



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

*Thème*

**Essai De Fabrication D'un Yaourt Brassé Aromatisé Du Lait De  
Vache A Base De Lactosérum Doux**

Soutenu publiquement le

Présenté par :

**-BOUFARES FATIMA ZOHRA**

**-TAKHTOUKHE NADA EL SABAH**

**Jury:**

**Président: Mr. CHOHRI. M**

**Examineur: Mr. TEDJ. A**

**Promoteur: Mr. ADDA. M**

**Année universitaire 2022-2023**

## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements avec grandeur à notre promoteur, Dr ADDA M. pour le temps qu'il nous a consacré à la réalisation de ce mémoire. Nous remercions vivement et très respectueusement les membres de jury, qui nous ont honorés en acceptant d'examiner notre travail. Nos vifs remerciements aux membres des deux laboratoires de microbiologie et de technologie agroalimentaire à la faculté des sciences de la nature et de la vie l'université d'IBN KHALDOUN-Tiaret

Et particulièrement à Mr BEN HLIMA, Mr HOUARI, KHAYRA et Mabrouka; pour leurs conseils fructueux, leur soutien et encouragements constants. Nous remercions également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de ce mémoire. À vous tous, un grand Merci.

## DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à ma mère que Dieu lui fasse miséricorde.

A mon adorable père qui ma toujours soutenu moralement et matériellement et qui n'a pas arrêté de m'encourager tout au long de mon cursus Que Dieu lui accorde santé et longue vie.

A ma chère grand-mère, que Dieu la protège.

A mon très chère frère Kamel Eddine. A mes chères sœurs Chahinez, Aicha, Hadjer et Maroua.

A mon promoteur Mr ADDA qui nous a encadrées, suivie et orienté tout au long de ce modeste travail.

A toutes mes amies.

***Fatima zohra***

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère, ô Dieu, protège-la pour moi: Djouher

Mon père, que Dieu lui fasse miséricorde: Mohamed

Ma chère grand-mère, que Dieu prolonge sa vie: Khadija

Mes tantes sont comme mes sœurs: bakhta, fatma, Nadia ..

Mes oncles qui sont comme mes frères :mnawar ,nore el dine , mhamed, Sofiane

Mon promoteur Mr ADDA qui nous a encadrées, suivie et orienté tout au long de ce modeste travail.

Mes chères amies

***Nada el sabah***

## *Liste des abréviations*

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**D°** : degré doronic

**E** : échantillon

**FAO**: Food and Agriculture Organisation

**HCL** : acide chlorhydrique

**JORA** : Journal officiel de la république Algérienne

**Mg** : matière grasse

**Ms** : taux de matière sèche

**PCA**: Plate count agar

**Tc** : taux de cendre

**TH** : taux d'humidité

**TSE** : Tréphone sel eau

**VF** : Viande Foie

**VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1 :</b> Composition générale du lait de vache.....	<b>02</b>
<b>Tableau 2 :</b> paramètres et propriétés physico-chimiques du lait de vache.....	<b>03</b>
<b>Tableau 3 :</b> Composition moyenne du lactosérum doux et acide.....	<b>09</b>
<b>Tableau 4 :</b> Matériels utilisé.....	<b>21</b>
<b>Tableau 5 :</b> les milieux de cultures et les dilutions des microorganismes recherchés.....	<b>36</b>
<b>Tableau 6 :</b> résultat des analyses physicochimique du lait de vache .....	<b>41</b>
<b>Tableau 7:</b> résultat des analyses physicochimique du lactosérum.....	<b>42</b>
<b>Tableau 8:</b> Les résultats des analyses microbiologiques du lait et du lactosérum .....	<b>43</b>
<b>Tableau 9:</b> Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017.....	<b>43</b>
<b>Tableau 10:</b> Les résultats des analyses microbiologiques du lait et lactosérum.....	<b>44</b>
<b>Tableau 11:</b> Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017.....	<b>44</b>
<b>Tableau12:</b> résultat d'analyse de ph du yaourt.....	<b>45</b>
<b>Tableau13 :</b> résultat des différentes analyses physicochimiques du yaourt.....	<b>45</b>
<b>Tableau 14 :</b> résultats d'analyse microbiologique du yaourt.....	<b>46</b>
<b>Tableau 15 :</b> résultat d'analyse organoleptique du yaourt.....	<b>48</b>

## ***Liste des figures***

<b><i>Figure 1</i></b> : diagramme de la fabrication du yaourt à base du lait de vache et lactosérum doux.....	<b>22</b>
<b><i>Figure 2</i></b> : schéma représentant la mesure du ph avec un ph mètre.....	<b>23</b>
<b><i>Figure 3</i></b> : technique de préparation des dilutions décimale successive .....	<b>32</b>
<b><i>Figure 4</i></b> : mise des échantillons dans un four à 550°C.....	<b>34</b>
<b><i>Figure 5</i></b> : produits finis (yaourt) .....	<b>47</b>

# TABLE DE MATIERE

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
<b><u>Introduction</u></b>	
Étude bibliographique	
Chapitre I : Le lait de vache	
<b><u>I-1- Définition</u></b> .....	2
<b><u>I-2- Composition du lait</u></b> .....	2
<b><u>I-3-La valeur alimentaire et nutritionnelle du lait</u></b> .....	3
<b><u>I-4-Propriétés physico-chimique du lait</u></b> .....	3
<b><u>I-4-1 –Ph</u></b> .....	4
<b><u>I-4-2-Acidité titrable</u></b> .....	4
<b><u>I-4-3-Densité</u></b> .....	4
<b><u>I-4-4-Point congélation</u></b> .....	4
<b><u>I-4-5-Point d'ébullition</u></b> .....	4
<b><u>I-5- Qualité</u></b> .....	4
<b><u>I-5-1- Qualité organoleptique</u></b> .....	4
<b><u>I-5-1-1- Couleur</u></b> .....	4
I-5-1-2- Odeur .....	5
I-5-1-3- Saveur .....	5
<b><u>I-5-2-Qualité microbiologique</u></b> .....	5
<b><u>I-5-2-1-Flore de contamination</u></b> .....	5
<b><u>I-5-2-2- Flore d'altération</u></b> .....	5
I-5-2-3-Flore pathogène .....	5
Chapitre II : <b><u>Le lactosérum</u></b>	
<b><u>II-1-Définition</u></b> .....	7
<b><u>II-2-Différents type de lactosérum</u></b> .....	7
<b><u>II-2-1-Lactosérum doux</u></b> .....	7
<b><u>II-2-2-Lactosérum acide</u></b> .....	7
<b><u>II-3-Composition du lactosérum</u></b> .....	7
<b><u>II-3-1-Lactose</u></b> .....	7
<b><u>II-3-2-Protéine</u></b> .....	7
<b><u>II-3-3-Les minéraux</u></b> .....	8
<b><u>II-3-4-Vitamine</u></b> .....	8
<b><u>II-3-5-L'eau</u></b> .....	Error! Book
<b><u>II-3-6-Matière grasse</u></b> .....	8
<b><u>II-4-Utilisation du lactosérum</u></b> .....	9
<b><u>II-5-Valorisation du lactosérum</u></b> .....	10
<b><u>II-5-1- Alimentation humaine</u></b> .....	10
<b><u>II-5-2-Alimentation animale</u></b> .....	10
<b><u>II-5-3-Substrat de fermentation</u></b> .....	10
<b><u>II-6-Nécessité de valorisation du lactosérum</u></b> .....	10

## **Chapitre III :Le Yaourt**

### **III-1-**

**Définition**.....Error!

Bookmark not defined.

### **III-2-Valeur nutritionnelle et**

**thérapeutique**.....Error! Bookmark not defined.

#### **III-2-1- Amélioration de l'absorption du**

**lactose**.....Error! Bookmark not defined.

#### **III-2-2- Amélioration de la digestibilité des**

**protéines**.....Error! Bookmark not defined.

### **III-2-3- Activité**

**antimicrobienne**.....Error! Bookmark

not defined.

**III-2-4- Stimulation du système immunitaire**.....14

#### **III-2-5- Action préventive contre les**

**cancers**.....Error! Bookmark not defined.4

#### **III-2-6- Action**

**hypocholestérolémiant**.....Error! Bookmark

not defined.4

### **III-3- Différents types du**

**yaourt**.....104

#### **III-3-1- Selon le mode de**

**présentation**.....Error! Bookmark not defined.

#### **III-3-2- Selon la teneur de**

**MG**.....Error! Bookmark not defined.

#### **III-3-3- Selon le**

**gout**.....Error! Bookmark not defined.

### **III-4-**

**Qualité**.....Error!

Bookmark not defined.

#### **III-4-1-**

**Organoleptique**.....Error!

Bookmark not defined.

**III-4-2- Hygiénique**.....15

**III-5-Composition du yaourt**.....16

#### **III-5-1-Les**

**glucides**.....Error!

Bookmark not defined.6

#### **III-5-2-Les**

**protéines**.....Error!

Bookmark not defined.

<b><u>III-5-3-Les lipides</u></b> .....	Error!
Bookmark not defined.6	
<b><u>III-5-4-Les minéraux</u></b> .....	Error!
Bookmark not defined.	
<b><u>III-5-5-Les vitamines</u></b> .....	Error!
Bookmark not defined.	
<b>III-6- Bactéries caractéristiques du yaourt</b> .....	17
<b>III-6-1- Caractéristiques générales des bactéries du yaourt</b> .....	17
<b>III-6-1-1- Streptococcus Thermophilus</b> .....	17
<b>III-6-1-2- Lactobacillus Bulgaricus</b> .....	18
<b>III-6-1-3- Comportement associatif des deux souches</b> .....	18
<b><u>Étude expérimentale</u></b>	
<b><u>Chapitre 1 :Matériel et Méthode</u></b>	
<b><u>1-Lieu de stage</u></b> .....	<b>20</b>
<b><u>2-Objectif</u></b> .....	<b>20</b>
<b><u>3-Produit et matériel utilisés</u></b> .....	<b>20</b>
<b><u>3-1-Produits</u></b> .....	<b>20</b>
<b><u>3-1-1-Matières premières</u></b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b><u>3-1-2-Produits chimique utilisés</u></b> .....	20
<b><u>4Matériels</u></b> .....	<b>21</b>
<b><u>5Méthodes</u></b> .....	<b>22</b>
<b><u>5-1-protocole expérimentale</u></b> .....	<b>22</b>
<b><u>5-2-Caractérisation physicochimique du lait</u></b> .....	<b>23</b>
<b><u>5-2-1-Détermination du pH</u></b> .....	<b>23</b>
<b><u>5-2-2- Détermination du l'acidité</u></b> .....	<b>24</b>
<b><u>5-2-3 Détermination de la matière sèche</u></b> .....	<b>24</b>
<b><u>5-2-4-Détermination de la densité</u></b> .....	<b>25</b>
<b><u>5-2-5-Détermination de la matière sèche (Taux d humidités)</u></b> .....	<b>25</b>
<b><u>5-2-6-Détermination de Taux de cendre</u></b> .....	<b>26</b>
<b><u>5-3-Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C</u></b> .....	<b>27</b>
<b><u>5-4-Recherche et dénombrement des coliformes à 37°C et des coliformes fécaux à 44°C</u></b> .....	<b>275-6--</b>
<b><u>Recherche de staphylococcus aureus</u></b> .....	<b>28</b>
<b><u>5-7-Recherche de staphylococcus</u></b> .....	<b>29</b>
<b><u>5-8-Caractérisation physicochimique du lactosérum</u></b> .....	<b>29</b>
<b><u>5-8-1Détermination du pH</u></b> .....	<b>29</b>
<b><u>5-8-2Détermination du l'acidité</u></b> .....	<b>29</b>

<b><u>5-8-3- Détermination de la matière sèche.....</u></b>	<b>29</b>
<b><u>5-8-4-Détermination de Taux de cendre.....</u></b>	<b>30</b>
<b><u>5-9-Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C.....</u></b>	<b>30</b>
<b><u>5-10-Préparation du yaourt à base de lait de vache et du lactosérum doux.....</u></b>	<b>31</b>
<b><u>5-11-Echantillonnage.....</u></b>	<b>32</b>
<b>5-12-Analyse physicochimique du yaourt.....</b>	<b>32</b>
<b><u>5-12-1-La détermination de pH et la température d'un yaourt.....</u></b>	<b>33</b>
<b><u>5-12-3-Détermination de l'extrait sec total EST.....</u></b>	<b>33</b>
<b><u>5-12-4-Détermination de taux de cendre.....</u></b>	<b>33</b>
<b><u>5-12-6-Taux d'humidité.....</u></b>	<b>35</b>
<b><u>5-13-Analyse bactériologique du yaourt.....</u></b>	<b>35</b>
<b><u>5-13-1-Recherche des coliformes totaux et fécaux.....</u></b>	<b>36</b>
<b><u>5-13-3-Recherche des Staphylococcus aureus.....</u></b>	<b>37</b>
<b><u>5-13-4-Recherche des germes totaux.....</u></b>	<b>37</b>
<b><u>5-13-5-Recherche de clostridium botulinum.....</u></b>	<b>37</b>
<b><u>5-14-Analyse organoleptique du yaourt.....</u></b>	<b>38</b>

## **Chapitre 2: Resultat et discussion**

<b><u>1-Caractéristiques physicochimique du lait de vache.....</u></b>	<b>41</b>
1-1-Détermination du Ph.....	41
1-2- Détermination de l'acidité.....	41
1-3- Détermination de la densité.....	41
1-4- Détermination de taux de cendre.....	41
1-5- Détermination de la matière sèche.....	41
<b><u>2-Caractéristiques physicochimique du lactosérum.....</u></b>	<b>42</b>
2-1-Détermination du Ph.....	42
2-2- Détermination de l'acidité.....	42
2-3- Détermination de taux de cendre.....	42
2-4- Détermination de la matière sèche.....	42
<b><u>3-Caractéristiques bactériologique du lait et du lactosérum.....</u></b>	<b>43</b>
<b>4-Résultats et discussions des analyses bactériologiques.....</b>	<b>44</b>
4-1-Résultat de recherche des Flore mésophile aérobie totale.....	44
4-2-Résultat de recherche des Coliformes totaux et Coliformes fécaux.....	44
4-3-Résultat de recherche des Staphylococcus aureus.....	44
4-4-Résultat de recherche des Clostridium botulinum.....	44
<b>5-Résultat des analyses physico-chimique du yaourt.....</b>	<b>45</b>
<b><u>6-Résultat et discussions des analyses bactériologique.....</u></b>	<b>46</b>
6-1-Résultat de recherche des Coliformes totaux et Coliformes fécaux.....	46
6-2-Résultat de recherche des Staphylococcus aureus.....	46
6-3-Résultat de recherche des Clostridium botulinum.....	46

<b><u>7-Résultat et discussions des analyses organoleptiques</u></b> .....	<b>47</b>
<b>Conclusion</b>	
<b>Référence bibliographiques</b>	
<b>Annexe</b>	

# Introduction

---

## Introduction

Le yaourt fait partie de la famille des laits fermentés fabriqués par le développement simultané des bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*, qui doivent être présentes dans le produit en quantités d'au moins 10 millions par gramme. Le yaourt a une excellente digestibilité comparativement au lait, même chez les sujets qui manifestent une intolérance au lactose, car le yaourt est pauvre en ce substrat et exerce une action bénéfique sur la flore intestinale (*Bokossa et al., 2011*). Toutefois, plusieurs pays moins avancés, souffrent de nos jours, de manque de lait frais ; ce qui est largement dû aux conditions climatiques, aux pratiques d'élevage et aux maladies causées par des parasites (*Fashakin et Unokiwedi, 1992*).

Le yaourt ou yoghourt est à la fois le lait fermenté le plus consommé et le mieux connu. Cette dénomination est réservée aux produits laitiers coagulés obtenus par fermentation lactique grâce à l'action des deux bactéries lactiques thermophiles spécifiques (*Lactobacillus delberuekiissp, Bulgaricus et Streptococcus thermophilus*), de lait pasteurisé avec ou sans addition du lait en poudre. Les bactéries dans les produits finis doivent être présentes en abondance. La réglementation française fixe le nombre minimal à 10 millions de bactéries par gramme. C'est un produit consommé la plupart de temps comme dessert et très apprécié de par le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge même chez les sujets intolérants au lactose (*Fizman et al., 1999*).

En Algérie, il n'y a pas de sens aigu du développement du lactosérum en raison de l'absence d'une réglementation stricte de la part des pouvoirs publics, qui peuvent interdire le rejet du produit dans la nature. Le lactosérum s'écoule dans le drain, ce qui représente une perte sèche de nutriments. Depuis 2013, l'Algérie a produit 1 540 tonnes de fromage, ce qui équivaut à environ 14 millions de litres de lactosérum (*Benaissa, 2010*).

Il est donc nécessaire de développer de nouvelles technologies pour augmenter la valeur du lactosérum. De plus, le lactosérum a suscité l'intérêt de l'industrie ces dernières années, et depuis 1970, plusieurs produits à haute valeur ajoutée sont apparus, sous des formes concentrées et fractionnées de ce lactosérum, Principalement lactosérum en poudre (pour la consommation humaine et animale) et production de lactose (*Mulvihill et Fox 1989*).

Dans ce contexte, notre travail consiste à faire une étude physico-chimique du lait de vache d'obtenir de lactosérum doux avec son étude physiques chimiques et bactériologiques avec l'utilisation de ce lactosérum obtenu pour fabriquer le yaourt brassé à partir du lait de vache

# **Étude Bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Le Lait De Vache**

## I-1-Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes comme suit : « le lait est le produit intégral de la traite totale ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. (*Bourgeois et al ., 1996*).

La dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (*Journal Officiel de la République Algérienne*) N° 69-1993.

Selon *Luquet (1985)*, Le mot lait sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache, doit être désigné par la dénomination (lait) suivi de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

## I-2-2.Composition

La composition générale du lait de vache est résumée comme suit dans le Tableau 1.

**Tableau1** : Composition générale du lait de vache (*Carole et Vignola, 2002*)

Constituants majeurs	Limites de variations (%)	Valeur moyenne(%)
Eau	85,5 - 89,5	87,5
Matière grasse	2,9 - 5,5	3,7
Protéines	2,9 - 5,0	3,2
Glucides	3,6 - 5,5	4,6
Minéraux	0,7 - 0,9	0,8

### Les principaux constituants du lait sont :

- **La matière grasse** : composée généralement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de  $\beta$ -carotène (*Vignola, 2002*).
- **Les glucides** : le principal glucide du lait est le lactose, il a un rôle énergétique car il représente 30% de la valeur calorique du lait (*Vignola, 2002*). Il joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactique (*Cheftel et Cheftel, 1976*).

- **Les protéines** : le lait de vache contient 3,2 à 3,5 % des protéines réparties en deux fractions distinctes :  
-les protéines sériques solubles à pH 4,6 représentent 20 % des protéines totales (*Jeantet et al. 2007*).

-les caséines dont le pH isoélectrique global est proche de 4,7 représentent 80 % des protéines (*Cheftel et Cheftel, 1976*).

- **L'eau** : il est défini comme matière non grasse du lait de vache qui représente 87 % de la composition du lait (*Jeantet et al. 2007*).
- **Les minéraux du lait** : La matière minérale du lait est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique (*Luquet, 1985*). Ces éléments minéraux sont : le calcium, le magnésium, le phosphate inorganique, citrate, sodium, potassium et les chlorures (*Jeantet et al. 2007*).
- **Les vitamines** : sont des substances biologiquement indispensables à la vie. Ils sont en quantité minime dans les aliments. Ils sont répartis en deux classes selon leur solubilité : les vitamines hydrosolubles du groupe B, la vitamine C de la phase aqueuse du lait et les vitamines liposolubles (A, D, E et K) associées à la matière grasse (*Vignola, 2002*).
- **Les enzymes** : Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, Les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases (*Veisseyre, 1975*).

### I-3- Valeur alimentaire et nutritionnelle du lait de vache :

Le lait est un aliment liquide, sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides. Sa valeur énergétique est de 700 Kcal/l. Ses protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée vue leurs richesses en acides aminés soufrés (*Cheftel et Cheftel, 1980*).

Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et minéraux d'intérêt nutritionnel (*Jeantet et al.2008*) qui sont indispensables pour la croissance et la multiplication cellulaire (*Bourgeois et al. 1996*).

### I-4-Propriétés physico-chimiques :

Les propriétés physico-chimiques du lait sont résumées dans le Tableau 2.

**Tableau 2** : paramètres et propriétés physico-chimiques du lait de vache (*Luquet, 1985 ; Martine, 2002*).

Constantes	Valeurs
pH (20°C)	6.5 à 6.7
Acidité titrable (°D)	15 à 18
Densité	1.028 à 1.036
Point de congélation (°C)	-0.530 à -0.555
Activité de l'eau à 20°C	0.99
Point d'ébullition (°C)	100.5

- **Le pH :**

Le pH du lait de vache fraîchement trait est légèrement acide, un faible changement du pH du côté acide a des effets importants sur l'équilibre des minéraux et sur la stabilité de la suspension colloïdale de caséine (*Alais et Linden, 1997*).

- **L'Acidité titrable :**

L'acidité titrable est exprimée conventionnellement en degré Dornic (°D). Un degré Dornic (1°D) correspond à 0.1 g d'acide lactique par litre de lait ou de lait fermenté. En effet, il s'agit de la neutralisation par la soude (N/9) des composants acides du lait en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré (*Luquet, 1985*).

- **La densité :**

La densité du lait est liée à sa richesse en matière sèche, (*Goursoud, 1985*). Elle dépend aussi de leur degré d'hydratation, notamment les protéines. À 15 °C, la densité du lait de mélange se situe entre 1.030 et 1.035 avec une moyenne de 1.032 (*Hardy, 1987*). Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (*Amiot et al., 2002*).

- **Point de congélation :**

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau, puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de -0,530°C à -0.575°C. Un point de congélation supérieur à -0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait (*Amiot, 2002*).

- **Point d'ébullition :**

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de la vapeur de la substance ou la solution est égale à la pression appliquée. Le point d'ébullition du lait est de 100,1°C, il est en fonction du nombre de particules en solution, et par conséquent il augmente avec la concentration du lait et diminue avec la pression (*Bourgeois, 1996*).

## **I-5-Qualité :**

### **I-5-1-Qualité organoleptique :**

- **Couleur**

Le lait est d'une couleur blanche mate porcelaine, due à la diffusion de la lumière à travers les micelles de colloïdes. Sa richesse en matières grasses lui confère une teinte un peu jaunâtre (selon la teneur de la matière grasse en beta-carotène) (*Matine, 2000*).

- **Odeur**

La présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique, au cours de sa conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigüe due à l'acidification par l'acide lactique (*Vierling, 1998*)

- Saveur

La saveur du lait varie en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal (*Fredot, 2005*).

### I-5-2- Qualité microbiologique

Le lait est un substrat très favorable au développement des microorganismes par sa composition, (*Guiraud, 1998*).

Les microorganismes peuvent être répartis dans le lait selon leur importance, en deux grandes classes : la flore originelle ou indigène et la flore de contamination qui est subdivisée en deux sous-classes, la flore d'altération et la flore pathogène (*Vignola, 2002*).

#### I-5-2-1-Flores originelles ou endogènes

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain. Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques, staphylocoque, streptocoques lactiques (*Lactococcus*) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lacténines » mais leur action est de très courte durée (1 heure environ) (*Guiraud, 1998*).

#### I-5-2-1-La flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la collecte jusqu'à la consommation, elle peut se composer de deux flores principales :

- Flore d'altération

La flore d'altération cause des défauts sensoriels et réduit la durée de conservation du lait. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Proteus*, les coliformes (principalement les genres *Escherichia* et *Entérobactérie*), les sporulées telles *Bacillus* et *Clostridium*, et certaines levures et moisissures (*Vignola, 2002*).

- Flore pathogène

Selon *Vignola (2000)*, Elle fait partie de la flore contaminant du lait. Les bactéries pathogènes pour l'homme peuvent être présentes dans le lait cru, ou dans les produits laitiers qui en dérivent. Elles sont capables de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits. Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles et les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures.

# **Chapitre II**

## **Le Lactosérum**

### II-Lactosérum

#### II-1-Définition

Le lactosérum ou sérum ou encore petit lait, c'est un sous-produit laitier liquide de couleur jaune verdâtre obtenu pendant la production du fromage, de la caséine ou de produits similaires, par séparation du caillé après coagulation du lait. Le caillé représente l'ensemble des protéines non solubles, et la matière grasse alors que le lactosérum contient toutes les substances solubles du lait : eau, lactose, protéines et minéraux solubles, un peu ou de trace de matière grasse (Luquet et Bonjean-Linczowski, 1985).

#### II-2-Différent type de lactosérum

Selon l'enzyme utilisée pour la coagulation du lait au cours de la fabrication des produits consommables nous pouvons distinguer deux types de lactosérum à savoir : lactosérum doux et lactosérum acide.

##### II-2-1- Lactosérum doux

Comme son nom l'indique le lactosérum doux est issu de la fabrication du fromage à pâte cuite, à pâte pressé et de la caséine, après le traitement du lait par voie enzymatique, généralement par la présure, avec un pH variant entre 5,7 et 6,5 avec une acidité varie entre 15 et 22° Dornic(Dendouga, 2006).

##### II-2-2- Lactosérum acide

C'est la phase aqueuse résultant de la fabrication des fromages à pâtes molles ou fraîches ou de caséines, pour lesquels le caillage à lieu sans emprésurage c'est-à-dire par acidification (coagulation lactique) d'où leur nom. Le pH du lactosérum acide varie entre 4 et 5,5 avec une acidité de 120° Dornic(Benaouida, 2008).

#### II-3-Composition du lactosérum

Selon le procédé de coagulation et la composition initiale du lait (donc la saison, la race des animaux, le type d'alimentation, etc.), la composition du lactosérum peut varier sensiblement (Bergel et al., 2004).

##### II.3.1 Lactose

Le lactose est le constituant majeur du lactosérum, il représente 80% du poids de matière sèche (Apria; 1980).

Le lactose est formé par l'union d'une molécule de  $\alpha$  ou  $\beta$  glucose et d'une molécule de  $\beta$  galactose, donnant ainsi,  $\alpha$  lactose et  $\beta$  lactose.

##### II.3.2. Protéine

Les protéines du lactosérum représentent 0.6 à 0.7 % de la matière sèche dulactosérum. Elles ont une meilleure valeur nutritionnelle, surtout en raison de leur composition élevée en acides aminés essentiels. Les plus importantes sont la  $\beta$ -lactoglobuline( $\beta$ -LG), l' $\alpha$ -lactalbumine ( $\alpha$ -

LA), le glycomacropéptide (GMP), les immunoglobulines (IgG), l'albumine sérique (BSA) et la lactoferrine (LF) (*McIntoch, 1998*).

### II.3.3. Les minéraux

Selon *Méréo (1971)*, ces sels minéraux constituent les éléments indésirables du «sérum».

En fait, des nombres relativement élevés semblent constituer un obstacle à l'utilisation

Lactosérum dans l'alimentation humaine et infantile.

### II.3.4. Vitamine

Les vitamines sont en majorité hydrosolubles, car les vitamines liposolubles sont entraînées par la matière grasse du caillé égoutté. Ce sont donc essentiellement les vitamines du groupe B: la riboflavine (B2) qui lui donne sa couleur verdâtre, la thiamine (B1), la pyridoxine (B6), ainsi que la vitamine C (*Linden, 1994*).

### II.3.5. L'eau

Le lactosérum se typique dans une peu grande dynamisation il contient de compensation 94% d'eau (*Morr et al 1993; Linden et Lorient 1994*)

### II.3.6. Matière grasse

Selon *Sottiz (1990)* le lactosérum n'est pas riche en matières grasses avec une moyenne estimée à 1,00 g/l. Une certaine quantité de matières grasses du lait est entraînée dans le sérum mais cette quantité est faible. La graisse récupérable est utilisée dans la fabrication de beurres de second choix (*Boudier et al., 1979*).

**Tableau 3 :** Composition moyenne du lactosérum doux et acide (*Morr et al., 1993; Linden et al., 1994*)

	Lactosérum doux	Lactosérum acide
PH	6,3	4,6
Eau	93	93,5
Lactose	4,77	4,71
Protéines	0,82	0,75
Matière Grasse	0,07	0,03
Acide lactiques	0,15	0,55
Cendres	0,53	0,69
Calcium	0,05	0,13
Sodium	0,07	0,06
Potassium	0,14	0,15
Phosphore	0,06	0,09

#### II-4-Utilisation du lactosérum

Le lactosérum peut être utilisé aussi bien sous sa forme la plus simple, comme alimentation animale, que sous sa forme la plus sophistiquée, en pharmacie, en diététique ou pour la consommation humaine. Ces extrêmes sont économiquement possibles et comprennent une gamme de possibilités technologiquement réalisables (*Benaissa 2010*).

Selon *Lupien (1998)*, ils sont également utilisés dans de nombreuses autres opérations de l'industrie alimentaire, telles que la fabrication de soupes en poudre, la transformation du fromage, de la crème glacée, de la mousse de foie et la fabrication du pain. Enfin, les protéines sériques sont particulièrement adaptées au développement des levures.

### II-5-Valorisation du lactosérum

La richesse du lactosérum a conduit plusieurs chercheurs et industriels à mettre en œuvre une stratégie de multi valorisation de ce sous-produit. Dans ce contexte, le lactosérum trouve son utilisation dans des domaines variés.

#### II-5-1- Alimentation humaine

Le lactosérum trouve son emploi dans diverses industries alimentaires, dans la confiserie et dans l'élaboration de préparations laitières très anciennes et pauvres en matière grasse (recuite, ricotta, brocciu, sérac, brunost). Des essais préliminaires ont montré que l'isolat de lactosérum, à raison de 24 à 45 g par jour peut agir favorablement sur le système immunitaire défaillant des malades. Les concentrés de protéines de lactosérum sont très utilisés en musculation, leur haute teneur en protéines ainsi que leur faible teneur en matière grasse et en calories en font un complément de choix avant et après l'entraînement physique. On prête aux protéines contenues dans le lactosérum un grand rôle dans la reconstruction des fibres musculaires qui ont subi des micro-déchirures lors de l'entraînement. L'absorption d'environ 20 g de protéines durant ou juste après l'exercice est suffisant pour maximiser la synthèse post-entraînement des protéines musculaires (*Boudier et Luquet, 1980*).

#### II-5-2- Alimentation animale

Selon *Agnes (1986)* l'alimentation animale constitue la principale débouchée du lactosérum, il est destiné à l'élevage industriel des porcs ou bien, il est incorporé dans la ration alimentaire des vaches laitières. Il peut également être ajouté aux aliments d'allaitement pour veaux.

#### II-5-3- Substrat de fermentation

Le lactosérum pourrait être un substrat de fermentation pour de nombreuses espèces microbiennes.

La croissance de certaines souches telles que *Streptococcus lactis* serait bonne sur lactosérum seul, du fait de la richesse de celui-ci en lactose (*Botfonja 1994*).

Selon *Poget-Ramseier (1993)*, le lactosérum est un bon milieu de culture pour la production d'acide lactique par les bactéries lactiques. Étant donné que, la composition du lactosérum est déficiente en facteurs de croissance indispensables pour la multiplication de certaines bactéries, dans plusieurs études, il a été enrichi par ajout d'additifs tels que : l'extrait de levure, les bicarbonates de sodium et le tween 80 (*Yang et Silva, 1995*).

### II-6- Nécessité de valorisation du lactosérum

Selon *Marwaha and Kennedy (1988) et Siso (1996)*, Le lactosérum est un polluant grave car il impose une demande biochimique en oxygène (DBO) très élevée de 30 000 à 50 000 mg / litre. Le rejet du lactosérum constitue également une perte importante de nutriments potentiels et l'énergie et a été considéré sérieusement par les écologistes et les technologues en raison de sa force polluante puissante. Dans outre, l'industrie laitière souffre d'un coup économique dû à

plusieurs traitements les coûts liés à l'élimination appropriée du petit lait. Bien que plusieurs possibilités de l'utilisation du lactosérum du fromage a été explorée, une grande partie du lactosérum de fromage du monde la production est rejetée comme effluent. Ses élimination car les déchets posent une grave pollution problèmes pour l'environnement.

Le lactosérum peut causer des problèmes environnementaux lorsqu'il est rejeté dans l'eau, comme les rivières, les canaux d'irrigation ou la terre. En effet, il compromet la structure physique et chimique du sol et réduit les rendements des cultures. (*Mcauliffe, Scotter et al. 1982*)

Par conséquent, le recyclage du lactosérum n'est pas seulement un moyen très important pour l'environnement, car il minimise le risque de contamination causé par le rejet du lactosérum dans les eaux usées. Le lactosérum est utilisé comme ingrédient dans divers aliments et médicaments, Surtout des produits diététiques. (*Marwaha et Kennedy 1988*).

# **Chapitre III**

## **Le Yaourt**

**III-Yaourt****III-1-Définition**

Selon la définition de **1977** établie par la **FAO** et **OMS**, le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide due à 2 ferments spécifiques : *Lactobacillus* sous-espèce *bulgaricus*(anciennement appelé *Lactobacillus bulgaricus*) et *Streptococcus salivarius*.

*Thermophilus* (anciennement appelé *Streptococcus Thermophilus*)ensemencés simultanément (**Fredot, 2005**).

Les microorganismes doivent se trouver vivants et abondants dans le produit final (**Syndifrais,1997**).

Le lait peut être partiellement ou totalement écrémé et concentré plus ou moins par évaporation ou par ajout de lait en poudre.

**III-2-Valeur nutritionnelle et thérapeutique****-Amélioration de l'absorption du lactose**

La consommation du yaourt peut atténuer les symptômes liés à la mauvaise digestion du lactose, ceci est dû aux ferments lactiques qui synthétisent la  $\beta$ -galactosidase capable d'hydrolyser le lactose (**Saloff-Coste, 1995**).

**- Amélioration de la digestibilité des protéines**

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait, il renferme des acides aminés libres indispensables

à l'organisme. Ceci résulte de l'activité protéolytique des bactéries lactiques au cours de la fermentation du lait (**Mahaut et al., 2000**).

**- Activité antimicrobienne**

Les bactéries lactiques produisent des substances antimicrobiennes ; l'effet antimicrobien principal exercé par ces bactéries résulte de la production d'acides organiques principalement l'acide lactique, qui conduit à la diminution du pH. Cette baisse de pH inhibe le développement de microorganismes pathogènes et contribue à la conservation des produits laitiers fermentés (**Herreros et al., 2005**).

En plus de l'acide lactique, les bactéries lactiques ont la capacité de synthétiser d'autres métabolites ou substances antagonistes notamment le peroxyde d'hydrogène, le diacétyle et les bactériocines.

### - Stimulation du système immunitaire

Les bactéries lactiques présentent une action stimulante sur le système immunitaire de l'hôte, en agissant sur les cellules impliquées dans l'immunité spécifique ou non spécifique (*Marteau et al., 1994*).

### -Action préventive contre les cancers

De nombreuses études ont mis en évidence l'existence d'une relation entre la consommation de laits fermentés et le risque réduit du cancer. Les bactéries lactiques ont un effet inhibiteur sur la prolifération des cellules tumorales (*Shahani et Chandan, 1979*) ; la consommation de substances pro carcinogènes contenues dans l'alimentation peut être particulièrement responsable de l'initiation de tumeurs. Les nitrites utilisés en technologie alimentaire peuvent être convertis en nitrosamines qui seraient impliquées par conséquent dans la cancérogenèse colique (*Fernandes et Shahani, 1990*).

Une diminution du taux de nitrites et de leur conversion en nitrosamines a été démontrée chez *Lactobacillus bulgaricus* par l'action du nitrate réductase (*Absolonne, 1989*).

### - Action hypocholestérolémiant

Le taux élevé de cholestérol dans le plasma est souvent associé à l'apparition de maladies cardio-vasculaires. L'effet des bactéries lactiques sur le métabolisme du cholestérol est controversé.

Plusieurs études rapportent que le taux de cholestérol sérique diminue suite à la consommation de produits laitiers fermentés, malgré un apport alimentaire important en cholestérol. L'une des hypothèses proposée, pour expliquer cette diminution est l'absorption du cholestérol par les bactéries lactiques (*Drouault et Corthie, 2001*).

## III-3-Différents types du yaourt

### III-3-1- Selon le mode de présentation (texture)

-Il existe trois types de yaourt :

- Yaourt ferme ou étuvé : Il se caractérise par une fermentation directe dans un pot, généralement du yaourt naturel et aromatisé.
- Yaourt brassées : la fermentation se fait dans de grandes cuves avant le brassage et le conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.

La fabrication de ces deux types de yaourts peut être à base de lait entier, partiellement écrémé ou totalement écrémé (*Erik Hansen, 2011*).

- Yaourt à boire : Le yaourt à boire est un lait fermenté brassé de faible viscosité, généralement aromatisé avec du jus de fruits ou de la purée. Il est consommé comme boisson rafraîchissante au lieu de nourriture (*Hammadi, 2016*).

### III-3-2- Selon la teneur en MG

On distingue trois types de yaourt :

- Yaourt maigre : Ce type de yaourt renferme moins de 1% de matière grasse.
- Yaourt partiellement écrémé : Contenant entre 1 à 3% de matière grasse.
- Yaourt entier : Ce type de yaourt contient au maximum 3 à 3,5% de matière grasse (*Cidil, 2009*).

### III-3-3- Selon le gout

Selon le gout, nous avons remarqué les différents types de yaourts suivants

- . Yaourt naturels (sans addition).
- . Yaourt sucrés.
- . Yaourt aux fruits, miel, à la confiture : moins de 30% d'éléments ajoutés.
- . Yaourt aromatisés : arôme naturel ou synthétique autorisé par la législation (*Hammadi, 2016*).

## III-4-Qualité

### III-4-1-Organoleptique

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- ✓ couleur franche et uniforme ;
- ✓ gout franc et parfum caractéristique ;
- ✓ texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

### III-4-2-Hygiénique

Selon la norme nationale de **1998, N°35** parue au *Journal Officiel*, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène.

Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt

ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables.

Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (*Larpen et Bourgois, 1989*).

### III-5-Composition du yaourt

La principale matière première pour la fabrication du yaourt est le lait, dont la plupart est le lait de vache (*Tamime et Robinson, 1999*). La plupart des yaourts et du lait fermenté vendus sont fabriqués à partir de lait riche en poudre de lait. En conséquence, ils sont plus riches en protéines, en calcium et en lactose que le lait seul. Ces produits sont plus ou moins sucrés. Leur teneur en saccharose varie alors de 7 à 12 (*Syndifrais, 1997*).

#### III-5-1- Les glucides

La principale modification est la baisse de la teneur en lactose de 20 à 30%. À partir de lait riche en poudre de lait écrémé au taux de 2%, la teneur résiduelle en lactose du yaourt est d'environ 4,5 g pour 100 g. La dégradation de lactose conduit à la formation de galactose, de glucose et d'acide lactique qui passe d'un niveau pratiquement nul à un niveau de 0,8 à 1%, dont 50 à 100% d'acide lactique selon les ferments (*Syndifrais, 1997*).

La quantité finale en galactose est d'environ 1 à 1,5%. Les concentrations en glucose et oligosaccharides sont très faibles (*Syndifrais, 1997*).

#### III-5-2- Les protéines

La teneur en protéines du yaourt commercial est généralement plus élevée que celle du lait en raison de l'ajout de lait sec non gras pendant le traitement et la concentration, ce qui augmente la teneur en protéines du produit final. Il a été avancé que les protéines du yaourt sont plus faciles à digérer que les protéines du lait, car une prédigestion bactérienne des protéines du lait dans le yaourt peut se produire. Cet argument est soutenu par la preuve d'une teneur plus élevée en acides aminés libres, en particulier la proline et la glycine, dans le yaourt que dans le lait (*Oskar et al., 2003*).

#### III-5-3- Les lipides

L'hydrolyse des triglycérides est très douce et n'a pas d'impact nutritionnel évident (*Syndifrais, 1997*).

### III-5-4- Les minéraux

En plus d'être une bonne source de protéines, le yaourt est une excellente source de calcium et de phosphore. En raison du pH plus faible du yaourt par rapport à celui du lait, le calcium et le magnésium sont présents dans le yaourt principalement sous leurs formes ioniques (*Oskar et al., 2003*).

Un pot de yaourt de 125 g apporte 180 à 200 mg de calcium (*Syndifrais, 1997*).

### III-5-5- Les vitamines

La composition des vitamines dans le yaourt dépend principalement de la composition du lait utilisé. De plus, il sera également ajusté pendant le processus de fermentation, qui dépend également de la souche utilisée.

La composition en vitamines liposolubles A et D varie en fonction de leur teneur dans le lait utilisé (*Syndifrais, 1997*).

### III-6- Bactéries caractéristiques du yaourt

*Lactobacillus Bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus* sont les deux bactéries caractéristiques du yaourt et d'autres laits fermentés similaires

(*Zourari et Desmazeaud, 1991*).

#### III-6-1- Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

##### 6-1-1- *Streptococcus Thermophilus*

*St. Thermophilus* est une coque à gram positif, non mobiles, appartenant à la famille des Streptococcaceae (*Savadoغو et al., 2011*). Généralement groupées en paires et surtout en chaînes, de longueur variable (*Boucheфра, 2012*), on le trouve dans les laits fermentés et les fromages (*Aliouane et Rabehi, 2017*).

La fonction principale de *St. thermophilus* est de fermenter le lactose du lait en acide lactique.

Outre son pouvoir acidifiant, il est également responsable de la texture du lait fermenté.

Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose) (*Aliouane et Rabehi, 2017*).

*St. thermophilus* est une sorte de bactérie lactique avec une importance économique importante,

dérivée de produits laitiers (*Savadoغو et al., 2011*).

### 6-1-2- Lactobacillus Bulgaricus

Lb. Bulgaricus est une bactérie micro aérobie Gram-positif, immobile, sporulé. Il est isolé sous forme de bâtons ou de chaînes. Il a une fonction stricte de fermentation et de métabolisme et produit exclusivement de l'acide lactique à partir de l'hexose de sucre comme produit final principal.

Il est incapable de fermenter les pentoses (*Amrane, 2001*).

Lb. Bulgaricus est une bactérie

Thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température de croissance optimale est d'environ 42°C. Les bactéries jouent un rôle important dans le développement des qualités sensorielles et hygiéniques du yaourt (*Marty-Teyssset et al., 2000*).

### 6-1-3- Comportement associatif des deux souches

Lors de la production de yaourt l'utilisation combinée des deux espèces de bactéries lactiques :

St. thermophilus et Lb. Bulgaricus, permet de valoriser l'interaction indirecte positive existante entre elles. Cette interaction appelée pro toc opération (*Meghachou, 2013*). Cette relation positive a souvent un effet bénéfique sur la croissance bactérienne et sur la production d'acide lactique et de composés aromatiques (*Courtin et Rul, 2004*).

En effet, St. thermophilus produit l'acide pyruvique, l'acide formique et le CO<sub>2</sub> qui stimulent la croissance de Lb. bulgaricus. À son tour, Lb. bulgaricus produit des acides aminés et des peptides qui stimulent la croissance de St. thermophilus, car Lb. Bulgaricus présente une activité protéolytique plus élevée que celle de St. thermophilus (*Courtin et Rul, 2004*).

# Étude Expérimentale

# **Chapitre I**

## **Matériel et Méthode**

## 1-Lieu de stage

Ce travail a été réalisé au niveau des deux laboratoires de microbiologie et de technologie agroalimentaire à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université IBN-KHALDOUN –Tiaret. Pendant une période qui s'étalée du 05-03-2023 au 25-03-2023 et du 25-04-2023 au 05-05-2023.

## 2-Objectif

L'objectif de notre travail consiste dans la valorisation du lactosérum par l'incorporation de ce dernier dans la fabrication d'un yaourt brassé et étudier son effet sur la qualité physicochimique, bactériologique et organoleptique du yaourt fabriquée.

## 3-Produit et matériel utilisés

### 3-1-Produits

#### 3-1-1-Matières premières

##### Le lait de vache cru pasteuriser

Le lait de vache utilisé dans notre expérimentation nous y est parvenu de la ferme (*DOUAR WLAD HMED*)Dahmouni wilaya de Tiaret.

##### Le sucre

Il est réducteur, inodore, de saveur caractéristique, son humidité est très Faible (0.05%), très soluble dans l'eau, possède des propriétés de texturation, de la lubrification, de corps (rôle de la viscosité) de modification et d'homogénéisation des arômes(*Linden et Lorient., 1994*).

##### Présure commerciale

La présure utilisée est une présure commerciale présentée sous forme de poudre (*Rhodiafood,Marshalltm,France*) de force 1/100.000 à 520 mg de chymosine/1 g de présure. La poudre de présure est conservée à 4°C.A partir de celle-ci, nous avons préparé une solution mère par reconstitution à 1g de poudre dans 100 ml d'eau distillé. Cette solution est conservée à 4°C durant trois jours maximum.

#### 3-1-2-Produits chimique utilisés

- |             |                |
|-------------|----------------|
| -TSE        | - Eau distillé |
| -Gélose PCA | - Alun de fer  |
| -Gélose VF  | - Gélose VRBL  |

-Gélose BP

- NAOH (N/9)

- Phénolphtaléine

## 4-Matériels

Le matériels utilisé pendant la partie expérimentale est représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 4 :** matériels utilisés

<i>Verreries</i>	<i>Appareillage</i>	<i>Autre</i>
Fioles Jaugées (50 ml)	Agitateur magnétique	Papier aluminium
Béchers (100 ml, 500 ml, 800 ml)	PH-mètre (METTLER TOLEDO)	Papier filtre
Pipettes	Bain marie	Spatule
Burette graduée	Réfrigérateur	Pince
Flacon en verre	Réfractomètre	Eau distillé
Tubes à essais	Balance analytique	Barreau magnétique
Éprouvettes graduée	Étuve	Cuillères
Verrines	Conductimètre	Boites de pétri
Des verres de montre	Four à cendre	Papier film
Entonnoir	Bec benzène	

5-Méthodes

5-1-protocole expérimentale

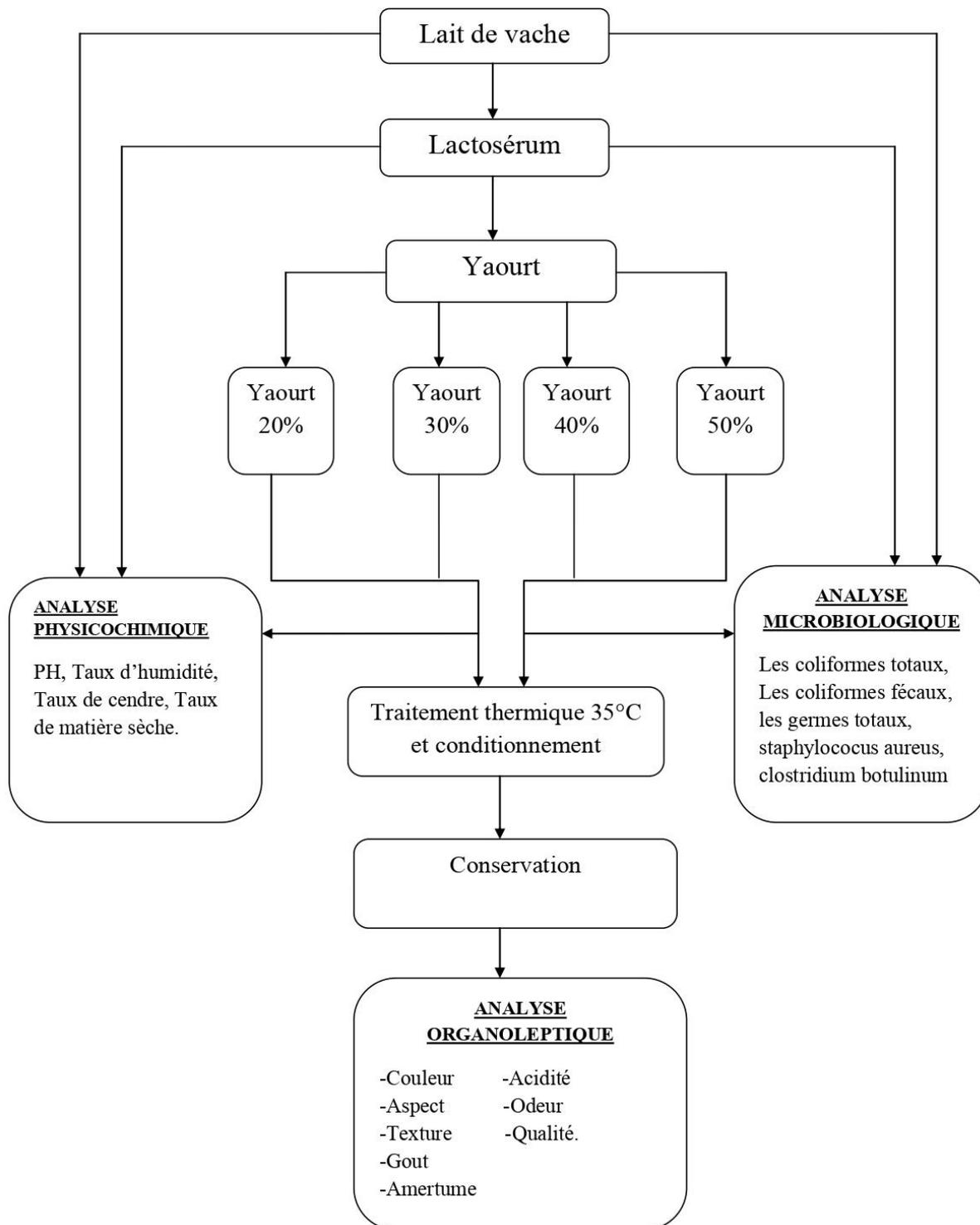


Figure 1 : Diagramme de la fabrication du yaourt a base de lait de vache et lactosérum doux.

## 5-2- Caractérisation physicochimique du lait

### 5-2-1- Détermination du pH

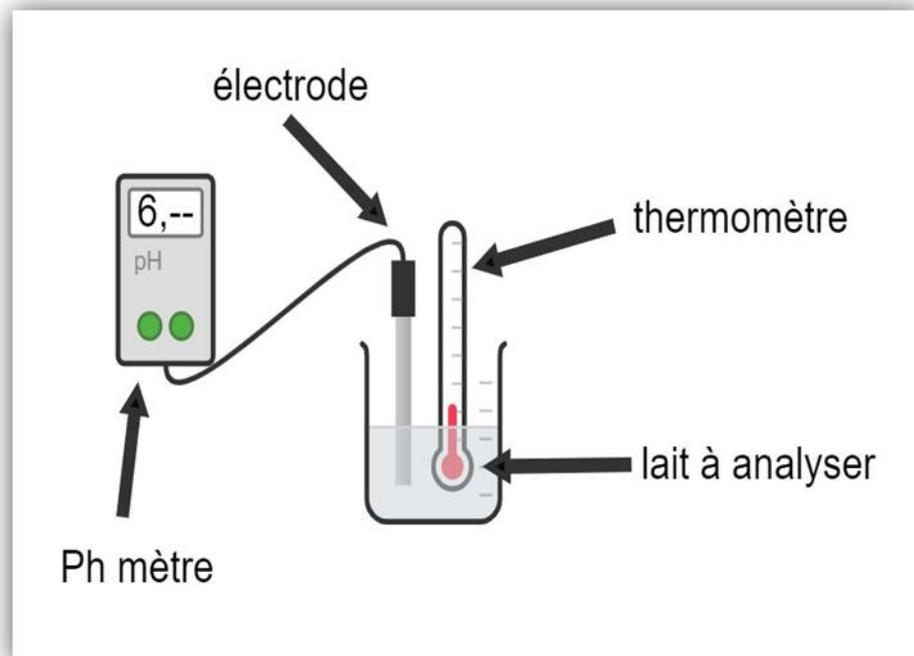
#### Principe

Les mesures de pH sont effectuées, à une température ambiante, selon les méthodes standards Avec un pH-mètre de paillasse étalonné avec des solutions tampons pH4 et pH7 (*Lapointe Vignola, 2002*).

#### Mode opératoire

Calibrage de l'électrode du pH mètre :

- ✓ Rincer l'électrode avec de l'eau distillée puis l'essuyer ;
- ✓ Plonger l'électrode dans une solution à pH4 puis rincer à l'eau distillée et essuyer ;
- ✓ Plonger l'électrode dans une solution à pH 7 ;
- ✓ Lire les résultats sur l'afficheur du pH mètre.



*Figure 2 : schéma représentant la mesure du ph avec un Ph mètre*

### 5-2-2-Détermination du l'acidité

L'acidité exprime le nombre de grammes d'acide lactique présent dans un litre de lait. Elle consiste en une neutralisation par le soude (N/9) des composants acides du lait en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphtaléine. L'unité conventionnelle de l'acidité est le degré Doronic où 1°D représente 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (*Afnor, 1993*).

#### Mode opératoire

- Dans un bécher de 100ml, introduire 10ml de l'échantillon pour essai.
- Ajouter dans le bécher 4 gouttes de solution de phénolphtaléine.
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début du virage au Rose. On

Considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de Secondes.

L'acidité exprimée en acide lactique est donnée par la relation suivante :

#### Acidité en degré Dornic

Tel que :  $A=10 \times V$

A : Acidité.

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1N versée.

1°Doronic = 0.1g d'acide lactique par litre de l'échantillon.

### 5-2-3 Détermination de la matière sèche

#### Principe

Selon *audigier et al (1980)* la détermination de la matière sèche est exprimée en gramme par litre et déterminée par la pesé du résidu après l'évaporation d'un volume du lait.

#### Mode opératoire

- Peser une capsule vide et noté son poids
- Mettre 10 ml de lait dans une capsule vide
- Placer la capsule dans une étuve a 110 degré pendant 3 heures
- Refroidir la capsule dans un dessiccateur
- Peser la capsule

#### Expression des résultats

La matière sèche est mesurée par la formule suivante

$$MS = (M_1 - M_0) / V$$

MS = matières sèches du lait en gramme par litre g/l

M1 = la masse de la capsule avec le résidu après la dessiccation en gramme

M0 = la masse de la capsule vide en gramme

V = le volume de prise d'essai en litre

## 5-2-4-Détermination de la densité

### Le principe

La densité est le rapport des masses d'un volume de lait et d'un même volume d'eau à 20°C. Cette masse résulte des diverses densités des constituants du lait : eau, matière grasse, protéines, sucres, etc. La quantité de ces différents constituants n'étant pas constante, la densité du lait est donc variable. La matière grasse (MG) et la matière sèche dégraissée (MSD) influencent particulièrement sur la densité.

### Mode opératoire :

- homogénéiser l'échantillon de lait
- verser dans une éprouvette de 500 ml
- plonger le thermo-lacto-densimètre avec un moment de rotation
- attendre la stabilité
- la lecture de la valeur de densité se fait au bord supérieur en fonction de la température

## 5-2-5-Détermination de la matière sèche (Taux d humidités)

### Le principe

La teneur en matière sèche totale est le résultat obtenu après évaporation de l'eau du lait. Elle est exprimée en gramme par litre ou par Kilogramme ou en pour cent en masse. (*Mathieu 1998*)

### Mode Opératoire

La détermination de la matière sèche se fait comme suite :

- Peser les capsules vides et prendre
- Placer 05ml de chaque échantillon du lait, dans des capsules séchées
- Placer les capsules dans une étuve pend à 4 heures à 105°C
- Peser les capsules

**Mode de Calcul**

Le résultat est exprimé par la formule suivante :

$$TH = [(m_2 - m_1) / m_0] * 100$$

$$Ms = 100 - TH$$

TH: Taux d'humidité

Ms : matière sèche

M<sub>0</sub> : Le volume de la prise de la d essai en g

M<sub>1</sub> : La masse en g de la capsule vide

M<sub>2</sub> : La masse en g de la capsule et le résidu après la dessiccation et refroidissement

**5-2-6-Détermination de Taux de cendre****Principe**

Le principe repose sur l'incinération de l'échantillon dans un four à morfle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant (*Afnor, 1972*).

**Mode opératoire**

- Peser une capsule vide et noter son poids
- Mettre 10 ml de lait dans la capsule vide
- Placer la capsule dans un four à 550°C degré pendant 4 heures
- Refroidir la capsule dans un dessiccateur
- Peser la capsule

**Mode de Calcul****Expression des résultats :**

Le taux de cendres est mesuré par la formule suivante :

$$TC = (M_1 - M_0) / V$$

TC = matières sèches du lait en gramme par litre g/l

M<sub>1</sub> = la masse de la capsule avec le résidu après l'incinération en gramme

M<sub>0</sub> = la masse de la capsule vide en gramme

V = le volume de prise d'essai en litre

### 5-3-Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C

#### Principe

Selon *Bonnefoy et al., (2002)* les germes aérobies sont des micro-organismes qui forment des colonies dénombrables après avoir poussé dans des conditions de laboratoire définies . Ce sont des bactéries aérobies qui peuvent se développer dans des conditions ambiantes de 30°C et ne représentent pas une famille bactérienne particulière. Cette flore comprend les Entérobactéries, les Bacillus, les Staphylococcus, les Pseudomonas, les Bactéries Lactiques, ou d'autres agents éventuellement pathogènes (*Ghafir et Daube, 2007*).

#### Mode opératoire

- Maitre 1 ml de chaque dilution au centre de boîte de pétri puis couler environ 15 ml de la gélose PCA préalablement fondue et refroidie à 45°C.
- Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laissé les boîtes se solidifier sur la palliasse.
- Incuber les boîtes de pétris retournées à 30°C pendant 24h.

### 5-4-recherche et dénombrement des coliformes à 37°C et des coliformes fécaux à 44°C

Ils appartiennent à la famille Entérobactérie et indiquent le plus souvent une pollution d'origine fécale, ou d'une contamination par défaillances technologiques ou hygiéniques (*Lapied et Petransxiene, 1981*).

Ils sont anaérobies facultatifs et fermentent rapidement le lactose à 30°C ou 37°C avec production de gaz, Dou la recherche sur milieu sélectif riche en lactose (*Lebres et al, 2001*).

#### Principe :

Selon *Guiraud 1998* le dénombrement s'effectue sur le milieu VRBL, les dilutions s'effectuent comme pour la technique précédente, les boîtes sontensemencées par 1ml du produit ou de ses dilutions, le milieu fondu et refroidi à 45°C est ajouté. L'incubation a lieu pendant 24 heures à 30 ou 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes thermo-tolérants (fécaux)

Une première lecture est faite après 24 heures, compter les colonies rouges Dun moins 0.5mm de diamètre.

#### Mode opératoire

- Maitre 1 ml de chaque dilution au centre de boîte de pétri puis couler environ 15 ml de la gélose VRBL préalablement fondue et refroidie à 45°C.
- Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laissé les boîtes se solidifier sur la palliasse.

-Incuber les boîtes de pétris retournées à 37°C et 44°C pendant 24h.

## 5-5-Recherche de *Clostridium botulinum*

Les *Clostridium botulinum* principalement *Clostridium perfringens*, sont des anaérobies spatulés, hôtes habituels du tube digestif de l'homme sur des milieux appropriés (milieu à l'extrait de viande et de levure) en présence de *Clostridium* et l'alun de fer, ils donnent après 24 ou 48 heures d'incubation à 37°C des colonies entourées d'une auréole noire par formation de sulfure de fer. Cette coloration facilite leur dénombrement (*Baron et al, 2006*).

### Mode opératoire :

Porter 5 ml de lait cru, dans un tube stérile dans un bain marie pendant 10 minutes après faire un choc thermique ajouter ensuite la gélose VF, 0.5ml d'une solution à 5 % de sulfite de sodium et de 2 à 3 gouttes de solution d'alun de fer à 5%

Après l'homogénéisation du tube par un mouvement rotatoire vertical, on ajoute un second volume d'huile de paraffine pour assurer l'anaérobiose.

## 5-6-Recherche de *Staphylococcus aureus* :

La gélose Baird-Parker est un milieu de culture sélectif et différentiel employé en microbiologie pour l'isolement et l'identification du pathogène *Staphylococcus aureus* (Staphylocoque doré). Il a été mis au point en 1962 par A.C.

Baird-Parker dans le but de faciliter la détection et la numération des Staphylocoques dorés entéro toxigènes responsables d'intoxications alimentaires. Son auteur s'est inspiré du milieu tellurite-glycine proposé par *E. Zebovitz et al (1955)*.

### Principe

Gélose Baird Parker contient de la peptone de caséine, de l'extrait de bœuf et de l'extrait de levure comme sources d'azote, de carbone, de soufre, de vitamines et d'oligo-éléments.

- **Le pyruvate de sodium** : Stimule la croissance de *S. aureus* sans détruire la sélectivité du milieu
- **Le jaune d'œuf** : N'est pas seulement un enrichissement, Les staphylocoques qui contiennent de la lécithinase décomposent le jaune d'œuf (lipolyse) et créent des zones claires autour des colonies
- **L'additif tellurite** : Près de 100% des Staphylocoques à coagulase positive sont capables de réduire la tellurite, toxique pour les souches clarifiant le jaune d'œuf, qui produit des colonies noires
- **La glycine et le chlorure de lithium** : ont une action inhibitrice contre des organismes autres que *S. aureus*.
- L'addition facultative de sulfate méthanise après autoclavage assure l'inhibition de la presque totalité des *Proteus*.

## 5-7-Recherche de staphylococcus :

La **gélose Chapman** ou **gélose au sel de mannitol** est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement, le dénombrement et la différenciation des *Staphylococcus* à partir d'échantillons cliniques, alimentaires, antiseptiques et cosmétiques.

Ce milieu est à la fois une **gélose sélective** et **différentielle**. Le milieu sélectionnera des organismes qui peuvent vivre dans des zones à forte concentration en sel (chlorure de sodium) et la fermentation du mannitol, mise en évidence par le virage au jaune de l'indicateur pH (rouge de phénol), permet d'orienter le diagnostic.

### Principe

La sélectivité de ce milieu est basée sur la présence de chlorures de sodium (7.5%) qui inhibe la plupart des bactéries à Gram négatif et à Gram positif.

## 5-8-Characterisation physicochimique du lactosérum

### 5-8-1-Détermination du pH

#### Mode opératoire

Selon *Benamara (2017)* la mesure de pH consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon après réglage de la température d'étalonnage. La lecture se fait directement sur le pH-mètre.

### 5-8-2-Détermination du l'acidité

#### Mode opératoire

- Dans un bécher de 100ml, introduire 10ml de l'échantillon pour essai.
- Ajouter dans le bécher 4 gouttes de solution de phénolphtaléine.
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début du virage au Rose. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de Secondes.

L'acidité exprimée en acide lactique est donnée par la relation suivante :

#### Acidité en degré Dornic

Tel que :  $A=10 \times V$

A : Acidité.

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1N versée.

1°Doronic = 0.1g d'acide lactique par litre de l'échantillon.

### 5-8-3- Détermination de la matière sèche

#### Mode opératoire

- Peser la capsule en verre séchée et refroidie
- Introduire 5ml de lactosérum dans la capsule
- Mettre dans l'étuve réglée à 103-105°C pendant 5 heures
- peser le résidu après séchage

La teneur en eau exprimée en pourcentage de masse de produit est donnée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau} = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

Où :

$M_0$  : La masse, en gramme, de la capsule vide.

$M_1$  : La masse, en gramme, de la capsule et la prise d'essai avant la dessiccation.

$M_2$  : La masse, en gramme, de la capsule et la prise d'essai après la dessiccation (*Lapointe Vignola, 2002*).

### 5-8-4-Détermination de Taux de cendre

#### Mode opératoire

- Après avoir déterminé la matière sèche.
- Mettre les capsules dans un four à moufle à 550°C pendant 2 à heures
- Peser les capsules après les avoir refroidis dans un dessiccateur

#### Mode de Calcul

$$TC = [(P_2 - P_1)/P_0] \times 100$$

$P_0$  : Le volume de la prise de la d essai en g

$P_1$  : La masse en g de la capsule vide

$P_2$  : La masse en g de la capsule après l'incinération du lait

### 5-9-Recherche et dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C

#### Principe

A laide d'une pipette transférer aseptiquement 1ml des dilutions retenus (dilution décimales) dans des boites pétri stériles de 90mm de diamètre. 12 à 15 ml de gélose plate count Agar fondu (PCA) au préalable et refroidi dans un bain d'eau à 45°C, et coulée dans chacune des boites.

Mélanger soigneusement pour assurer homogénéisation entre l'inoculation et le milieu. laisser solidifier en posant les boites sur une surface fraîche et horizontale, le délai entre la préparation des dilutions et l'introduction de la gélose dans les boites ne doit pas excéder 15 minutes (*Lebres et al ., 2001*)

## Incubation

Placer les boîtes de pétri retournées dans une étuve à 30°C pendant 24 à 48 h. Les colonies blanchâtre ayant poussé en profondeur sont dénombrées pour avoir le nombre exact de germes.

## 5-10-Préparation du yaourt à base de lait de vache et du lactosérum doux

Voir annexe N° 7.

### 5-10-1-Étape 1 : préparation du lactosérum doux

-500 ml de lait de vache pasteurisé + 10 ml de présure

-agiter le mélange par un agitateur magnétique pendant 45 min à 35°C puis l'incubation à 30°C de 16 à 18h

-obtention du caillé + lactosérum doux de couleur jaune verdâtre

--filtrer le caillé pour obtenir du lactosérum doux

### 5-10-2-Étape 2 : préparation du yaourt

-pasteuriser 500 ml de lait de vache

-on prépare quatre échantillons :

*1 échantillon* : 80 ml de lait de vache pasteurisé + 20 ml du lactosérum doux + yaourt + sucre

*2 échantillons* : 70ml de lait de vache pasteurisé + 30 ml du lactosérumdoux + yaourt + sucre

*3 échantillons* : 60 ml de lait de vache pasteurisé + 40 ml du lactosérum doux+ yaourt + sucre

*4 échantillons* : 50 ml de lait de vache pasteurisé + 50 ml du lactosérum doux + yaourt + sucre

### 5-10-3-Étape 3 : traitement thermique et conditionnement

-agiter le mélange de chaque échantillon par un agitateur magnétique pendant 10 min

- verser chaque échantillon dans une verrine

-Placer les verrines dans une étuve a 37°C degré pendant 1 heure

### 5-10-4-Étape 4 : refroidissement et conservation

Met les vérines à une température de 4°C dans un réfrigérateur

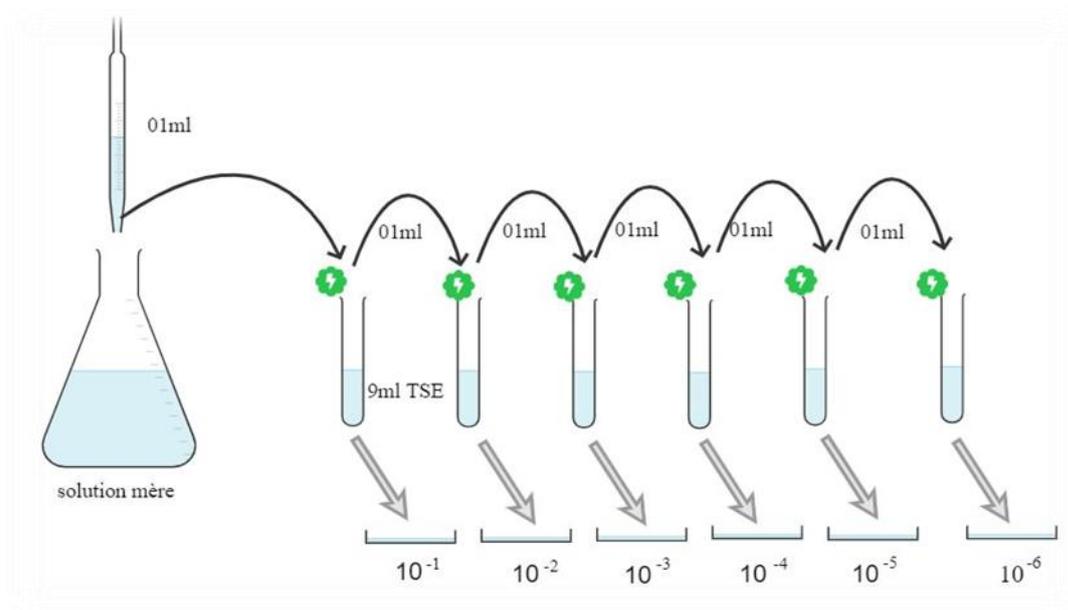
### 5-11-Échantillonnage

Les échantillons d'analyse physico-chimique ont été prélevés de manière aléatoire.

Pour l'analyse bactériologique les échantillons ont été prélevés dans des conditions aseptiques pour ne pas fausser les résultats avec des contaminants. Le matériel doit être stérile.

Pour préparer le yaourt en vue de l'analyse il faut bien l'homogénéiser manuellement à l'aide d'une spatule aseptisée à l'alcool et flamber. Puis on fait les dilutions 1 ml du yaourt diluée 9 ml de TSE

(Solution mère de chaque échantillon) d'après les solutions mère on fait des dilutions décimales successives jusqu'à ( $10^{-4}$ )



*Figure 3: Technique de préparation des dilutions décimales successives.*

### 5-12-Analyse physicochimique du yaourt

Les analyses physicochimiques effectuées sur les produits finis sont :

- la mesure du potentiel d'hydrogène (pH)
- taux d'humidité
- taux de cendre

-taux de matière sèche

### 5-12-1-La détermination de pH et la température d'un yaourt

#### Matériel

- Bécher de 250ml.
- pH mètre à électrode de verre, dont la graduation permet la lecture à 0,05 unité de pH près.
- Produit

#### Mode opératoire

En commençant d'abord par l'étalonnage de pH mètre avec deux solutions tampon à : pH=7 et pH=4, ensuite on met l'électrode du pH mètre dans un bécher contenant 10 ml du produit (yaourt) à analyser (un volume de produit suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes). Le résultat sera affiché sur l'écran de l'appareil (en effet le pH mètre utilisé indique aussi la température).on Attendre une dizaine de secondes avant de procéder la lecture.

On Noter, le pH de l'échantillon et la température.

### 5-12-2-Détermination de l'extrait sec total EST

#### Mode opératoire

- Peser une capsule vide et noté son poids
- Mettre 10 ml du yaourt dans une capsule vide
- Placer la capsule dans une étuve a 110 degré pendant 3 heures
- Refroidir la capsule dans un dessiccateur
- Peser la capsule

#### Expression des résultats

La matière sèche est mesurée par la formule

$$MS = (MI - M0) / V$$

*MS* = matières sèches du yaourt en gramme par litre g/l

*MI* = la masse de la capsule avec le résidu après la dessiccation en gramme

*M0* = la masse de la capsule vide en gramme

*V* = le volume de prise d'essai en litre

### 5-12-3-Détermination de taux de cendre

#### Principe :

D'après *Afnor (1972)* le principe repose sur la combustion de l'échantillon dans un four à morfle jusqu'à l'obtention d'un poids constant de cendre blanche.

## Mode opératoire :

- Peser une capsule vide et noter son poids
- Mettre 10 ml du yaourt dans la capsule vide
- Placer la capsule dans un four a 550°C degré pendant 4 heures
- Refroidir la capsule dans un dessiccateur
- Peser la capsule



*Figures 4: mise des échantillons dans un four à 550°C*

**Expression des résultats**

Le taux de cendres est mesuré par la formule :

$$TC = (MI - M0) / V$$

*TC* = matières sèches du lait en gramme par litre g/l

*MI* = la masse de la capsule avec le résidu après l'incinération en gramme

*M0* = la masse de la capsule vide en gramme

*V* = le volume de prise d'essai en litre

**5-12-4-Taux d'humidité****Principe**

La teneur en humidité est le volume d'humidité présent dans l'échantillon, exprime en pourcentage du poids d'origine (humide) de ce dernier.

**Mode opératoire**

- Peser les capsules vides et prendre
- Placer 5ml de chaque échantillon du yaourt, dans des capsules séchées
- Placer les capsules dans une étuve pendant à 4 heures à 105°C
- Peser les capsules

**Expression des résultats**

Le résultat est exprimé par la formule suivante :

$$TH = [(m_2 - m_1) / m_0] * 100$$

**M<sub>0</sub>** : Le volume de la prise de la d essai en g

**M<sub>1</sub>** : La masse en g de la capsule vide

**M<sub>2</sub>** : La masse en g de la capsule et le résidu après la dessiccation et refroidissement

**5-13-Analyse bactériologique du yaourt**

Dans cette partie, nous nous intéressons à l'étude et au dénombrement de la flore microbienne possible dans le yaourt pour assurer sa qualité hygiénique. Les analyses bactériologiques réalisées ont été :

- les coliformes totaux
- les coliformes fécaux
- les germes totaux
- Staphylococcus aureus
- clostridium botulinum

**Tableau5** : les milieux de cultures et les dilutions des microorganismes recherchés.

<i>Microorganisme</i>	<i>Milieu de culture et temps d'incubation</i>	<i>Dilutions</i>
coliformes totaux	Gélose VRBL 24h à 37°C	De (10 <sup>-1</sup> à 10 <sup>-4</sup> ) de chaque échantillon
coliformes fécaux	Gélose VRBL 24h à 44°C	De (10 <sup>-1</sup> à 10 <sup>-4</sup> ) de chaque échantillon
germes totaux	Gélose PCA 24h, 48h à 30°C	De (10 <sup>-1</sup> à 10 <sup>-4</sup> ) de chaque échantillon
Staphylococcus aureus	Gélose BP 24h à 37°C	De (10 <sup>-1</sup> à 10 <sup>-4</sup> ) de chaque échantillon
clostridium botulinum	Gélose VF 24h à 37°C	Solution mère de chaque échantillon

L'interprétation de résultat se fait après comptage de nombre de colonies trouvé dans la boîte.

### 5-13-1-Recherche des coliformes fécaux et totaux

#### Mode opératoire

- Transférer 1 ml des dilutions retenues de chaque échantillon (10<sup>-1</sup> à 10<sup>-4</sup>) dans les boîtes de Pétri stériles.
- Couler 15 ml de gélose VRBL en surfusion et mélanger l'inoculum avec le milieu.
- Laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale.
- Placer 4 boîtes de Pétri retournées dans une étuve à 44° C, et les 4 autres à placer dans une étuve à 37°C pendant 24h.

#### Lecture

Selon *Guiraird, J. et Galzy, P. (1980)* les coliformes se présentent sous la forme de petites colonies rouge foncé de 0,5 mm de diamètre.

### 5-13-2-Recherche des Staphylococcus aureus

#### Mode opératoire

- Transférer 0,1 ml des dilutions retenues de chaque échantillon sur la gélose de Baird Parker.
- Etaler à la surface à l'aide d'un étaleur en verre.  
(Ensemencement en surface)
- Attendre 15min avant de placer les boîtes dans l'étuve à 37°C pendant 24 à 48h.

### Lecture

Staphylococcus aureus sont des colonies noires brillantes avec un halo clair dû à la protéolyse de la protéine du jaune d'après *Guirard, J., & Galzy, P. (1980)*.

### 5-13-3-Recherche des germes totaux

#### Mode opératoire

- Transférer 1ml des dilutions retenues de chaque échantillon dans une boîte de pétri vide et stérile.
- Couler 15 à 18 ml de milieu de culture PCA, fondu dans un bain d'eau à 45°C.
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu.
- Laisser solidifier.
- Placer les boîtes de pétri dans l'étuve à 30°C pendant 24h.

### 5-13-4-Recherche de clostridium botulinum

#### Mode opératoire

- Devant un bec bunsen dans une zone stérile verser aseptiquement 1ml du yaourt homogénéisé de chaque échantillon dans un tube à essai stérile.
- Plonger le tube dans un bain marri réglé à 80°C pendant 10 minutes.
- Refroidir immédiatement le tube sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées.
- Porter aseptiquement 1ml de l'échantillon dans un tube stérile, puis remplir avec la gélose VF, et quelque goutte d'alun de fer et sulfite de sodium.
- Homogénéiser le mélange en évitant la formation des bulles d'air.
- Incuber le tube à 37°C, pendant 24h.

### Lecture

Colonies de *Clostridium botulinum* apparaissent de couleur noire

### **5-14-Analyse organoleptique du yaourt**

Le test de dégustation effectué est basé sur une table de dégustation. Il s'agit de montrer aux dégustateurs le yaourt réalisé. Ces tests permettent de décrire les propriétés organoleptiques suivantes :

- couleur
- aspect
- texture
- gout
- amertume
- acidité
- odeur
- qualité

# **Chapitre II**

## **Résultat et discussion**

### 1- Caractéristiques physicochimique du lait de vache

Les résultats d'analyse physicochimique du lait sont montrés dans le tableau suivant.

**Tableau 6** : résultat des analyses physicochimique du lait de vache

<i>Paramètre</i>	<i>Lait de vache</i>
pH	6,4
Acidité	18,2°D
Densité	1,032
Taux d'humidité	80,1%
Matières sèche	19,79%
Taux de cendre	0,89%

#### 1-1- Détermination du pH:

Selon *Luquet, 1985* la mesure de pH renseigne précisément sur l'Etat de la fraîcheur du lait. Le résultat obtenu du pH de lait de la vache (6.4) conforme aux normes éditées par (*Gaucher et al .2008*), dont les valeurs comprises entre 6.4 à 6.85.

#### 1-2- Détermination de l'acidité :

D'après *Corcy (1991)* et *Prala (2012)* un lait de vache sain a une acidité naturelle comprise entre 15 à 21°Dornic. Donc on remarque que nos résultats sont conformes aux valeurs citées par les auteurs précédents.

#### 1-3- Détermination de la densité :

Il se ressort des résultats montrés dans le tableau N°6 que La valeur de la densité de lait de vache est de 1.032 cette dernière semble conforme aux normes des résultats obtenus par *Roudj (2005)* et *Valinoglou(1982)* qui sont respectivement de 1.029 et 1.033.

#### 1-4- Détermination de taux de cendre :

Les résultats montrés dans le tableau N°6 concernant le taux de cendre qui estimé à 0.89% est conformé suite aux résultats trouvés par *Mathieu J (1998)*.

#### 1-5- Détermination de la matière sèche

Le lait cru de vache cru a une teneur en matière sèche de 19,79% .cette valeur est inférieure à celle de (*Jaoun1977*) ; soit 11,5%.selon le même auteur cette différence peut être attribuée à différents facteurs qui consistent dans la race, l'alimentation et la période de lactation de l'animal.

Cette variation peut être due probablement selon à l'alimentation et la saison dont en hiver la production du lait est moindre d'où une teneur en lipides plus élevée (*Salghi, 2005*)

### 2- Caractéristiques physicochimiques du lactosérum

Les résultats d'analyse physicochimique du lactosérum sont montrés dans le tableau 7.

**Tableau 7:** résultat des analyses physicochimique du lactosérum

<i>Paramètre</i>	<i>Lactosérum</i>
pH	6,5
Acidité	19,1
Taux d'humidité	92,73%
Matières sèche	7,2
Taux de cendre	0,5%

#### 2-1- Détermination du Ph:

Le pH du lactosérum analysé est de 6.5 qui est une valeur incluse dans l'intervalle trouvé par *Pega et al., (2018)* qui est entre un pH de 5 à 7.

#### 2-2 -Détermination de l'acidité:

L'acidité est la résultante de l'acidité naturelle du lait (liée à sa richesse en protéines et minéraux) à laquelle vient s'ajouter l'acidité développée (grâce à l'action des ferments lactiques qui transforment le lactose du lait en acide lactique) (*Franworth et Mainville, 2010*)

Le lactosérum a une acidité inférieure à celle du lait de vache, selon les résultats obtenus nous remarquons que l'acidité dans le lactosérum est de 17,1°D et cela confirme que notre lactosérum est doux. Et selon *Adrianet Potus (1995)*, le lactosérum doux doit avoir une acidité inférieure à 18°D.

#### 2-3- Détermination de taux de cendre (minéraux) :

Selon les résultats obtenus, nous remarquons que la teneur des cendres dans le lactosérum est de 0.5% cette valeur est se rapproche à celle trouvée par *Smithers et al., (1996)* qui est de 0.7 %.

Cette différence est peut-être due à la qualité du lait utilisé, à la diversité entre les espèces laitières et leur mode d'alimentation *Sbouï et al., (2016)* et la quantité de minéraux piégés dans les protéines précipitées.

#### 2-4- Détermination de la matière sèche:

La valeur de la matière sèche ou l'extrait sec total déterminé dans le lactosérum doux de vache est de 7,2% qui semble presque identique à celle trouvée par *Blaschek, et al. (2007)* qui est estimée à 6.6 %. Donc l'évaluation de ce paramètre nous renseigne sur la

composition du lait utilisé, alors sur ce on remarque que cette valeur indique la bonne qualité du lait de vache utilisé.

### 3- Caractéristiques bactériologique du lait et du lactosérum

Les résultats des analyses bactériologiques du lait de vache et de lactosérum ont été exprimés en UFC/g, qui sont rapportés dans le tableau ci-dessous

**Tableau 8:** Les résultats des analyses microbiologiques du lait et du lactosérum

G	FTAM
E	UFC/g
Lait de vache	$25 \times 10^1$
Lactosérum	$100 \times 10^3$

G: germe .FTAM: Flore aérobie mésophile totale.

**Tableau 9:** Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017

	FTAM	
	M	M
Lait de vache	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^6$
Lactosérum	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^5$

**M** : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisantes, sans pour autant que le produit soit considéré comme non satisfaisantes.

**4-Résultats et discussions des analyses bactériologiques :**

Les résultats des analyses bactériologiques du lait pasteurisé de vache et de lactosérum ont été exprimés en UFC/g, rapportés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 10:** Les résultats des analyses microbiologiques du lait et lactosérum

G E	FTAM UFC/g	C T UFC/g	C F UFC/g	Staph UFC/g	Clost UFC/g
Lait de vache	25 x10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Lactosérum	100 x10 <sup>3</sup>	-	-	-	-

**Tableau 11:** Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017.

	FTAM		C		Staph		Clost
	M	M	m	M	m	M	
<b>Lait de vache</b>	3 x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>6</sup>	5 x10 <sup>2</sup>	5 x10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	-
<b>Lactosérum</b>	3 x10 <sup>4</sup>	3 x10 <sup>5</sup>	Absence dans 0.1 g		-		-

**4-1-Résultat de recherche des Flore mésophile aérobique totale**

On constate que les deux échantillons montrent une satisfaction selon les normes fixées par l'arrêté interministériel relatif aux spécifications microbiologiques (*J.O.R.A, N°39 DU 2 JUILLET 2017*), qui sont limités à un seuil d'acceptabilité maximale de 3\*10<sup>6</sup>UFC/g ; ces résultats peuvent être interprétés soit par une charge bactérienne du lait au cours de ces différents étapes : traite, collecte et transport, soit aux mauvais traitements au niveau de laboratoire.

**4-2- Résultat de recherche des Coliformes totaux et Coliformes fécaux**

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de couleur rouge foncé d'un diamètre d'au moins de 0.5 millimètre.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°11 dont on remarque l'absence totale des coliformes totaux et fécaux dans le lait et lactosérum.

**4-3-Résultat de recherche des Staphylococcus aureus**

D'après les résultats illustrés dans le tableau N°11, on remarque l'absence des staphylococcus aureus dans le lait et lactosérum.

**4-4- Résultat de recherche des Clostridium botulinum**

La présence des clostridium botulinum dans les produits laitiers est à l'origine des intoxications alimentaires.

Le résultat obtenu montre clairement une absence totale des botulinum dans tous nos échantillons et nos échantillons considérés comme satisfaisants selon les normes du *J.O.R.A, N°39 (2 JUILLET 2017)*

### **5-Résultats des Analyses physico-chimiques du yaourt**

Le but principal des analyses physicochimiques consiste à vérifier la conformité des échantillons analysés aux critères et normes fixés par la réglementation. Ces résultats sont représentés sur les tableaux ci-dessous:

**Tableau12:** résultat d'analyse de pH du yaourt

<i>Echantillon</i>	<i>PH</i>
E1	5,07
E2	5,18

Les valeurs du pH obtenu varient entre 5,07 et 5,18 Cette valeur est Conforme aux normes internes fixées dans le journal officiel  $pH > 5$ .

**Tableau13 :** résultat des différentes analyses physicochimiques du yaourt

<i>Echantillon</i>	<i>TH</i>	<i>MS</i>	<i>TC</i>
E1	80,702%	19,298%	0,51%
E2	80,818%	19,182%	0,568%

D'après le tableau n°13 les résultats du différent paramètre physicochimique Des échantillons sont entre 80,702 et 80,818% le taux d'humidité, le taux de matière sèche du yaourt est entre 19,298 et 19,182% et le taux de cendre est entre 0,51 et 0,568%

Ces résultats sont variés selon les propriétés physicochimiques et la qualité nutritionnelle des matières premières du yaourt (lait, lactosérum et sucre).

**6-Résultat et discussion d’analyse bactériologique**

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux, coliforme fécaux, Staphylococcus aureus, clostridium botulinum et Germes totaux de produit finis sont présentés dans tableau N°14.

**Tableau 14** : résultats d’analyse bactériologique du yaourt

Echantillons	E1	E2
Germes		
Coliformes totaux	Abs	Abs
Coliforme fécaux	Abs	Abs
Staphylococcus aureus	$2 \times 10^1$	Abs
Les germes totaux	$12 \times 10^1$	$10 \times 10^1$
Clostridium botulinum	Abs	Abs

**6-1-Résultat de recherche des Coliformes totaux et Coliformes fécaux**

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de couleur rouge foncée d’un diamètre d’au moins de 0.5 millimètre. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°14 dont on remarque l’absence totale des coliformes totaux et fécaux.

**6-2-Résultat de recherche des Staphylococcus aureus**

D’après les résultats illustrés dans le tableau N°14, on remarque la présence de staph dans le yaourt mais avec des valeurs inférieures aux normes.

**6-3-Résultat de recherche des Clostridium botulinum**

La présence des clostridium botulinum dans les produits laitiers est à l’origine des intoxications alimentaires. Sur la gélose (viandes-foie), la distinction de ces micro-organismes observée sous forme de colonies entourées d’un halo noir, si le produit est fortement contaminé on observe un noircissement du milieu. Le résultat obtenu montre clairement une absence totale des clostridium dans tous nos échantillons et nos échantillons considérés comme satisfaisants selon les normes du ( **J.O.R.A, N°39 (2 JUILLET 2017)** )



*Figure 5:* produits finis (yaourt)

### **7-Résultat et discussion des analyses organoleptiques**

Les résultats des analyses organoleptiques du yaourt sont montrés sur le tableau 15

Tableau 15: résultats des analyses organoleptiques du yaourt

Echantillons		E1 (20%) du lactosérum	E2 (30%) du lactosérum
Caractères étudié			
couleur	Jaune claire	×	×
	Blanchâtre		
Aspect	Sec		
	Hydratant	×	×
Texture	Lisse	×	×
	Granulée		
Gout	Bon	×	
	Moyen		×
	Très bon		
Amertume	Faible	×	×
	Moyen		
	Fort		
Acidité	Faible	×	×
	Moyenne		
	Fort		
Odeur	Banane	×	×
	Lait		
Qualité	Bonne	×	
	Acceptable		×

Sensorielle du yaourt varie en fonction de la technologie de fabrication et des caractéristique chimique et microbiologique de la matière première mise en œuvre.

Ces derniers dépendent elles même de nombreux facteurs d'origine génétique, physiologique et alimentaire.

Selon les valeurs des résultats obtenus des paramètres testés on remarque que selon les deux cas des échantillons

La majorité des dégustateurs attestent que les yaourts de meilleure qualité organoleptique obtenus par ce mélange lait et lactosérum sont celles ayant une couleur Jaune claire.

L'aspect et la texture ont été jugé respectivement, hydratants pour les deux échantillons.

La majorité des personnes interrogées lors de l'analyse sensorielles estiment que le yaourt est remarquable par son gout qui est en moyenne bon.

L'amertume est jugé faible pour les deux échantillons

L'acidité est jugé faible pour les deux échantillons.

L'odeur a été jugée banane pour les deux échantillons

Dans l'ensemble, les deux échantillons sont de bonne qualité avec un gout apprécié par les dégustateurs.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

### Conclusion

Notre étude a versé dans le but de valoriser le lactosérum doux issu du lait de vache pasteurisé et l'incorporation de ce dernier dans la fabrication d'un yaourt brassé et étudier son compatibilité effet sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique du yaourt fabriquée.

Le yaourt obtenue à partir de l'incorporation du lactosérum doux de lait de vache est caractérisée par des propriétés physicochimiques et microbiologiques conformes aux normes avec un Ph de 6,2, acidité de 18,2 et une densité de 1,032.

Un taux d'humidité varie entre 80,1%, un taux de matière sèche de 19,79%, un taux de cendre entre 0,89%.

Tandis que pour la présence des micros -organismes nuisibles les tests ont été négatifs avec une absence totale de ce genre de micro-organismes

Les analyses sensorielles ont permis d'évaluer les deux échantillons du yaourt fabriqué à base du lactosérum doux et d'après les résultats obtenus nous pouvons conclure que ce yaourt est de bonne qualité et conforme à la norme autant qu'un yaourt normal.

D'après la majorité des personnes interrogées (dégustateurs) lors de l'évaluation sensorielle l'échantillon le plus préféré est celui N°01 du mélange (80/20) de l'autre échantillon et qui semble de bonne qualité sensorielle et organoleptique.

Enfin, notre travail n'est qu'une des voies de valorisation du lactosérum qui est de haute valeur nutritive et en même temps un polluant grave, pour cela il est important de réaliser des autres études qui permettent d'approfondir la recherche sur d'autres techniques de valorisation de ce noble co-produit des industries agro-alimentaires.

**Les références  
Bibliographiques**

# Les références Bibliographiques

## *Les références bibliographiques*

**Absolonne, 1989** Les yaourts : adaptation aux objectifs nutritionnels. Les laits fermentés- actualité de la recherche.135-159 pp.

**Adrianet Potus (1995)** La science alimentaire de A à Z ,2<sup>ème</sup> édition, Tec et Doc, Lavoisier Paris. pp 21-39-69-243-244-353.

**Afnor, 1993** Recueil des normes françaises. Laits et produits laitiers

**Agnes 1986** - Production des protéines à partir de lactosérum brut. Thèse de 3eme cycle, université de Lyon, France.

**Alais et Linden, 1997.**"Abrégé de biochimie alimentaire. 4<sup>ème</sup> Edition Masson." Paris, (119-123).

**Aliouane et Rabehi, 2017**Contrôle de fonctionnement du système HACCP dans l'entreprise Draa Eddiss wilaya blida (filrière lait- yaourt), Projet de fin d'études en vue de l'Obtention du Diplôme De Docteur Vétérinaire, Université Saad Dahlab-Blida, 22p

**Amiot et al., 2002.** "Chapitre 1: Composition, propriétés physicochimiques, Valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait; Vignola C, editor." Science et Technologie du lait; transformation du lait. C. L. Vignola, ed. Presses Internationales Polytechniques, Montréal, Québec: 1-73.2002.

**Amrane, 2001**Lacticacid production during the associated and the décélération growth phases of Lactobacillus helveticuscultivated in various conditions and media. Physiology, metabolism. Lait, 81 : 91-103.

**Apria; 1980**«Actualités scientifique et technique en industrie agro-alimentaire » ; utilisation de lactosérum en alimentation humaine et animale.

**audigier et al (1980)**Manipulation d'analyses biochimique.Edition tec et Doc,Lavoisier.paris.P :270.

**Baron F., Jeantet R., Schuck.2006.**Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et de la qualité des aliments in science des aliments. Edition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P354-355

**Benaissa 2010** Elaboration d'un milieu de culture à base de lactosérum doux pour Lactobacillus. Mémoire de magister. Université d'Oran 1 Ahmed BEN BELLA , Oran , Algérie.

**Benaissa. M. (2010).** Elaboration d'un milieu de culture à base de lactosérum doux pour Lactobacillus. Mémoire de magister. Université d'Oran 1 Ahmed BEN BELLA , Oran , Algérie.

**Benamara, R. N. 2017.** Intitulé de la thèse (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen).

## Les références Bibliographiques

---

- Benaouida, 2008** Etude de l'alpha amylase de levures isolées d'un écosystème extrême (sol environnant des sources thermales) et cultivées sur un milieu à base de lactosérum.
- Bergel et al., 2004.** - Complète séquence and comparative génome analysis of the dairy bacterium *Streptococcus thermophilus*. Nat. Biotechnol. 22: 1554-1558.
- Bokossa et al., 2011.** Substitution partielle du lait en poudre par le lait de soja pour la production du yaourt. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin Numéro 69 – Juin 2011.
- Bonnefoy et al., (2002)** Microbiologie et qualité dans les industries agro-alimentaires. Aquitaine : Doin, Paris. 248p.
- Botfonja 1994-** Etude de l'activité acidifiante de *Streptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus delbrückii ssp bulgaricus* et croissance d'un ferment lactique sur lactosérum. Mémoire d'ingénieur en technologie des industries agro-alimentaires, INA, El-Harrach. Alger, 90p.
- Bouchefra, 2012** Yaourts probiotiques algériens et ferments commerciaux utilisés dans leur fabrication : contrôle de qualité et de l'étiquetage, Mémoire de Magistère en Sciences Alimentaire, Université Mentouri de Constantine, 8p.
- Boudier et al., 1979,** Etude de l'activité acidifiante de *Streptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* croissance d'un ferment lactique sur lactosérum. Mémoire d'ingénieur en technologie des industries agro-alimentaires, INA, El-Harrach. Alger, 90p.
- Boudier et Luquet N., (1980),** le lait source d'ingrédients performant et versatiles journal of agriculture Food , Canada . 1233 -1246.
- Bourgeois, 1996.** La fermentation alimentaire. Tome 2. Ed : Tec et Doc, Lavoisier-Paris.
- Carole et Vignola, 2002.** Science et technologie du lait. Ecole polytechnique de Monreale
- Cheftel et Cheftel, 1980.** Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments, Edition Technique et Documentation, Lavoisier, Paris
- Cidil, 2009** Du lait aux produits laitiers, France, Paris : Cidil, 19p.
- Courtin et Rul, 2004** Interactions Between microorganisms in a simple ecosystem : yoghurt bacteria as a study model, Lait 84 : 125-134.
- Dendouga, 2006** Isolement et identification de moisissures productrices de protéases à partir de milieux extrêmes. Extraction et étude des propriétés de la protéase produite. Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Mentouri Constantine .80p.
- Drouault et Corthie, 2001** Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. Veres. 32 : 101-117 pp

## Les références Bibliographiques

---

**Erik Hansen, 2011** Approche microbiologique des yogourts et probiotiques, AUGUSTE PICCARD Gymnase, 3m2 : 6-7-10p.

**FAO**, organisation des nations pour l'alimentation et l'agriculture

**Fashakin et Unokiweri, 1992.** Chemical analysis of "warankasi" prepared from cow milk partially substituted with melon milk. *Niger. Food J.* 10: 103-110.

**Fernandes et Shahani, 1990** Anticarcinogenic and immunological properties of dietary Lactobacilli. *J. Food Prot.* 8 :704-710 pp.

**Fiszman S.M., Lluch M.A., Salvador A. (1999).** Effect of addition of gelatine on Microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*, 9, 895-901.

**Franworth et Mainville, 2010** Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>. FREDOT., 2005. Connaissance

**Fredot, 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la Diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 10-14 (397 pages).

**Gaucher et al 2008.** Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits : de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT. 2007 thèse INRA/ Agrocampus Sci. Tech. Lait et œuf. agrocampus Rennes.

**Ghafir Y et Daube G, 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 151: 79-100

**Goursoud, 1985.** Composition et propriétés physico-chimiques dans Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Éditions Tec et Doc Lavoisier, Paris

**Guiraird, J. et Galzy, P. (1980)** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p.

**Guiraud, 1998.** Microbiologie Alimentaire, Edition Dunod, Paris. 652 P

**Hammadi, 2016** Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé et liquide de laiterie de WANISS, Projet de fin d'études en vue de l'Obtention du Diplôme De Docteur Vétérinaire, Université Saad Dahlab-Blida, 8-9p.

**Hardy, 1987** Le lait matière de l'industrie laitière. Edition : Cepil. Paris.

**Herreros et al., 2005** Technologie du lait : Constitution, Recolte, Traitement et Transformation du lait, 3e édition, La maison Rustique, Paris, France, 714 p.

**J.O.R.A N°35, 1998.** Journal Officiel de la République Algérienne, lait et produits laitiers

**Jaoun 1977**

## Les références Bibliographiques

---

- Jeantet, R. et Coll, T. (2007).** Science des aliments-technologie des produits alimentaires  
Éditions Lavoisier, Paris
- Jeantet et al 2008** Les produits laitiers. 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17  
(185 pages).
- Journal Officiel de la République Algérienne N° 69-1993.** Journal Officiel de la République  
Algérienne, lait et produits laitiers
- Lapied L. & Petransxiene D. (1981).** La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers.  
Edition : Tech et Doc, Lavoisier. Paris. P: 228.
- Larpen et Bourgois, 1989** Les bactéries lactiques, Les microorganismes de fermentation.
- Lebres. 2002.** Manuel des travaux pratiques, cours national d'hygiène et de  
microbiologie des aliments, unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut  
pasteur d'Algérie, pp. 21-27
- Linden et Lorient 1994.** "Agroindustrialbiochemistry: upgrading the nutritive value of  
farm produce." Agroindustrialbiochemistry: upgrading the nutritive value of farm produce.
- Lupien, J. (1998).** "Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine." Collection FAO.  
Alimentation et Nutrition.
- Luquet (1985).** Lait et produits laitiers ; Vache Brebis et Chèvre, Edition Techniques et  
Documentation, Lavoisier. Paris, France, P 61-233
- Mahaut et al., 2000** Les produits industriels laitiers. Ed. Tec et Doc Lavoisier. 26-40pp
- Marteau et al. 1994.** Survie et effets de lactobacilles acidophiles et bifidobactéries des produits  
laitiers fermentés dans le tube digestif de l'homme. Cahier de la nutrition et de diététique. 321-  
384 pp
- Martine, 2002.** Technologie du lait de consommation. Ed. ENILY – Canada  
Direction Développement Technique. 135p
- Marty-Teyssset et al., 2000** Increased production of hydrogen peroxide by lactobacillus  
delbrueckii subsp. bulgaricus upon aeration : involvement. Applied and Environmental Microbiology, 66(1) :  
262-267.
- Marwaha, S. and J. Kennedy (1988).** "Whey—pollution problem and potential utilization."  
International journal of food science & technology 23(4): 323-336.
- Mathieu J (1998)** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition  
Lavoisier Tec et Doc, Paris P 35-77.
- Mathieu, J. 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Tec. et Doc., Lavoisier, 220p
- Matine, 2000.** Technologie des laits de consommation. Ed : ENILAIT. Canada Direction  
Développement Technique. 135p

## Les références Bibliographiques

---

- Mcauliffe, Scotter et al. 1982** Caseinwheywastewater effects on soil permeability." Journal of Environmental Quality 11(1): 31-34.
- McIntoch, 1998.** "Whey proteins as functional food ingredients?" International Dairy Journal 8(5-6): 425-434.
- Meghachou, 2013** Approche méthodologique à la modélisation par les plans d'expériences pour l'élaboration d'un yaourt, Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Magister en Biotechnologie, Université d'Oran, 12p.
- Mémoire de magister. Université Mentouri Constantine
- Meréo, M. (1971).** "Utilisations industrielles de serum de fromagerie." Industrie agro-Alimentaire Agr.
- Morr C.V. and, HA E, Y, W. (1993).** Whey protein concentrates and isolate: processing and Functional properties .Critical reviews in food science and nutrition, 33 (6) Pp431-476.
- Mulvihill, D. and P. Fox (1989).** "Physico-chemical and functional properties of milk proteins." Developments in dairy chemistry 4: 131-172.
- Oskar et al., 2003** Yogurt and Gut function, American Society For Clinical Nutrition, 246-247.
- Pega, J., Denoya, G. I., Castells, M. L., Sarquis, S., Aranibar, G. F., vaudagna, S. R., & Nanni, M. (2018).** Effect of High-Pressure Processing on Quality and Microbiological Properties of a Fermented Beverage Manufactured from Sweet Whey Throughout Refrigerated Storage. Food and Bioprocess Technology, 11(6), 1101-1110.
- Poget-Ramseier 1993-** Production d'acide lactique et acétique en vue d'une valorisation industrielle du petit lait et de son permeat par fermentation. Thèse de doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne.
- Roudj, S ; Bessadat, A ; Karam, ne 2005.** Caractéristiques physicochimiques et analyses électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérienne. Renc. Ruminants, P12
- Saloff-Coste, 1995** Yoghurt as a calcium source. Danone world newsletter. N°4.1-12 pp
- Savadojo et al., 2011** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés, International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5(5) : 2057-2075.
- Sboui et al., 2016** Le lait de chamelle: qualité nutritives et effet sur les variations de la glycémie
- Shahani et Chandan, 1979** Nutritional and healthful aspects of cultured and heat containing dairy food. Dairysci. 62 (10). 1685-1694 pp.
- Siso 1996** "The biotechnological utilization of cheese whey: a review." Bioresource technology 57(1): 1-11.

## Les références Bibliographiques

---

- Smithers et al., (1996)* New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. Journal of Dairy Science, 79(8), 1454-1459.-Souza, J. L. F., da
- Sottiez P (1990),*; produit dérivés de la fabrication fromagère, lait et produit laitiers, tome 2. Ed :Lavoisier, Paris pp357-392.
- Syndifrais, 1997* Yaourts, laits fermentés, Mission Scientifique de Syndifrais, Le Lait, INRA Editions, 77(3), 321-358.
- Tamime et Robinson, 1999* Yagourt science and technology. 2<sup>nd</sup> Ed. Combridge: Woodhead Publishing.
- Veisseyre, 1975.* "Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3."
- Vierling, 1998:* Aliments et boissons : Technologies et aspects réglementaires. Editions doin, France
- Vignola, 2002.* Science et Technologie du lait, Edition Polytechnique, Canada
- Yang et Silva, 1995).* Biotechnological Production of lactic Acid and Its Recent Application. Biochem. Biotechnol., 1-10.
- Zourari et Desmazeaud, 1991* Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. II. Souches de Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus et cultures mixtes avec Streptococcus salivarius subsp Thermophilus, Elsevier/INRA, Station de Recherches Laitières, 78352 Jouy-en-tosas Codex, France, lait 71 : 463-482.

# **Annexes**

## **Annexe**

---

### **Annexe 1 :**

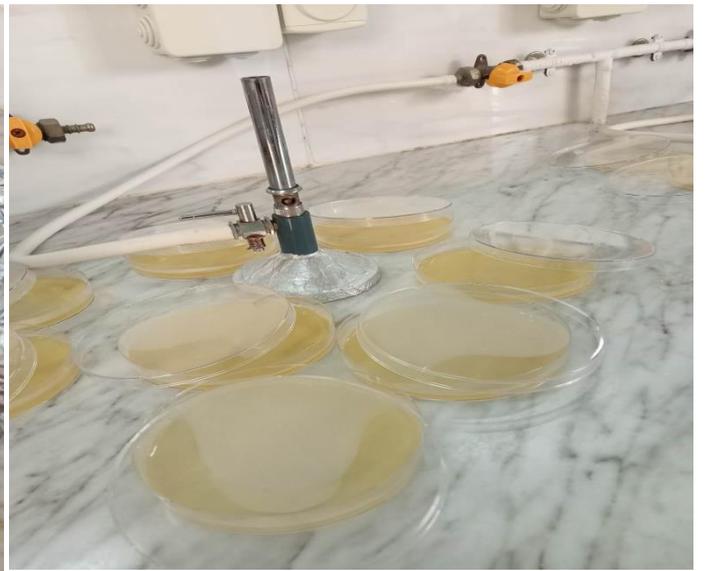
#### **Préparation des milieux de culture :**



**Milieu de culture VRBL**



**Milieu de culture PCA**



**Milieu de culture BP**



## Annexe

---

### Annexe 2 :

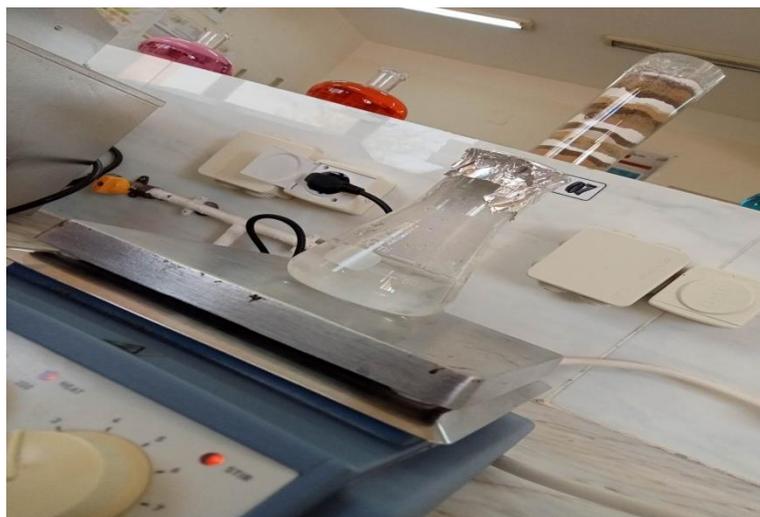
#### Préparation de TSE :



Préparation de TSE

### Annexe 3 :

#### Préparation de la présure :

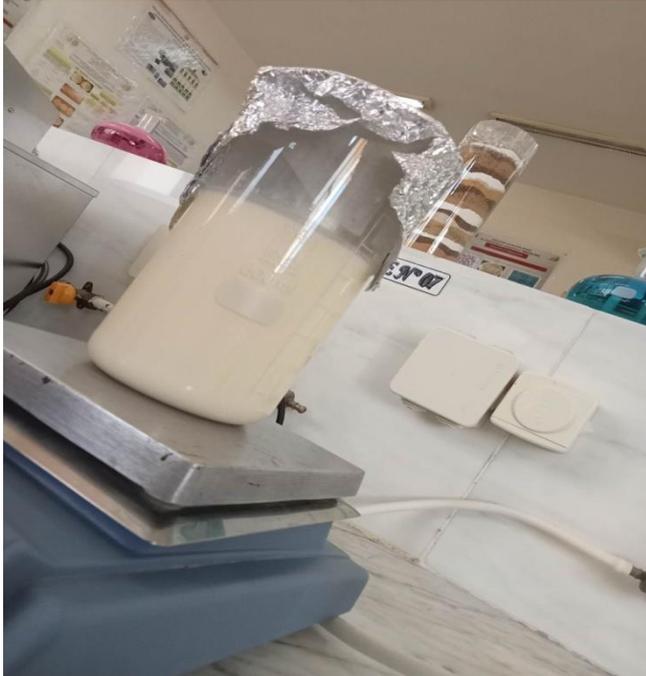


## Annexe

---

### Annexe 4 :

#### L'extraction du lactosérum doux



### Annexe 5 :

#### Filtration de lactosérum



## Annexe

---

### Annexe 6 :

#### Stérilisation du matériel

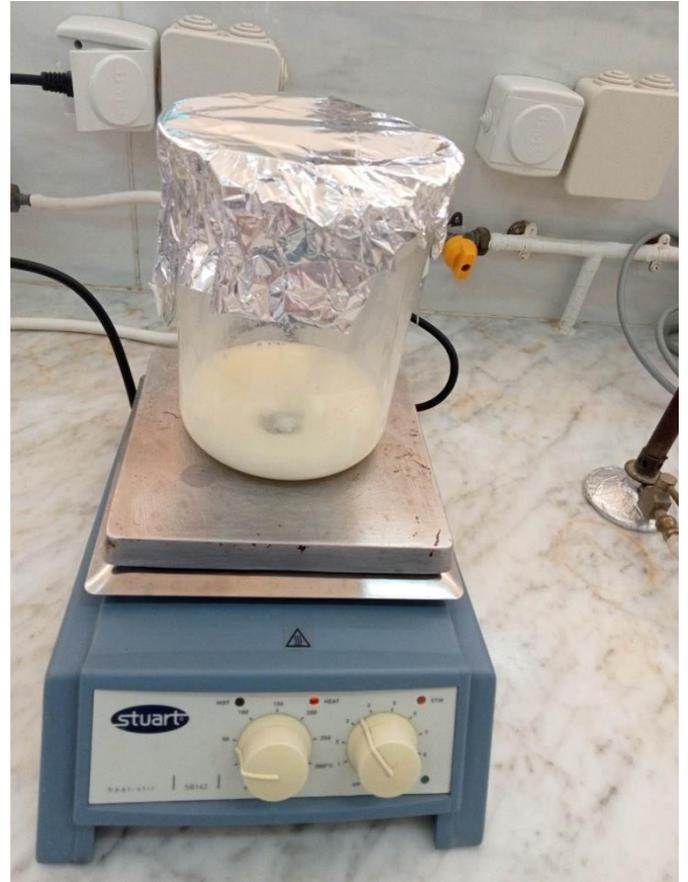


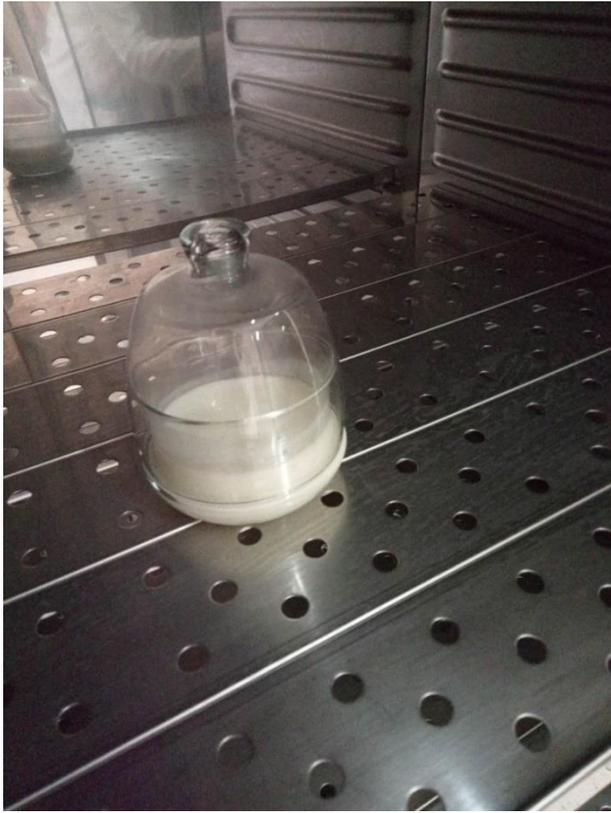
## Annexe

---

### Annexe 7 :

#### La préparation et l'incubation du yaourt





### Résumé

L'objectif de cette étude est d'essayer de valoriser le lactosérum doux issu du lait de vache par son introduction dans le processus de fabrication d'un yaourt brassé, qui ne trouve pas jusqu'au temps actuel un chemin d'une réutilisation puisqu'il est aussi considéré comme un agent de pollution s'il n'est pas valorisé, aussi son rejet constitue une énorme perte économique car il représente plus de 80% du lait et contient l'essentiel de la plupart de ses éléments, notons que les résultats obtenus dans cette étude montrent que le yaourt produit à partir du mélange du lait de vache avec des quantités de lactosérum doux les résultats indiquent quel yaourt obtenu de mélanges D semble de meilleure qualité et propriétés organoleptiques meilleures. A une qualité microbiologique acceptable et ses analyses sensorielles sont acceptable et aussi les analyses physico-chimiques de matière première (lait cru de vache et le lactosérum) est acceptables.

Tout cela pour trouver un moyen de l'incorporation de lactosérum doux dans la fabrication de yaourt brassé.

Mots clé: lait de vache, lactosérum doux, yaourt brassé ...

### Abstract

The objective of this study is to try to valorize the sweet whey obtained from cow's milk by introducing it into the manufacturing process of a Stirred yoghurt, which until now has not found a way to be reused since 'it is also considered as a pollution agent if it is not valued, so its rejection constitutes an enormous economic loss because it represents more than 80% of milk and contains the bulk of most of its elements, it should be noted that the results obtained in this study show that the yoghurt produced from the mixture of cow's milk with quantities of sweet whey the results indicate that the yoghurt obtained from mixtures D seems of better quality and better organoleptic properties. Has an acceptable microbiological quality and its analyzes sensory are acceptable and also the physico-chemical analyzes of raw material (raw cow's milk and whey) are acceptable.

All this to find a way to incorporate sweet whey in the production of Stirred yoghurt.

Keywords: cow's milk, sweet whey, firm yoghurt...

### ملخص

إن الهدف من هذه الدراسة هو محاولة تقيم مصلى الحليب الذي يتم الحصول عليه من حليب البقر عن طريق إدخاله في عملية تصنيع الزبادي المخفوق و الذي لم يتم الى الان إيجاد طريقة لاعادة استخدامه و يعتبر طرحه في النفايات مصدرا للتلوث إذا لم يتم تقيمته و كذا عدم استغلاله يشكل خسارة اقتصادية هائلة لكونه يمثل أكثر من 80% من الحليب كما يحتوي على معظم عناصره و تجدر الإشارة الى ان النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة ان الزبادي المنتج الذي تم الحصول عليه من خلأط حليب البقر و مصلى الحليب يتمتع بجودة ميكروبيولوجية مقبولة و تحليلاته الحسية مقبولة و أيضا التحليلات الفيزيائية و الكيمائية للمواد الخام ( حليب البقر و مصلى الحليب ) مقبولة

كل هذا لايجاد طريقة لدمج مصلى الحليب في انتاج الزبادي المخفوق