04	1,4	17,55
25	4,2	1,4	18,66
26	3,97	1,3	17,55
27	3,99	1,5	17,40
28	4,1	1,6	17,88

## ANNEXE

---

29	4,16	1,1	17,66
30	4,5	1,3	17,18
31	4,3	1,2	17,45
32	4,4	1,2	18,02
31	4,5	1,3	17,55
34	3,98	1,4	17,66
35	4,08	1,1	17,88
36	4,4	1,3	18
37	3,97	1,4	17,99
38	4,3	1,3	17,66
39	4,4	1,4	17,55
40	4	1,4	18,02
41	4,1	1,2	17,66
42	4,2	1,1	17,55
43	3,66	1	17,30
44	4,2	1	17,89
45	4,1	1,3	16,85
46	4,4	1,3	16,99
47	4,3	1,4	17,67
48	4,2	1,5	17,23
49	4,0	1,3	17,54
50	4,4	1,4	17,99

## ANNEXE

**Tableau II:**

Résultats des analyses microbiologiques

N°ech	Colliformes totaux	Colliformes fécaux	Leuures et moisissures	<i>Staphylococcus aureus</i>	Salmonelles
1	abs	abs	abs	Abs	abs
2	abs	abs	abs	abs	abs
3	abs	abs	abs	abs	abs
4	abs	abs	abs	abs	abs
5	abs	abs	abs	abs	abs
6	abs	abs	abs	abs	abs
7	abs	abs	abs	abs	abs
8	abs	abs	abs	abs	abs
9	abs	abs	abs	abs	abs
10	abs	abs	abs	abs	abs
11	abs	abs	abs	abs	abs
12	abs	abs	abs	abs	abs
13	abs	abs	abs	abs	abs
14	abs	abs	abs	abs	abs
15	abs	abs	abs	abs	abs
16	abs	abs	abs	abs	abs
17	abs	abs	abs	abs	abs
18	abs	abs	abs	abs	abs
19	abs	abs	abs	abs	abs
20	abs	abs	abs	abs	abs
21	abs	abs	abs	abs	abs
22	abs	abs	abs	abs	abs
23	abs	abs	abs	abs	abs
24	abs	abs	abs	abs	abs
25	abs	abs	abs	abs	abs
26	abs	abs	abs	abs	abs
27	abs	abs	abs	abs	abs
28	abs	abs	abs	abs	abs
29	abs	abs	abs	abs	abs
30	abs	abs	abs	abs	abs

## ANNEXE

31	abs	abs	abs	abs	abs
32	abs	abs	abs	abs	abs
33	abs	abs	abs	abs	abs
34	abs	abs	abs	abs	abs
35	abs	abs	abs	abs	abs
36	abs	abs	abs	abs	abs
37	abs	abs	abs	abs	abs
38	abs	abs	abs	abs	abs
39	abs	abs	abs	abs	abs
40	abs	abs	abs	abs	abs
41	abs	abs	abs	abs	abs
42	abs	abs	abs	abs	abs
43	abs	abs	abs	abs	abs
44	abs	abs	abs	abs	abs
45	abs	abs	abs	abs	abs
46	abs	abs	abs	abs	abs
47	abs	abs	abs	abs	abs
48	abs	abs	abs	abs	abs
49	abs	abs	abs	abs	abs
50	abs	abs	abs	abs	abs

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALAIS C ET LINDIEN G (1987) « abrégé de biochimie alimentaire », 4<sup>ème</sup> ed , Edition maison, 248P.
2. AMIOT J., FOURNIER., ELBEUF Y., PAQUIN P ET SIMPSON R (2002) « composition, propriétés physico-chimiques, valeurs nutritives, qualité technologique du lait », in : Vignole C.L « science et technologique du lait : transformation du lait », Ecole polytechnique de Montréal, P1, 73.
3. ANONYME (2006) : [www.best-of-fire.in k Fo/tpe2006/microbiologie\\_compo.html-5](http://www.best-of-fire.in k Fo/tpe2006/microbiologie_compo.html-5).
4. ANONYME (2011) « the bactériale & diseases catégorie » , sciences photo Library P55.
5. ANONYME (2013) <http://www.produits-laitiers.com>.
6. BEAL et SODINI, (2003) « Fabrication des yaourts et des laits fermentés volume bio 1ère Edition technique d'ingénieur » Paris F6315, p18.
7. BOURGEOIS.C.M et LARPENTJ.P(1996) « Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentation alimentaire »Tom 2.Edition Tec et Docs. Paris. P512.
8. BRANGER A ; (2003). « Fabrication des produits alimentaires par fermentation » .Edition DOC, P11- 23.
9. CHEFTEL H. (1979) « introduction à la biochimie et à la technologie des aliments » TEC & DOC\_LAVOISIER, 78p.
10. CHIARADIA\_BOUSQUET J (1994). « Régime juridique du contrôle et de la certification de la qualité des denrées alimentaires », puissance publique et procédures ; édition Food and agriculture Organisation Rome ; p144.
11. CODEX ALIMENTARIUS
12. COURTIN.P, MONNET AND RALF (2002) « cell wall proteinases prt S and prt B have a different role in mixed cultures in milk », Microbiology, P148.
13. DAHMANE.M et LAIDOUDI.D. (2005) « variation de la qualité physico-chimique et microbiologique de yaourt Mitidja de Béni-Tamou ». Thèse d'ingénieur d'état en agronomie, université de Blida
14. DAGHER G, DEJOU F, DOZON JP, FUSASHI M (1994) « L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers » Ed faculté universitaires des sciences, p 177.
15. DJELLAS M (2007). « L'industrie laitière » DANONE DJURDJURA p 10-15.
16. DRISSEN (1983). « Les tendances actuelles de la fabrication du yaourt » Bulletin F .I. L.105 p).

17. **FAO (1998)** : alimentation et nutrition n°28 :le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture(FAO).p271.
18. **GOURSAUD J (1987)** « le contrôle de la qualité du lait, matière première de l'industrie »in « le lait matières première de l'industrie laitières » cepil-INRA, Paris, P 385-395.
19. **GROGUENNE (2008.)** « Contrôle de qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru et du lait pasteurisé », Ma faculté magazine, 20p.
20. **GUEGUEN L (2001)**« le lait et ses constituant :caractéristique physique :minéraux et oligominéraux »in Debray G, « lait ,nutritionnel et sante », Ed, Lavoisier, Tec et Doc ;Paris, pp125-141.
21. **GUIRAUD JP. (1998)** « Microbiologie alimentaire » : DUNOD, Paris, p116).
22. **HANSEN CH (2011)** «propédeutique et pathologie de la reproduction mal et femelle biotechnologie de la reproduction et de la glande mammaire » 3eme et 5eme édition université de liège, 2000.
23. **J.O.R.A journal officiel république algérienne N°086 18-11-1998**, relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation.
24. **KHIATI, (2007)** « ma faculté magazine « Mar-Avr n° 3p20.
25. **LARPENT J.R (1997)** « Microbiologiques alimentaire », Ed Tec & Doc, Lavoisier, Paris, P 10-73.
26. **LEVAU (1991)**, « Asepsie et génie de l'hygiène dans les industries agro-alimentaires », Ed APRIA, p 614.
27. **LOONES(1994)** « Lait fermentés par les bactéries lactiques » volume 2, édition Lorica, p617
- 28.**LORIENT (2001)**. « Influence des traitements technologiques sur les propriétés nutritionnelles » Ed. Tec et Doc Lavoisier, paris. P320.
29. **LUQUET (1990)**. « Lait et produits laitiers » Tome 2, Transformation et technologie 2ème édition, technique de documentation Lavoisier.637p.
30. **LUQUET F.M et CORRIEU G (2005)** « Bactéries lactiques et probiotiques », Edition Tec et Doc Lavoisier, 2005, pp 25- 56.
31. **MAHAUT (2000)** « les produits laitiers industriels » . Édition techniques et documentation, Lavoisier, paris. P68.
32. **MAHAUT M., JEANTET R ET BRULE G., 2003**. Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 194 p.
33. **M ANSART (1995)** « Les industries agricoles et alimentaires, progrès des sciences et techniques » ,46 p.

34. **MATHIEU**, (1998) « Contrôle de qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru et du lait pasteurisé », Ma faculté magazine, 20p).
35. **MILLER G** (1995) « Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires ; analyses des résidus des pesticides dans les laboratoires de contrôle de la qualité des aliments » Ed Food and agriculture Or .P183.
36. **MULON** (1994). « Le contrôle de la qualité et gestion » Edition TEC et DOC, paris, Lavoisier .p45
37. **MULTON JL.** (1980) « Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaire »Ed. TEC et DOC, Lavoisier, Paris, p92.
38. **ORIA M et RAFFIN J**, (1963) «Anatomie, physiologie, hygiène », 3 ème Edition p299.
39. **PERNOUD S.SCNEI D.CITRAN et N.BRETON S** : Faurie J.M et Marchal .L (2005) APLICATION DES BACTERIES LACTIQUES, Chapitre 1.TEC et DOC, lavoisier, paris.p268.
40. **PILET L** (2004). « Les essentiels du pharmacien » .La qualité à l'officine ; édition le moniteur des pharmaciens Eugene et Armande peugeot.France P199
41. **RAKOTONDRA SOA et HANGOTINI AINA NONJAVOLA**(2005) « Contribution de la filière lait au développement de la commune rurale d'ambatomanga », Mémoire de maitrise option : développement rural,Université d'antananarivo,2005,104p.
42. **ROISSART** (1986). « Laits et produits laitiers », vache, brebis, chèvre « Tome3 » ; Ed Technique et documentation Lavoisier, p343-408.
43. **ROISSART**, (1993).Bactéries lactiques(LORICA), le bulletin « standards for gardes for dry Milk de ADMI »70p.
44. **ROUDAUT H ET LEFRANC E**, 2005 : alimentation théorique, sciences des aliments édition Doin, p303.
45. **SCRIBAN R, ET BEAL** (1999) « biotechnologie », 5ème Edition Tec et Doc Lavoisier. P1005.
46. **SUTRA L, FEDERIGHI M ET JOURE J.L**, (1998). « Manuel de bactériologique alimentaire », Polytechnicien, Paris, P236-240.
47. **VIGNOLA C.I** (2000). « Manuel de transformation du lait » ;deuxième édition .TEC et DOC, lavoisier, Paris P241-261.
48. **VIGNOLA C.I**, (2002). « Sciences et technologie du lait » .Edition Lavoisier, Paris. P600.