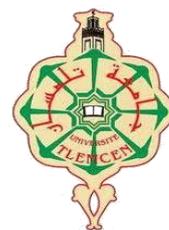




République Algérienne Démocratique et
Populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEM

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

Département de biologie

MÉMOIRE

Présenté par

SIDI YACOB Kawther et BENAÏSSA Reghda

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaires et Contrôle de Qualité

Thème :

**Valorisation du lactosérum dans la fabrication d'un
yaourt à boire**

Soutenu le 12/06/2023, devant le jury composé de:

Présidente	Mr CHAOUCHE MT.	MCA	Université de Tlemcen
Encadrante	M ^{me} BENAMAR-DIB H.	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	Mr BENYOUB N.	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire 2022-2023

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre éternelle gratitude à **M^{me} BENAMAR-DIB HANANE**, Maitre de Conférences A au département de Biologie de la Faculté SNV-STU de l'université ABOU BEKR BELKAID- Tlemcen et encadrante de ce mémoire qui nous a guidé pendant le travail et nous a orienté vers les axes les plus pertinents.

Nous adressons nos remerciements les plus respectueux aux membres du jury pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire ;

À **Mr. CHAUCHE MT**, Maitre de Conférences A au département de Biologie de la Faculté SNV-STU de l'université ABOUBEKR BELKAID- Tlemcen, vous nous faites un grand honneur de présider notre jury. Chère maitre, qu'ils nous soient permis de vous exprimer notre profond respect et toute notre reconnaissance.

Mr. BENYOUB N, Maitre de Conférences A au département de Biologie de la Faculté SNV-STU de l'université ABOUBEKR BELKAID- Tlemcen et examinateur de ce mémoire, merci d'avoir accepté d'examiner notre travail malgré la charge de travail qu'on vous connaît en cette période de l'année.

Un très grand merci, à l'ensemble du personnel du laboratoire de CACQE, en particulier **Mr HADJEM**.

Nous ne manquerons pas de signaler l'accueil, la gentillesse, le respect et la collaboration de l'ensemble du personnel de l'unité de « Maison du lait », surtout **Mr ALI**. Enfin, nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ceux qui m'ont tout donné sans rien demander en retour

A ceux qui m'ont encouragée et soutenue dans les moments les plus difficiles

Ma mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que dieu la garde.

Mon merveilleux père décédé l'année dernière qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études, j'espère que le bon dieu l'accueille en son vaste paradis.

A ma très chère sœur, ma princesse « **Asma** » je suis chanceuse de t'avoir à mes côtés que dieu te garde pour moi.

A mon chère frère « **Hichem** », tu as rempli mes moments de joie et de bonheur je te remercie et je te souhaite tout ce qu'il ya de meilleur.

A ma grand-mère source d'espoir qui ma bénie par ces prières à qui je souhaite une longue vie.

A tous les membres de ma famille petits et grands avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour vos encouragements.

A mes chère(s) ami(e)s

A ma binôme « **Reghda** » la personne qui compte pour moi le plus cette année, merci ma sœur pour tous les bons moments et les souvenirs, inoubliable, qu'on a passé ensemble, que dieu te garde pour moi.

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées.

SIDI YACOB Kawther

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ceux qui m'ont tout donné sans rien demander en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles

À mes chers parents, source de tendresse, de noblesse et d'affection qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études. Puisse cette étape constituer pour vous un motif de satisfaction.

*C'est un moment de plaisir de dédier cet œuvre, à mes chères sœurs « **HIBA** » et « **ZAHRA** ».*

*A mon frère « **IMAD** », Pour son soutien moral et ses conseils précieux tout au long de mes études, avec mes souhaits de bonheur, de santé et de succès.*

A tous les membres de ma famille petits et grands avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour vos encouragements.

A mes chère(s) ami(e)s

*A ma chère binôme, « **Kawther** », pour sa compréhension et sa sympathie et sa patience sans faille, en plus de sa confiance malgré les écueils et les erreurs. Merci pour tout, ma sœur d'une autre mère, je t'aime*

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées.

BENAISSA Reghda

ملخص

يعتبر مصّل اللبّن من مخلفات الألبان حيث انه غنيّ جدًّا بالعديد من العناصر الغذائية، ورميه يمثل خسارة اقتصادية ضخمة.

هذه الأطروحة عبارة عن تجربة تهدف إلى تثمين مصّل اللبّن السائل المستخلص من صناعة جبّين الموزاريلّا في وحدة " دار الحليب- تلمسان" من خلال دمجّه في صناعة الزبادي المشروب. من أجل ذلك، قمنا بتطوير نوعين من الزبادي القابل للشرب، أحدهما يعتمد على مصّل اللبّن المدعم بمسحوق الحليب والآخر يعتمد على حليب البقر.

أجرينا تحاليل فيزيائية و كيميائية و حسية لتحديد جودة المنتج النهائي.

بعد التحليلات الفيزيائية والكيميائية لقيم معدل الحموضة (72 درجة د)، درجة الحموضة (4,8)، إجمالي المستخلص الجاف (115 جم / لتر)، المادة الدسمة (14 جم / لتر)، المستخلص الجاف الخالي من الدهون (101 جم / لتر) للزبادي قائم على مصّل اللبّن؛ نستنتج أنه ضمن المعايير مقارنة بالزبادي المصنوع من حليب البقر.

أظهر اختبار التذوق (اللون، الطعم، الحموضة، الرائحة و الملمس) الذي تم إجراؤه نتائج تقييم متطابقة تقريبًا مع الزبادي المصنوع من حليب البقر.

تم تصنيف المستحضرين المنتجين حسب ما يفضلّه المتذوقون على النحو التالي : "مشروب زبادي مصنوع من مصّل اللبّن" يليه "مشروب زبادي مصنوع من حليب البقر".

الكلمات المفتاحية: مصّل اللبّن، تثمين ، الزبادي ، التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، التذوق

Résumé

Le lactosérum est considéré comme un sous-produit laitier très riche en plusieurs éléments nutritifs, dont le rejet constitue une perte économique énorme.

Ce travail de mémoire est une expérimentation visant la valorisation du lactosérum liquide issu de la fabrication du fromage type Mozzarella de l'unité LMDL-Tlemcen en l'incorporant dans la fabrication d'un yaourt à boire. Pour ce faire, nous avons élaboré deux yaourts à boire l'un à base de lactosérum enrichie en poudre et l'autre à base de lait de vache.

Nous avons effectué des analyses physico-chimiques et sensorielles afin de déterminer la qualité du produit fini.

Suite aux analyses physico-chimiques effectuées, les valeurs d'acidité (72 °D), pH (4.8), Extrait Sec Total (115 g/l), Matière Grasse (14 g/l) et d'Extrait Sec Dégraissé (101 g/l) du yaourt à base de lactosérum; on en déduit qu'il est dans les normes en comparaison avec le yaourt à boire à base de lait de vache.

Le test de dégustation de la couleur, du goût, de l'acidité, de l'odeur et de la texture réalisé a révélé des résultats satisfaisants presque identiques pour les 2 yaourts.

Les deux préparations réalisées sont classées selon les préférences des dégustateurs comme suit « yaourt à boire à base de lactosérum » en premier puis « yaourt à boire à base de lait de vache ».

Mots clés: lactosérum, valorisation, yaourt, analyses physico-chimique, dégustation

Abstract

The rejection of the whey considered as a dairy by-product rich in element nutritive, their rejection constitutes a huge economic loss.

This thesis is an experiment aimed at the recovery of liquid whey from the manufacture of Mozzarella-type cheese in the LMDL-Tlemcen unit by incorporating it into the manufacture of a drinking yogurt. To do this, we have developed two drinkable yoghurts, one based on whey enriched in powder and the other based on cow's milk.

We carried out physicochemical and sensory analyses in order to determine product quality finished.

Following the physico-chemical analyzes carried out the acidity values (72 °D), pH (4.8), total dry extract (115 g/l), creamy stuff (14 g/l) and defatted dry extract (101 g/l) of the yoghurt based of whey; we deduce that it is within the standards in comparison with drinking yoghurt made from cow's milk.

The test of tasting (color, taste, texture and the flavor) realized almost identical evaluation results as yogurt prepared from cow's milk.

The two preparations produced are classified according to the preferences of the tasters as follows: "drinkable yogurt based on whey" first then "drinkable yogurt based on cow's milk".

Key words: whey, valorization, yogurt, physicochemical analyses, tasting

SOMMAIRE

Remerciment

Dédicaces

Résumés

Tables des illustrations

Liste des abréviations

Introduction 1

PARTIE 1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01. Généralité sur le lait..... 3

I.1 Définition du lait 3

I.2 La composition du lait..... 3

I.3 La valeur nutritionnelle du lait..... 6

I.4 Les caractéristiques physico-chimiques du lait..... 6

I.5 Les caractéristiques microbiologiques du lait 7

Chapitre 02 : Généralité sur le lactosérum 9

II.1. La définition du lactosérum 9

II.2. Les sources industrielles du lactosérum..... 9

II.3 Classification du lactosérum..... 9

II.4. La composition du lactosérum..... 10

II.5 La valeur nutritionnelle du lactosérum 12

II.6 La nécessité de valorisation du lactosérum..... 13

II.7 La valorisation du lactosérum..... 13

Chapitre 03 : Le yaourt 16

III.1. Définition..... 16

III.2. Les différents types de yaourt..... 16

III.3. La composition du yaourt..... 17

III.4. Les bactéries caractéristiques du yaourt 18

III.5. Processus de fabrication du yaourt 18

III.6 Les intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt 22

PARTIE 2. PARTIE EXPERIMENTALE

I.Présentation de l'organisme d'accueil (Maison du Lait-Tlemcen) 23

II.Démarche expérimentale 25

II.1. Matériels 25

II.2 Méthodes.....	27
Résultats et discussion	
III.1 Résultats des analyses physico-chimiques des matières premières.....	32
III.2 Suivi de l'acidité au cours de la maturation du yaourt à base de lactosérum et du yaourt à base du lait de vache.....	34
III-3 Résultats des analyses physicochimiques des deux types de yaourt après la maturation.	34
III-4 Résultat du test d'appréciation.....	39
Conclusion et perspectives.....	42
Références bibliographiques	52
Annexes	63

LISTE DES FIGURES

Figure 1: La composition minérale du lait de vache	5
Figure 2: La flore bactérienne du yaourt.....	18
Figure 3: Diagramme général de la fabrication des yaourts étuvé et brassé.....	21
Figure 4: Diagramme de fabrication du fromage à pate filée type MOZZARELLA appliqué au niveau de LMDL-Tlemcen.....	26
Figure 5: Diagramme descriptif de fabrication du yaourt à base de lactosérum et à base de lait de vache.....	28
Figure 6: Suivi de l'acidité des deux types du yaourt au cours de la maturation en fonction du temps.....	34
Figure 7: Analyses de l'EST des deux types de yaourt.....	36
Figure 8: Analyse de la MG des deux types de yaourt.....	37
Figure 9: Analyse de l'acidité finale des deux types de yaourt	37
Figure 10: Analyses du pH final des deux types de yaourt.....	38
Figure 11: Analyse d'ESD des deux types de yaourt.....	39
Figure 12: Profil sensoriel des yaourts étudiés (Test hédonique).....	40
Figure 13: Le classement du yaourt à base de lait de vache par rapport au yaourt à base de lactosérum.....	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: La composition chimique du lait de vache	4
Tableau 2: Les différents types de lactosérum.....	10
Tableau 3: La composition du lactosérum doux et du lactosérum acide.	11
Tableau 4: La gamme de produits élaborés par la maison du lait.....	24
Tableau 5: Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières.....	32
Tableau 6: Les résultats des analyses physicochimiques des deux types de yaourt après la maturation.....	35

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR: Association Française de Normalisation.

CACQE: Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage

DBO: demande biochimique en oxygène

DCO: demande chimique en oxygène

ESD: extrait sec dégraissé

EST: Extrait sec total.

FAO: Food and Agriculture Organization.

IgA: immunoglobulines

IgG: immunoglobulines

IgM: immunoglobulines

IgM: immunoglobulines

JORA: Journal Officiel de la république Algérienne.

Kt: Kilotonne

LMDL: Laiterie maison de lait

LAPRONA : Laboratoire De Recherche Produits Naturels

MG: matière grasse

MPa: Mégapascal

NA: Norme Algérienne

ND: non disponible.

OGA: Oxytetracycline Glucose Agar.

PCA: Plate Conte Agar.

PE: prise d'essai

pH: potentiel d'Hydrogène

SFB: Bouillons au sélénite.

SM: Suspension mère.

tr/mn: tour par minutes

TSE: Tryptone- sel- eau.

UABBT: Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

UFC: Unité Formant Colonies.

Introduction

Le lait occupe une place prépondérante dans l'alimentation humaine. Il se prête à de très nombreuses transformations et donne naissance à une multitude de produits laitiers, qui sont au cœur de notre alimentation (**Vilain, 2010**).

L'industrie laitière est l'une des activités agroalimentaires à l'origine de la production de nombreux sous-produits, qui sont rejetés dans la nature et constituent un facteur de pollution en raison de leur grande quantité et composition.

Dans le cas de la production de fromage, 10 litres de lait donnent 1 kg de fromage et 9 litres de sous-produit "lactosérum" (**Jolanta et al., 2016**).

Selon l'**OCDE-FAO(2011)**, la production mondiale de fromage en 2010 était estimée à 19 670 milliers tonnes (Kt), dont environ 177 028 Kt de lactosérum ont été produites. Le taux de croissance annuel est estimé à 1,64%, entraînant environ 211 500 Kt de lactosérum en 2020.

En effet, la production de 400 kg/j de fromage mozzarella, l'unité «Maison du lait» utilise 4 000 litres de lait par conséquent, 3 600 litres de lactosérum sont déversés. Le rejet de ces quantités importantes pose de nombreux problèmes économiques et écologiques.

De plus, ils sont coûteux à transporter et à recycler, et ils polluent l'environnement lorsqu'ils sont déversés dans la nature.

Face à cette situation, la valorisation du lactosérum s'avère nécessaire. Pour diminuer le risque polluant du lactosérum, divers procédés de valorisation ont été mis en œuvre afin de pouvoir l'utiliser dans différents domaines tel que l'alimentation animale, la biotechnologie et éventuellement dans l'alimentation humaine (**Belhout et Belkaid, 2015**).

Dans ce contexte, l'objectif du présent travail consiste à la fois à la valorisation d'un sous-produit disponible localement et très polluant pour l'environnement « le lactosérum », en l'incorporant dans la reconstitution du lait et aussi à la fabrication d'un « yaourt à boire ».

Afin de réaliser cet objectif, nous avons structuré ce mémoire comme suit :

- Une première partie consacrée à une synthèse bibliographique présentant des généralités sur le lait, le lactosérum, et le yaourt.
- Une deuxième partie expérimentale décrivant le procédé de fabrication d'un yaourt à boire à base de lactosérum et un yaourt à base de lait de vache.

Introduction

➤ Une dernière partie discutant les résultats obtenus des analyses physicochimiques et sensorielles effectuées sur le produit élaboré au sein de l'unité laitière « Maison du lait ». Enfin, une conclusion fera un état des lieux sur le sujet et proposera des perspectives.

Synthèse
bibliographique

Chapitre 1. Généralité sur le lait

I.1 Définition du lait :

Le lait est de couleur blanche, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré (**Aboutayeb, 2009**).

En 1908, lors du Congrès international contre la fraude à Genève, le lait a été défini comme « *Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum* » (**Pougheon, 2001**)

I.2 La composition du lait:

Le lait a longtemps été considéré comme un aliment bon pour la santé, source de protéines et de calcium (**Franworth et Mainville, 2010**).

Selon **Pougheon (2001)**, le tableau 1 regroupe les principaux composants du lait par ordre croissant. Majoritairement l'eau et les glucides sont principalement représentés par le lactose, les lipides sont essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras, des protéines: caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles, des sels et minéraux à l'état moléculaire et ionique et des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique: vitamines, enzymes, oligo-éléments.

Tableau 1: La composition chimique du lait de vache(Pougheon, 2001)

Constituants	Composition (g/l)	État physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) plus eau liée (3,7%)
Lipides	35	Émulsion des globules gras (3 à 5 µm)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0,5	
Insaponifiable (stérois, carotènes, tocophérol)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 µm)
Caséine	27	Solution (colloïdale) Solution (vraie)
Protéines solubles (globulines, albumines) Substances azotées non protéiques	5,5	
	1,5	
Sels	9	Solution ou état colloïdale
L'acide citrique (en acide)	2	
L'acide phosphorique (P₂O₃)	2,6	
Le chlorure de sodium (NaCl)	1,7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Glucides (lactose)	49	Solution
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

I.2.1 L'eau :

Selon Amiot *et al.* (2002), l'eau est le composant le plus important du lait, en terme de proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Cette polarité lui permet de répartir les composants du lait en différentes phases.

I.2.2 Les glucides :

Les glucides sont représentés par 5 g/100 ml de lait. Presque tous les glucides sont sous forme de lactose (97 % des glucides totaux du lait) (Morriset *et al.*, 2007).

I.2.3 La matière grasse :

La matière grasse du lait est principalement composée de triglycérides (98%), de phospholipides ne représentant que 1% du total, et d'une fraction insaponifiable insoluble dans l'eau, rassemble principalement les carotènes et les stérols qui comprennent les vitamines A et D, sa teneur varie entre 3,3 et 4,7 % selon la race, le stade de lactation, la saison...etc (Alais et al., 2003).

I.2.4 Les protéines :

Les protéines représentent 3,2 % du poids du lait entier. Elles peuvent être divisées en deux catégories les caséines et les protéines sériques qui comportent respectivement 80% et 20 % des protéines du lait (Famelart et al., 2011).

I.2.5 Les minéraux :

Le lait contient des quantités importantes de nombreux minéraux. Ceux-ci comprennent le calcium, le magnésium le sodium et potassium, le phosphate, chlorure et citrate (Jeantet et al., 2008).

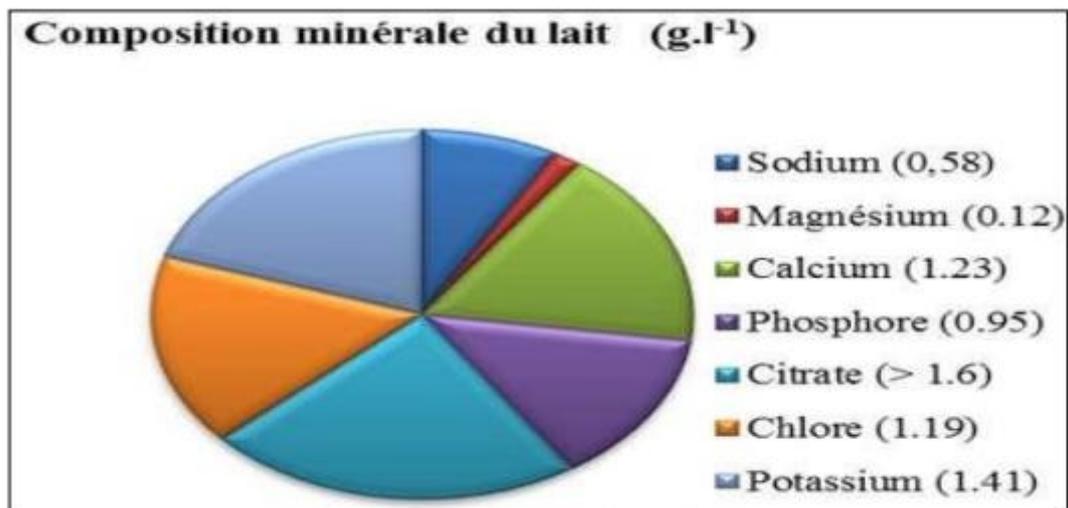


Figure 1: La composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2008).

I.2.6 Les vitamines :

Les vitamines sont des substances biologiques nécessaires à la vie car elles participent en tant que cofacteurs aux réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires (Jeantet et al., 2008).

Les vitamines sont divisées en deux catégories :

- Les vitamines hydrosolubles : la richesse du lait en vitamine B est régulièrement élevée quel que soit la saison et le régime alimentaire.
- Les vitamines liposolubles : A, D, E, K, la teneur dépend de nombreux facteurs, telle que l'alimentation. Le lait contient des niveaux élevés de vitamine A lorsque les rations des animaux sont riches en herbe fraîche (fourrage vert) (**Jeantet et al., 2008**).

I.3 La valeur nutritionnelle du lait :

Selon **Debry(2001)**, le lait constitue la source unique de lactose dans la nature et affirme que la présence du lactose dans le tube digestif favorise l'implantation d'une flore de putréfaction, il favorise également l'assimilation du calcium et des matières azotées.

Il indique aussi, que la valeur protéique du lait est élevée grâce à l'équilibre en acides aminés indispensables et à une digestibilité des acides aminés. En plus de leur rôle fonctionnel de protection contre les agressions grâce à la fourniture des composants protéiques (immunoglobuline).

I.4 Les caractéristiques physico-chimiques du lait :

Le lait cru est un produit nutritif. Il renferme toutes les substances indispensables, et de ce fait est un produit périssable, car il constitue un milieu favorable au développement des micro-organismes, ce qui influe directement sur sa qualité physico-chimique et microbiologique qui est en lien direct avec l'innocuité du lait (**Petranxiene et Lapied, 2002**).

I.4.1 La densité :

La densité du lait varie entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 15°C – 20 °C. Celle des laits écrémés est supérieure à 1,035. Un lait à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale (**Labioui et al., 2008**). La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (**Alais, 1984**).

I.4.2 L'acidité titrable :

L'acidité du lait est une notion principale dans l'industrie laitière, elle indique le taux d'acide lactique et permet de savoir l'état de conservation du lait. Elle est exprimée en «degré Dornic » (°D), (1°D = 0,1g d'acide lactique). L'acidité titrable est comprise entre 16°D et 18°D. Elle varie entre 0,16% et 0,18% d'équivalent d'acide lactique (**Hogan, 1999**).

I.4.3 Le pH :

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Le pH du lait normal de vache est compris entre 6,6 et 6,8(Luquet, 1985).

I.4.4 Le point de congélation :

Entre -0,54 °C et - 0,55°C (Mathieu, 1998), La mesure de ce paramètre permet de savoir la quantité d'eau ajoutée au lait (Goursaud, 1985).

I.4.5 Le point d'ébullition :

Amiot *et al.* (2002), ont pu montrer que le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, soit 100,5°C.

I.5 Les caractéristiques microbiologiques du lait :

Le lait, par sa composition et par les différents parcours qu'il peut subir avant son utilisation soit par le transformateur soit par le consommateur, constitue un vecteur de transmission des microorganismes, qui sont généralement utiles et parfois nocifs voire pathogène. D'après Vignola (2002), Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée.

I.5.1 La flore originelle :

Selon Vignola (2002), La flore originelle se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^5 germes/ml). À sa sortie du pis, le lait n'est pratiquement pas stérile et il est protégé par des substances inhibitrices appelées «lacténines» mais leur action est de très courte durée environ 1 heure (Guiraud, 2004).

Les genres dominants sont essentiellement : *micrococcus* 30-90%, *lactobacillus* 10-30%, *streptococcus* et *lactococcus* < 10(Vignola, 2002).

I.5.2 La flore de contamination :

I.5.2.1 Les flores d'altération :

Ils causeront des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et peuvent réduire la vie des produits laitiers. Ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il subit. Les principaux genres

sont *Pseudomonas sp*, les coliformes, *Bacillus sp*, et *Clostridium* et certaines levures et moisissures (Vignola, 2002).

1.5.2.2 Les flores pathogènes :

Elles présentent un danger pour le consommateur et peuvent être une cause contaminante du lait: *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (Vignola, 2002).

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine diverses :

- **Fèces et téguments de l'animal:** Coliformes, *Salmonella*...
- **Sol :** *Listeria*, bactéries sporulés, spores fongiques...
- **Litière et aliments :** Flore banale variée, en particulier *Lactobacilles*, *Clostridium butyriques*.
- **L'air et l'eau:** Flores diverses, bactéries sporulés.
- **Équipements de traite et de stockage du lait :** Flore lactique, *microcoque*, *Lactobacilles*, *Streptocoques*, levure.
- **Manipulateurs :** *Staphylocoque* dans le cas de la traite manuelle, aussi des germes provenant de contamination fécale.
- **Vecteur divers :** flore de contamination fécale (Guiraud, 2004).

Chapitre 2. Généralité sur le lactosérum

II.1. La définition du lactosérum

Le lactosérum est un sous-produit de la fabrication fromagère, il est obtenu suite à la coagulation des caséines sous l'action de la présure (lactosérum doux), ou suivant l'acidification du lait (lactosérum acide) (Morr, 1989). Il existe depuis plus de 3000 ans par les bédouins lors du transport du lait (De Witt, 2001). En effet, il est devenu une source intéressante de composés actifs et de nutriments spécifiques, présentant des propriétés incomparables, tant sur le plan nutritionnel que techno-fonctionnel, tels que le lactose, les protéines solubles, les vitamines hydrosolubles, les graisses et les éléments minéraux (Benaissa, 2018). La production de 10-20 Kg de fromage donne 80 à 90 Kg de lactosérum (Ilker et al., 2006).

II.2. Les sources industrielles du lactosérum :

Les deux principales voies industrielles de transformation du lait nature aboutissant au lactosérum, sont la fromagerie et la beurrerie (Laplanche, 2004).

II.2.1. La fromagerie :

C'est l'ensemble des procédés qui conduisent à la fabrication des fromages à partir du lait nature. Ce dernier subit les processus de coagulation et de synérèse, aboutissant d'une part à une phase solide « fromage », d'autre part à une phase liquide « lactosérum » (Laplanche, 2004).

II.2.2. La beurrerie :

C'est l'ensemble des procédés qui conduisent à la fabrication du beurre à partir du lait nature. Après écrémage de ce dernier suivi d'une extraction de la caséine par précipitation, on obtient du « lactosérum écrémé » (Laplanche, 2004).

II.3 Classification du lactosérum :

Selon le type de fromage produit et la technologie mise en œuvre pour son obtention, ou bien selon que l'acidité du lactosérum est inférieure ou supérieure à 18°D (1,8 g d'acide lactique par litre), on distingue généralement 2 catégories :

-Le lactosérum doux: il est obtenu après la coagulation de la caséine sous l'action de la présure sans acidification préalable, on obtient alors un sérum doux, pauvre en sels minéraux et riche en lactose et en protéines (Sottiez, 1990 ; De La Fuente *et al.*, 2002).

Le lactosérum doux issu de la fabrication du fromage à pâte pressée cuite ou non cuite (Emmenthal, Saint Paulin, Edam...etc.), possède un pH variant entre 5 et 6,3 (Morr *et al.*, 1993).

-Le lactosérum acide : il est obtenu après la coagulation du lait par précipitation des caséines à leur pH isoélectrique de 4,6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (Violleau, 1999). Les lactosérums acides sont moins riches en lactose et plus riche en minéraux. Ils sont aussi plusensemencés en germes lactiques et moins sujets à des fermentations que les lactosérums doux (Moletta, 2002).

Le lactosérum acide provient de la fabrication des pâtes fraîches et des pâtes molles, son pH varie entre 4.5 – 5 (Adrian *et al.*, 1991).

Tableau 2: Les différents types de lactosérum (Adrian *et al.*, 1991).

Degré d'acidité	Type	pH	Production
<18° D	Lactosérum doux	6,5 ± 6,7	Fromagerie à pâte pressée- Fromagerie à pâte cuite- Caséinerie présure.
>18° D	Lactosérum acide	4,5 – 5,5	- Fromagerie à pâte fraîche- Fromagerie à pâte molle- Caséinerie acide

II.4. La 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 (tableau 3) (Yadav *et al.*, 2015).

D'après Morr *et Ha* (1993), le lactosérum est riche en lactose et en potassium. Dans le lactosérum acide une partie du lactose a été transformé en acide lactique; le lactosérum

doux est pauvre en calcium alors que le lactosérum acide est riche en calcium. **Minj et Anand (2020)**, ont rapporté que le lactosérum liquide frais issu de la fabrication du fromage est composé de 94,2% d'eau et de 50% de matières sèches totales dont 0,8% de protéines de lactosérum 0,5% de minéraux, 0,1% de matières grasses et 4,3% de lactose, qui est le principal constituant.

Tableau 3: La composition du lactosérum doux et du lactosérum acide (**Yadav et al., 2015**).

Constituants	Lactosérum doux (g/L)	Lactosérum acide (g/L)
Solide totaux	63.0-70	63.0-70.0
Lactose	46.0-52.0	44.0-46.0
Protéines	6.0-10.0	6.0-8.0
Lipides	5.0	0.4
Lactate	2.0	6.4
Cendres	5.0	8.0
Calcium	0.4-0.6	1.2-1.6
Phosphate	1.0-3.0	2.0-4.5
Chlorures	1.1	1.1
pH	6.5	4.5

II.4.1 Le lactose :

Le lactose est le constituant le plus abondant du lait, il représente l'essentiel de la matière sèche du sérum, c'est un sucre réducteur de formule $C_{12}H_{22}O_{11}$. Il est formé de l'union d'une molécule de B-D galactose et d'une molécule de B-D glucose ; par une liaison osidique 1-4. Cette richesse en lactose en fait un auxiliaire dans le brunissement non enzymatique ou la réaction du Maillard quand il est associé aux protéines du sérum, mais surtout il constitue un très bon support d'arôme et absorbeur de pigments (**Luquet, 1990**).

II.4.2 Les matières azotées :

Sur les 10 à 14 g de matières azotées présentes dans 100g de matière sèche du sérum, 65% sont des protéines du sérum et 35% de matières azotées non protéique : azote uréique ou ammoniacal, acides aminés libres (acide glutamique, lysine, ...etc) et nucléotides.

II.4.2.1 Les matières azotées protéiques :

Les protéines ne forment pas la fraction la plus abondante du lactosérum, mais elle est la plus intéressante sur le plan économique et nutritionnel.

Les protéines majeures du lactosérum selon **Jouan (2002)** sont les suivantes :

- **Alphalactoglobuline:** c'est une petite protéine de poids moléculaire de 14 200Dalton. Son taux moyen dans le lactosérum est 1.3 g par litre. C'est une métalloprotéine contenant 4 ponts disulfures synthétisé par la glande mammaire.
- **Bétalactoglobuline:** c'est la protéine la plus abondante du lactosérum provenant du lait de vache. Son taux est de 2.5 à 3 g/l et elle représente 55% des protéines lactosériques sous sa forme monomère, elle a un poids moléculaire de 18 400 Dalton. C'est une holoprotéine de grande solubilité et le principe porteur des acides aminés soufrés (méthionine, cystéine).
- **Les immunoglobulines:** ce sont des glycoprotéines de masse moléculaire élevée (160 000IgA, IgG, 960 000 IgM). Leur taux moyen est de 0.65 g/l de lactosérum. Les IgG prédominent dans celui-ci.

II.4.4 Les minéraux:

Ils représentent 7 à 12% de matière sèche du lactosérum. Il s'agit essentiellement du calcium et du phosphore, ainsi que le potassium, le sodium, le magnésium, le chlore, le fer...

II.4.5 Les vitamines:

Elles 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.

II.4.6 Les matières grasses:

Elles ne représentent que 0.7% de la matière sèche du lactosérum, puisque la quasi-totalité de la matière grasse du lait est retenue dans le caillé.

II.5 La valeur nutritionnelle du lactosérum :

La valeur nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles du lactosérum sont liées au lactose et aux protéines (**Lupin, 1998**).Le lactose contribue à stabiliser le pH intestinal d'où

une meilleure utilisation digestive du calcium et du phosphore. Il représente un intérêt diététique fondamental puisqu'il représente la seule source d'hydrate de carbone de tous les mammifères y compris l'homme (**Gerard et Debry, 2001**).

C'est un facteur favorable aux réactions de caramélisation et réaction de Maillard, ainsi qu'il est un très bon support d'arôme et un bon substrat de culture pour les ferments de maturation (**Sottiez, 1985**).

Les protéines du lactosérum ont une meilleure valeur nutritive que la caséine, du fait qu'elles constituent une source équilibrée en acides aminés indispensables notamment en lysine, acide aminés soufrés et en tryptophane tandis que la caséine présente un léger déficit en ces acides aminés (**Lindenet Lorient, 1994**).

II.6 La nécessité de valorisation du lactosérum:

II.6.1 Le lactosérum agent polluant :

Pendant de très nombreuses années, le lactosérum était considéré comme un déchet organique de l'industrie agroalimentaire. Il n'était pas bien exploité mais il était généralement répandu dans les champs ou déversé dans les rivières et les cours d'eau (**Essadaoui, 2013**). Ainsi, il représentait un sérieux problème environnemental à cause de sa demande biochimique en oxygène (DBO) de 40 000 à 60000 mg/L et sa demande chimique en oxygène (DCO) élevées de 50 000 à 80 000 mg/L, c'est-à-dire qu'un litre de lactosérum nécessite environ 60 g d'oxygène pour que ses matières organiques soient détruites par oxydation microbienne (**Papademas et Kotsaki, 2019**).

II.6.2 Le lactosérum produit noble :

Le rejet du lactosérum dans les cours d'eau constitue un manque à gagner pour les industriels, car ce dernier est avant tout une matière noble et riche. Il a été relevé que les 4,2 milliards de litres de sérum représentent 290.000 tonnes de matières sèche dont environ 38.000 tonnes de protéines et 218.000 tonnes de lactose. Il convient aussi d'ajouter à ces tonnages les vitamines et certains sels minéraux qui sont utiles en alimentation (**Apria, 1973**).

II.7 La valorisation du lactosérum :

Autre fois sous-produit valorisé uniquement sous forme liquide en alimentation animale, le lactosérum est devenu un ingrédient laitier à part entière toujours

utilisé en alimentation animale (aliments pour veaux, bovins, volailles) mais aussi en alimentation humaine (poudre infantile, chocolaterie, plats préparés...) (**France AgriMer, 2013**).

II.7.1 Le domaine alimentaire :

Alimentation animale

Le lactosérum a un contenu nutritionnel élevé et un intérêt zootechnique important pour les éleveurs de porcs et de bovins (**Alonso-Fauste et al., 2012**).

Alimentation humaine

- **Incorporation du lactosérum dans la fabrication du pain** : le lactosérum a été utilisé comme améliorant naturel en panification, pour cela l'eau a été remplacée par le sérum du lait de chèvre et celui de la vache. Le lactosérum du lait de chèvre donne au pain de meilleur volume spécifique, meilleure porosité ainsi que de meilleures caractéristiques organoleptiques (**Barbari et Benyanet, 2017**).

- **Incorporation du lactosérum dans la fabrication du l'ben** : le lactosérum a été utilisé comme substitut du lait reconstitué dans la fabrication de l'ben à 50% pour améliorer sa valeur nutritive (**Djemat, 2017**).

- **Incorporation du lactosérum dans la fabrication des crèmes glacées** : l'essai de valorisation du lactosérum par son incorporation dans les crèmes glacées de type sorbet à la place de l'eau, principal composé du sorbet, constitue une valeur ajoutée à ce produit fini vu sa richesse en éléments nutritifs (**Benabou et Bentalab, 2016**).

- **Incorporation du lactosérum dans les boissons** : l'essai de fabrication d'une boisson à base de lactosérum et de la pulpe de tomate à des taux inférieurs ou égaux à 25% de lactosérum a donné un produit de haute valeur alimentaire (**Bekkouche et Mazi, 2006**). Le lactosérum du fromage cheddar a été utilisé avec succès pour produire des vins de lactosérum de qualité acceptable (**Narendra, 2016**).

- **Incorporation du lactosérum dans les pâtes alimentaires** : du lactosérum lyophilisé (à un taux de 20%) a été utilisé pour l'enrichissement des pâtes alimentaires, cela a donné un impact positif sur la faisabilité technologique et les propriétés culinaires du produit fini (**Zemmouchi et Saoud, 2016**).

II.7.2 Le domaine non alimentaire

- **Utilisation comme engrais** : pendant de nombreuses années, les excès de lactosérum provenant des fromageries commerciales sont utilisés comme source d'éléments nutritifs pour les plantes destinées aux cultures agricoles (**Narendra et al., 2016**).

- **Utilisation en biotechnologie** : de nombreux procédés biotechnologiques utilisant différents microorganismes/enzymes ont été développés pour utiliser le lactosérum dans la production de certains ingrédients utiles de l'industrie comme l'acide lactique, l'acide citrique, biogaz (**Kossevaa et al., 2009**).

La production d'éthanol à partir de lactosérum a été très étudiée dans le monde dû à la haute teneur en carbohydrates disponibles présentes dans ce résidu fromager (**Hadiyanto et al., 2014**). Le lactose est fermenté en utilisant des conditions de levure et des conditions d'opération anaérobies afin de produire de l'éthanol et du CO₂. Après la fermentation, l'éthanol produit est séparé par distillation et déshydraté pour pouvoir être utilisé comme carburant. **Spalatelu** en(2012) affirme que la production d'éthanol à partir de lactosérum est très compétitive économiquement, puisqu'il existe différentes sources alimentaires (maïs, le sucre de canne, etc.), résidus de cultures et biomasses.

Chapitre 3. Le yaourt

III.1. Définition :

Le yaourt est le produit laitier coagulé, obtenu par fermentation lactique grâce au développement des bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites *Lactobacillus delbrueckii subsp Bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp Thermophilus*, à partir de lait et de produits laitiers. Les bactéries lactiques thermophiles spécifiques doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportées à la partie lactée (**Jora, 1998**).

Selon le Codex Alimentarius, le yaourt peut être obtenu à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé...).

III.2. Les différents types de yaourt :

III.2.1 Selon la texture :

Yaourt ferme ou étuvé: il se caractérise par la fermentation dans des pots.

Yaourt brassée: il s'agit d'un yaourt fermenté en cuve et brassé avant la mise en pots.

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

Yaourt à boire: le yaourt à boire est un lait fermenté brassé de faible viscosité et texture liquide. Il est consommé comme boisson rafraîchissante (**Hammadi, 2016**).

III.2.2 Selon le teneur en matière grasse :

Yaourt maigre: ce type de yaourt renferme moins de 1% de matière grasse.

Yaourt partiellement écrémé: contenant moins de 3% de matière grasse.

Yaourt entier: ce type de yaourt contient au maximum 3 à 3,5% de matière grasse. (**Jora, 1998**).

III.2.3 Selon le gout:

Yaourt naturel: il ne subit aucune addition.

Yaourt sucré: du sucre est additionné.

Yaourt aux fruits: moins de 30% d'éléments ajoutés (confiture, miel...).

Yaourt aromatisé: arôme naturel ou synthétique autorisé par la législation (**Hammadi, 2016**).

III.3. La composition du yaourt :

III.3.1 Les protéines :

Selon **Fredot (2005)** en quantité supérieure à celle du lait grâce à la quantité de poudre ; lait sec et de protéines de lait ajoutées. Elles sont d'une excellente valeur biologique. En effet, l'acidification du lait entraîne la précipitation de la caséine et les bactéries libèrent alors des enzymes qui l'hydrolysent.

III.3.2 Les glucides :

Au cours du processus de fermentation du lait pour la production de yaourt, seul un quart du lactose présent est consommé et transformé en acide lactique par les bactéries. Ce contenu seul est suffisant pour le yaourt. Comparé au lait, il semble que le corps humain soit plus capable de tolérer et de digérer le lactose et l'acide lactique. En fait, ces substances peuvent même avoir un effet laxatif bénéfique. En effet, en favorisant le développement des *Lactobacillus* dans l'intestin, ils diminuent la putréfaction intestinale et la constipation.

Les bactéries spécifiques du yaourt peuvent exercer une activité lactasique dans l'intestin qui peut palier aux insuffisances souvent constatés en cet enzyme chez les adultes (**Fredot, 2005**)

III.3.3 La matière grasse :

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

III.3.4 Les minéraux :

La quantité du calcium est plus importante dans le yaourt par rapport au lait grâce à l'augmentation de l'extrait sec, elle passe de 120 mg/ml dans le lait à 170 mg/100g en moyenne dans les yaourts. Les quantités de phosphore et de sodium sont respectivement 110 et 60 mg/100g.

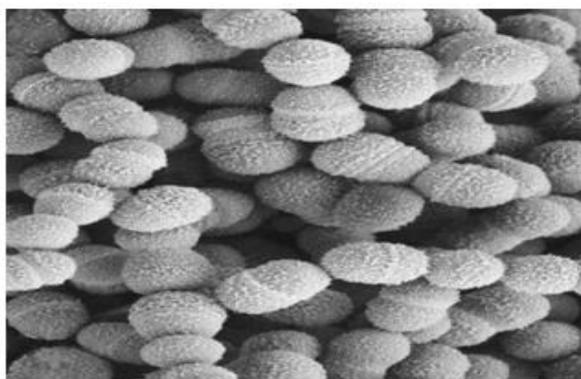
Selon **Fredot (2005)**, l'acidification du yaourt provoque une solubilisation du calcium qui sera alors assimilé.

III.3.5 Les vitamines :

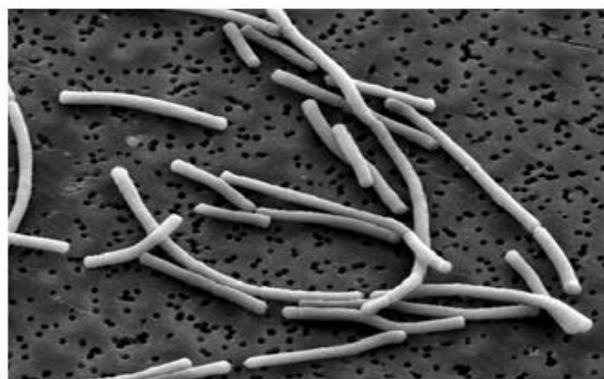
Le yaourt contient des vitamines du groupe B en faible quantité et il est dépourvu de vitamine C. Cependant, les bactéries lactiques produisent des vitamines de groupes B ce qui augmente légèrement cet apport de 10 à 15 %. Les vitamines liposolubles sont apportées en petites quantités ou totalement absentes dans les yaourts fabriqués avec du lait écrémé (**Fredot, 2005**).

III.4. Les bactéries caractéristiques du yaourt :

Selon **Zourari et Desmazeaud(1991)**, *Lactobacillus delbrueckii subsp Bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp Thermophilus* sont les deux bactéries caractéristiques du yaourt et d'autres laits fermentés similaires.



A



B

Figure 2: La flore bactérienne du yaourt **A:**Streptococcus **B:**Lactobacillus
(**Antoine, 2011**).

III.5. Processus de fabrication du yaourt :

La fabrication du yaourt peut être réalisée avec du lait frais, du lait reconstitué, du lait reconstitué. D'après la **FAO (1995)**, le yaourt doit être de bonne qualité microbiologique, exempté d'antibiotiques ou d'autres inhibiteurs et parfaitement homogénéisé.

La fabrication du yaourt comprend diverses étapes clés qui sont les suivantes :

III.5.1 La standardisation :

La normalisation de la matière grasse du lait est essentielle dans la fabrication du yaourt due aux variations de la teneur en matière grasse du lait provenant de différentes races et saisons afin de se conformer à la réglementation de certains pays (**Chandan et Kilara, 2011**). Elle consiste en l'élimination des graisses par centrifugation à environ 55°C, suivie d'une réincorporation de la crème pour atteindre l'objectif visé (**Courrieu, 2016**).

III.5.2 L'homogénéisation :

L'homogénéisation fait partie intégrante du processus de fabrication du yaourt. Généralement effectué avant le traitement thermique. Cependant, dans certains cas, elle peut avoir lieu après un traitement thermique (**FAO, 1995**). Elle s'exerce à des pressions comprises entre 10 et 20 MPa et des températures comprises entre 55 et 65 °C et avant le traitement thermique du mélange (**Walstra et al., 1999**).

L'homogénéisation est obligatoire pour la qualité du yaourt car elle :

- Empêche la séparation de la crème lors de l'incubation (**Robinson et Tamime, 1993**).
- Assure une répartition uniforme de la matière grasse du lait dans le yaourt.
- Améliore la consistance et la blancheur du yaourt et assure une meilleure stabilité du coagulum contre la séparation du lactosérum.
- Améliore la digestibilité du lait dans l'estomac par la formation d'un coagulum mou (**Chandan et O'Rell 2006**).

III.5.3 Le traitement thermique :

Le lait utilisé dans la fabrication du yaourt est soumis à un traitement thermique de 85°C - 98°C pendant 7-30 secondes (**TamimeetDeeth, 1980**) dans le but de détruire les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures et moisissures), ce qui favorisera le développement ultérieur des ferments et permettra la dénaturation des protéines du lactosérum et l'interaction avec la caséine, donc améliorera la texture du yaourt (**Courrieu, 2016**).

III.5.4 Le refroidissement :

Le lait est refroidi jusqu'à la température optimale de fermentation (45°C) (**Bourlioux et al., 2011**).

III.5.5 L'ensemencement :

Selon **Chandan et Kilara (2011)**, le yaourt est fabriqué par fermentation sous l'action des microorganismes thermophiles *Lactobacillus delbrueckii subsp Bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp Thermophilus*. On utilise une culture fournie par un laboratoire spécialisé et il varie selon le type de yaourt:

- **Yaourt ferme** : fermentation dans les pots dans une étuve à 42- 44°C pendant environ trois à cinq heures (**Syndifrais, 2011**).
- **Yaourt brassé**: plus liquide, Il est fermenté dans la cuve puis conditionné en pots (**Barrata et al., 2017**).
- **Yaourt à boire** : Les températures d'incubation du yaourt se situent entre 40 et 45 °C et la fermentation dure souvent jusqu'à 4 h à 5 h ou plus (**Chandan et Kilara, 2011**).

La fermentation est arrêtée lorsque le pH final visé qui varie de 4,5 à 4,8 est atteint selon le type de yaourt (**Courrieu, 2016**).

III.5.6 Le refroidissement :

Le refroidissement est une étape importante dans la production de yaourt. Elle s'effectue après que le produit ait atteint l'acidité désirée (**Robinson et Tamime, 1993**), pour but de bloquer les activités métaboliques enzymatiques et de limiter les problèmes de post-acidification. Après la sortie de l'étuve les yaourts sont mis à refroidir dans des chambres froides à 2/4°C (**Boudier, 1990**).

III.5.7 Le conditionnement :

Le yaourt est conditionné dans des pots en verre ou en matière plastique, avant et après fermentation. Dans cette étape, le yaourt peut être sucré, coloré ou aromatisé (**Meyer et Denis, 1999**).

La durée de conservation des produits laitiers comme le yaourt et les produits laitiers fermentés est généralement limitée à une à trois semaines (**Salvador et Fiszman, 2004**).

La figure 03 représente le diagramme général de la fabrication du yaourt étuvé et brassé.

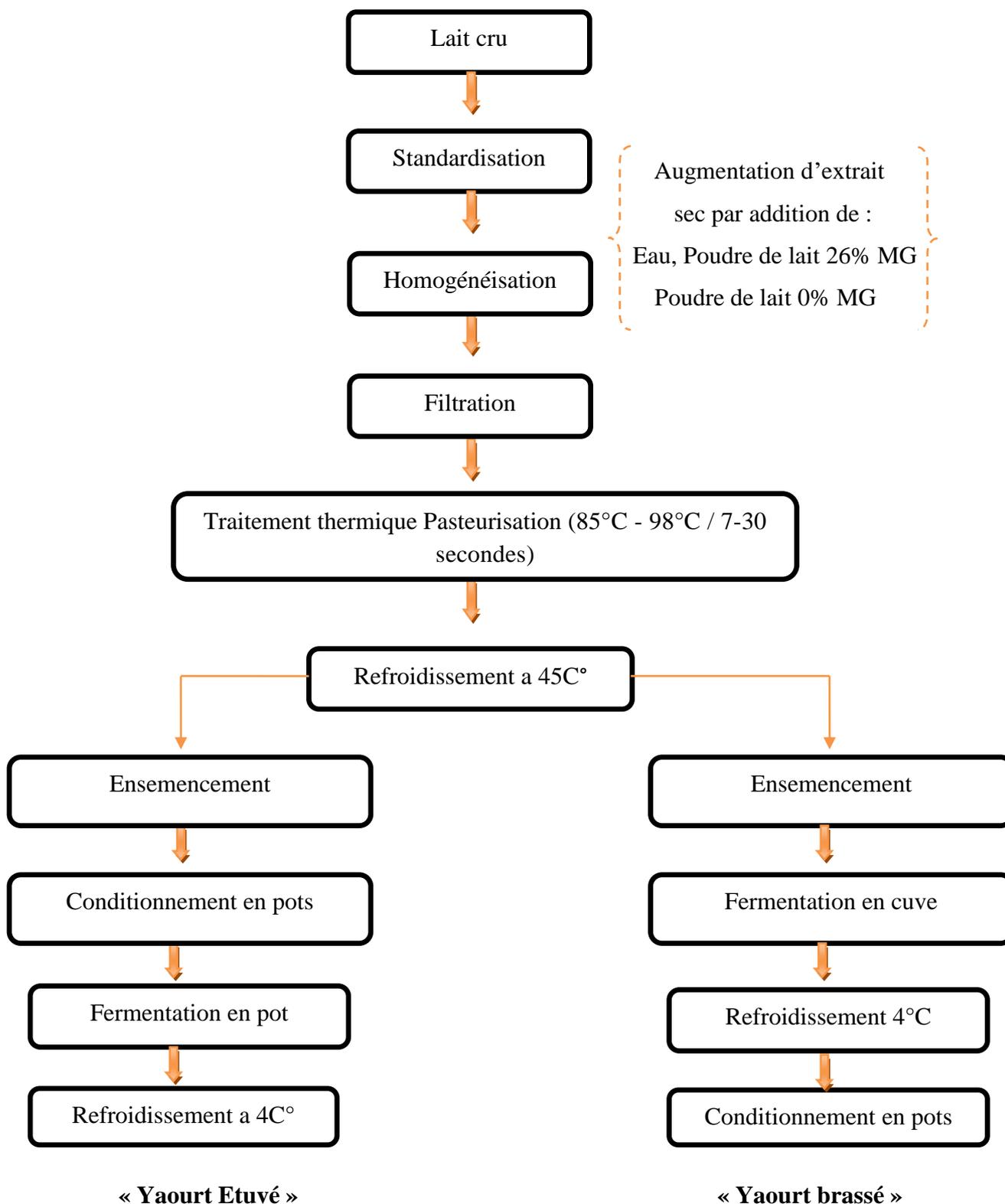


Figure 3 : Diagramme général de la fabrication des yaourts étuvé et brassé (Frédot, 2009).

III.6 Les intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt :

Les produits laitiers contribuent à environ 5% de l'énergie totale (**Gill et Rowland, 2003**). Selon **Chandan et Nauth (2012)**, les produits laitiers fermentés présentent des avantages physiologiques tels qu'une activité antibactérienne, une activité contre les infections gastro-intestinales, et stimule le système immunitaire.

Le yaourt fait partie des produits importants dans l'alimentation en raison de sa valeur nutritionnelle importante, car il est plus riche en acides aminés essentiels, protéines, calcium, vitamine D, B6, B12, riboflavine et lactose par apport au lait (**Ayar et Gurlin, 2014**).

D'après **Jeantet et al. (2008)**, les bactéries lactiques présentes dans le yaourt permettent une assimilation du lactose. Les ferments lactiques synthétisent la β -galactosidase capable d'hydrolyser le lactose.

L'acidification du lait permet une coagulation de la caséine et libération des enzymes qui l'hydrolysent, ceci augmente donc la digestibilité du yaourt (**Frédot, 2006**).

La consommation de certaines substances procarcinogènes présentes dans l'alimentation peut être la cause de l'initiation de tumeurs. Plusieurs bactéries lactiques peuvent diminuer les taux d'enzymes responsables de l'activation de certains procarcinogènes (**Drouault et Corthier, 2001**).

Le yaourt est parmi les produits utilisables pour lutter contre les diarrhées, notamment chez les enfants. L'ingestion de ferments lactiques peut contrer les effets d'une prolifération de certaines souches pathogènes (**Savadogo et Traore, 2011**).

Matériel
&
Méthodes

I. Présentation de l'organisme d'accueil (Maison du Lait-Tlemcen)

➤ Situation géographique:

La Maison du Lait, est une entreprise fondée en 1999 et productive depuis 2004, siégeant dans la zone industrielle Remchi, dans la wilaya de Tlemcen, à l'ouest de l'Algérie dont le capital social est estimé à 32 170 000 DA.

➤ La société Maison du Lait est constituée :

-D'un bloc administratif

-D'un laboratoire d'analyses physico-chimiques.

-Des ateliers de fabrication qui sont :

- Atelier de fabrication du lait reconstitué pasteurisé conditionné, de la crème fraîche et du beurre pasteurisé.
- Atelier de production de fromage.
- Deux chambres froides.
- Magasin de stockage des produits de nettoyage et d'emballages.

➤ L'entreprise propose une gamme variée de produits laitiers et dérivés qui sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4: La gamme de produits élaborés par la maison du lait (original) .

Produit	Illustration
<ul style="list-style-type: none"> • Lait reconstitué pasteurisé conditionné 	
<ul style="list-style-type: none"> • Lait fermenté (Iben) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Beurre 	
<ul style="list-style-type: none"> • Crème fraîche 	
<ul style="list-style-type: none"> • Fromage (mozzarella, halloumi, feta) 	
<ul style="list-style-type: none"> • les glaces <i>Noora</i> 	
<ul style="list-style-type: none"> • Yaourt Nature 	

➤ **Objectif de l'unité :**

L'objectif principale de l'unité est de satisfaire les besoins des consommateurs, la production du lait et ses dérivés ainsi l'approvisionnement du marché et d'être compétitive et rentable.

II. Démarche expérimentale :

Le but de notre travail est de valoriser le lactosérum doux (brut) issu de l'égouttage du fromage type mozzarella de l'unité de Maison du Lait-Tlemcen, en le mélangeant avec la poudre de lait à des proportions bien définies afin d'avoir un rapport Poudre/lactosérum égale à celui du lait de vache.

Cette étude est réalisée par nous même dans un premier temps au niveau de l'unité La Maison Du Lait puis au niveau du Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage CACQE.

L'étape suivante consiste à faire une étude comparative de l'évolution des paramètres physico-chimiques au cours de la fermentation entre un yaourt à boire à base de lactosérum (lactosérum+poudre de lait) et un yaourt à boire à base de lait de vache.

Une analyse organoleptique, portant sur la couleur, l'odeur, la texture, l'acidité et le gout a été réalisée sur les essais de yaourt. Pour les interprétations statistiques des résultats nous avons utilisé le test hédonique.

II.1. Matériels :

II.1.1 Matériels et produits utilisés :

Les différents équipements, produits et réactifs utilisés durant notre étude sont dressés dans **l'Annexe N°01**.

Le lactosérum provient de la fabrication de mozzarella au niveau de l'unité LMDL; selon le diagramme de fabrication montré dans la figure 04.

Après vérification de la qualité du lait:

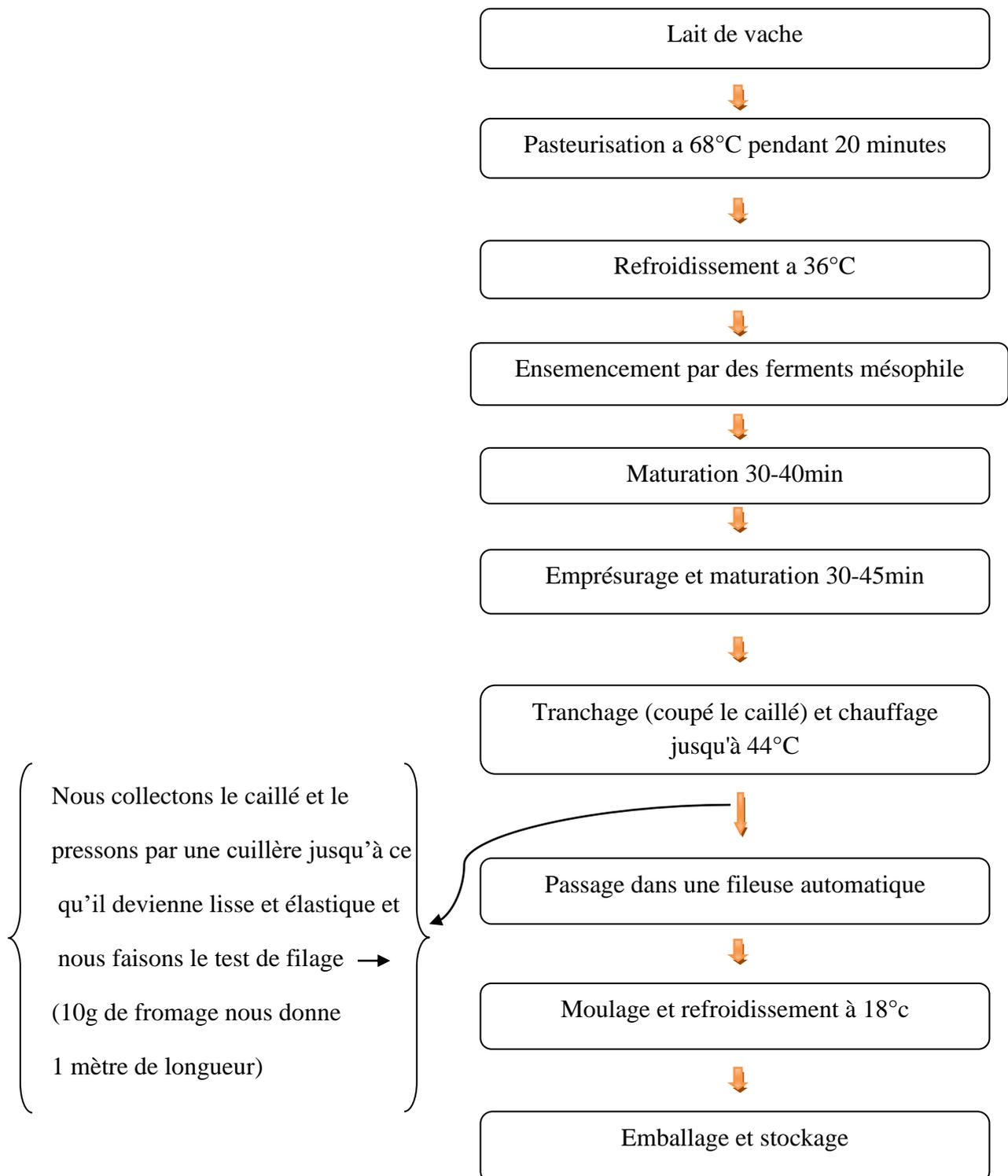


Figure 4: Diagramme de fabrication du fromage à pâte filée type MOZZARELLA appliqué au niveau de LMDL-Tlemcen.

II.2 Méthode :

II.2.1 Détermination du rapport Poudre de lait/Lactosérum :

La reconstitution, consiste à mélanger du lactosérum et du lait en poudre de 26% et de 0% de matière grasse afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche est voisine de celle du lait liquide initial.

Après la détermination des quantités adéquates à mélanger, le lactosérum subit une tyndallisation comme moyen de stérilisation spécifique à une température de 60°C pendant 30 minutes 3 fois, pour éviter toute sorte de contamination ou prolifération microbienne. Afin de s'assurer qu'on a réussi notre tyndallisation on doit la contrôler par un ensemencement sur le milieu PCA et une incubation à 30°C pendant 72 heures.

II.2.3 Fabrication du yaourt à boire à base de lactosérum et du yaourt à base de lait de vache :

La figure 05 représente le diagramme de fabrication du yaourt à boire à base de lactosérum et à base de lait de vache.

Le diagramme représente les étapes de fabrication des deux types de yaourt le premier est un yaourt à boire fabriqué à base de lactosérum, et l'autre est un yaourt fabriqué à base de lait de vache.

Le lactosérum a été tyndallisé à 60°C pendant 30minutes, après refroidissement à température ambiante l'opération a été répétée 3 fois. Ensuite, nous y avons ajouté une proportion définie des deux types de poudre de lait (26% et 0% de matière grasse) et du sucre (10%), et on homogénéise. Nous avons ajouté les ferments à 3% et on passe à l'homogénéisation. A la fin, nous avons incubé le produit dans l'étuve à 45 °C pendant 4 heures. Après étuvage, nous battons le caillé, nous avons conditionné dans des flacons stériles et avons refroidi le yaourt à 4°C.

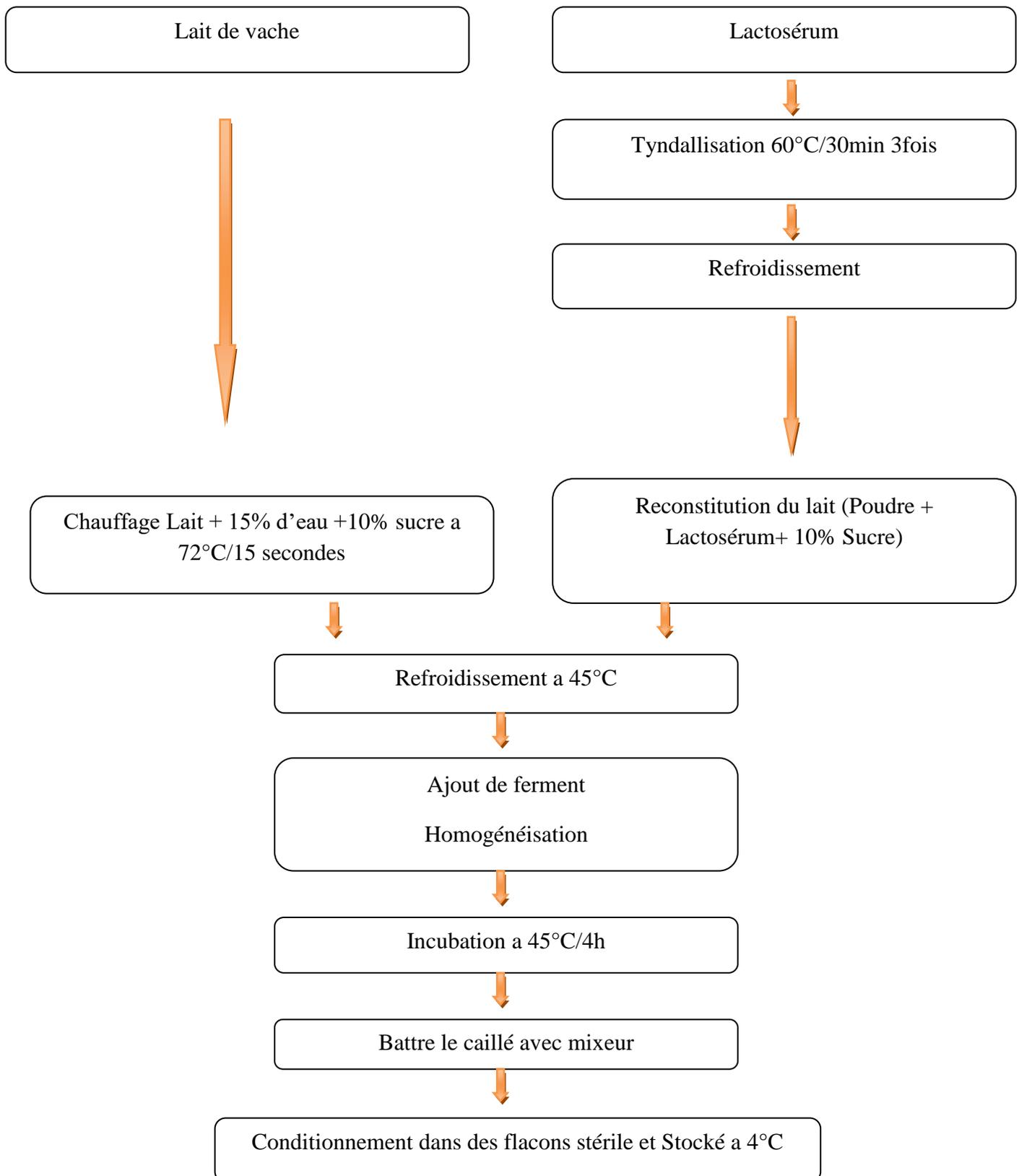


Figure 5: Diagramme descriptif de fabrication du yaourt à base de lactosérum et à base de lait de vache.

II.3.4 Analyses physicochimiques :

II.3.4.1 Mesure du pH (AFNOR)

Principe: Cette méthode consiste à mesurer les ions H⁺ du produit à analyser.

II.3.4.2 Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1986)

Principe : Le principe consiste à mesurer la teneur en acide lactique ; elle est déterminée par titrage volumique avec une solution alcaline en présence d'un indicateur coloré.

II.3.4.3 Détermination de l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé (AFNOR, 1980)

Principe : L'extrait sec total est déterminé par la méthode d'étuvage basée sur l'élimination de la totalité de l'eau dans l'échantillon. L'EST est la quantité de la matière sèche contenue dans un litre du produit, il est exprimé en pourcentage massique ou en g/l. Alors que l'ESD est l'extrait sec total privé de la matière grasse, soit $ESD = EST - MG$.

II.3.4.4 Détermination de la densité (AFNOR, 1980)

Principe: La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau. Elle se détermine à l'aide d'un lactodensimètre muni d'une échelle de densité graduée de 1020 à 1038 et d'un thermomètre.

II.3.4.5 Détermination de la matière grasse

Principe: La méthode GERBER (butyromètre) consiste à ajouter de l'acide sulfurique concentré et de l'alcool iso amylique à une quantité connue de l'échantillon. Agiter le mélange dans un butyromètre. L'acide sulfurique concentré digère les protéines et les phosphates insolubles de l'échantillon; l'alcool iso amylique facilite la séparation de la matière grasse. L'augmentation de la température et la centrifugation permettent d'isoler la matière grasse, qu'on quantifie dans la partie graduée de butyromètre.

II.3.4.6 Dosage des sucres (méthode BERTRAND) :

Principe : On fait agir un excès de liqueur cupro-alcaline sur les sucres dans des conditions bien fixées. On sépare l'oxyde cuivreux et on le traite par une liqueur sulfurique de sulfate ferrique.

II.3.6 Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle demeure aujourd'hui une approche indispensable à l'évaluation de la qualité d'un produit alimentaire. Étroitement associée à la caractérisation des propriétés physicochimiques, elle peut être un outil d'aide à la maîtrise de la qualité et de la formulation des produits transformés.

L'objectif visé de cette analyse est de déterminer les propriétés organoleptiques de nos deux produits préparés et la préférence du consommateur. Au cours de ce test, nous nous sommes intéressées à l'aspect visuel, olfactif et les sensations en bouche perçues lors de la consommation du produit.

Un yaourt est jugé sur sa saveur (gout, arôme), son acidité, sa consistance (épaisse, liquide), sa texture (absence de grumeaux), son apparence et sa couleur (**Malonga, 1985**).

a-Présentation des échantillons :

- ✓ Tous les échantillons sont enlevés du réfrigérateur 1h avant le début de la séance de dégustation.
- ✓ Chaque yaourt est présenté dans une bouteille en plastique de 1000 ml.

b-Séance de dégustation :

La séance de dégustation a été réalisée au niveau d'une salle au département de Biologie de l'UABBT, au niveau du laboratoire CACQE, ainsi que dans le laboratoire de recherche des produits naturels LAPRONA.

Dans le but d'obtenir une meilleure sensibilité des dégustateurs, la séance de travail fut organisée entre 9heures et 11heures.

Les dégustateurs se sont rincés la bouche au début de la séance et après chaque dégustation pour garder la sensibilité constante.

Afin d'éviter les phénomènes de saturation, des petites quantités de chaque échantillon ont suffi pour évaluer les paramètres sélectionnés.

Toutes les dégustations se sont déroulées en notre présence pour donner plus d'explication, ainsi que pour s'assurer du bon déroulement de la séance.

c -Le recueil des résultats :

Le recueil des résultats est effectué sur une fiche (**voir annexe N°03**)

d-Traitement des résultats :

Les résultats obtenus de l'analyse sensorielle sont illustrés dans un tableau (**voir annexe N°04**) pour tous les paramètres analysés.

Résultats
&
Discussion

III.1 Résultats des analyses physico-chimiques des matières premières :

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur les matières premières: le lait de vache pasteurisé et le lactosérum, sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières

Essais Paramètres	Lactosérum	Lait de vache pasteurisé	Normes (AFNOR, 1986)
Densité	1024	1029	1032-1036
EST (g/l)	67.41	117.9	120-125
ESD (g/l)	61.41	83.9	87,5-89,9
MG (g/l)	6	34	34-36
Acidité (°D)	19	18	16-18
pH	6.5	6.6	6,6-6,8

En comparant les résultats obtenus des analyses physicochimique du lait de vache et du lactosérum aux valeurs de référence, nous constatons que la matière grasse et l'acidité du lait de vache sont conformes aux normes recommandées par **AFNOR (1986)**, par ailleurs, nous constatons que:

La densité du lait de vache est légèrement inférieure à la norme de **l'AFNOR (1986)** qui est de 1032-1036, et cela peut être attribué au mouillage du lait au niveau des fermes, et aussi à la richesse du lait en matière grasse. La densité du lactosérum qui est de 1024 est proche de celle du lait 1029, elle confirme la richesse du lactosérum en EST.

Résultats et discussion

Selon **Sadouki (1978)**, l'extrait sec du lactosérum dépend de deux facteurs:

- Le mode de fabrication essentiellement le découpage qui favorise le passage de la matière grasse vers le lactosérum.
- La richesse en matière sèche du lait de départ.

Le lait de vache a une faible teneur en EST et ESD par rapport à celle donnée par la norme **AFNOR (1986)** qui est de 120-125g/l pour l'EST, et de 87.5-89.9g/l pour l'ESD, et ceci serait due soit à des facteurs variables selon les animaux, les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge de l'animal, soit à des facteurs climatiques (**Amiot et al., 2002**) soit à un régime alimentaire, en effet selon **Boudier et Luquet (1981)** « un régime alimentaire insuffisamment énergétique pourrait réduire le pourcentage de l'extrait sec dégraissé (ESD) ».

La teneur en EST du lactosérum est de 67.41 et pour l'ESD est égale à 61.41, et ces valeurs sont inférieures à celles du lait de vache, mais elles sont proches aux résultats de recherche de **Linden et Lorient (1994)** qui est de 7%.

La MG du lait de vache est de 34 g/l, cette valeur est conforme à la norme **AFNOR (1986)** qui est de 34-36 g/l.

La teneur en matière grasse du lactosérum est de 6g/l, et cette valeur est inférieure à celle du lait de vache (34g/l), cette faible teneur s'explique par le fait que la plus grande partie de la MG du lait est retenue dans le coagulum.

Pour l'acidité du lait de vache, la valeur obtenue est de 18 °D, ce qui la place dans la norme **AFNOR (1986)** qui est de 16-18°D. D'après **Cheftel (1998)** « le pH et l'acidité évoluent avec la composition du lait, une teneur élevée en substances acides, protéines, anions, phosphate ou acide lactique s'accompagne d'une diminution de pH et d'une acidité titrable élevée ».

Le lactosérum a une acidité légèrement supérieure à celle du lait de vache, et cela confirme que notre lactosérum est plus acide par rapport au lait de vache.

III.2 Suivi de l'acidité au cours de la maturation du yaourt à base de lactosérum et du yaourt à base de lait de vache :

Nous procédons à la mesure de l'acidité toutes les heures immédiatement après ensemencement du mélange à la température de 45°C jusqu'à l'obtention d'une acidité égale à 70°D - 80°D. Ces mesures ont été effectuées au niveau du laboratoire de LMDL-Tlemcen et sont donnés dans la figure 6. Les résultats du suivi de l'acidité en fonction du temps montrent que l'acidité des deux échantillons se rapproche et augmente progressivement avec le temps. Cette augmentation est due à la dégradation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques qui conduit à un abaissement du pH des deux échantillons.

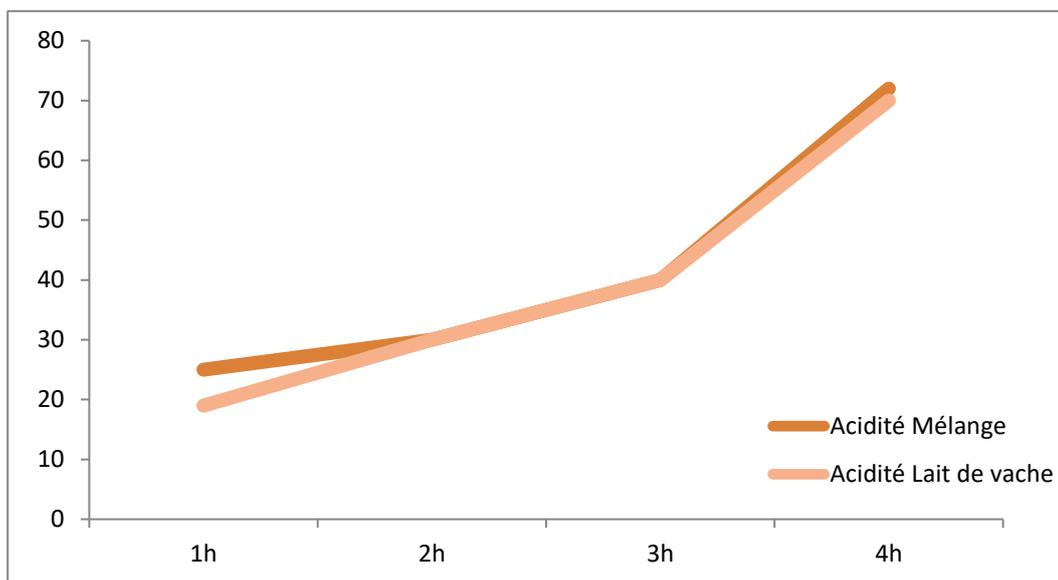


Figure 6: Suivi de l'acidité des deux types de yaourt au cours de la maturation en fonction du temps.

III-3 Résultats des analyses physicochimiques des deux types de yaourt après la maturation :

Les résultats des analyses physicochimiques des deux yaourts élaborés l'un à base de lait de vache et l'autre à base de lactosérum sont résumés dans le tableau 6.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les valeurs des paramètres mesurés se rapprochent toutes des normes adoptées.

Résultats et discussion

Tableau 6: Les résultats des analyses physicochimiques des deux types de yaourt après la maturation.

Paramètres	Yaourt à base de		Normes	Références
	Lactosérum	Lait de vache		
EST (g/l)	115	114.9	Max 115 à 116	Dessiccation NA 666
MG (g/l)	14	12.5	11 à 14	J.O.R.A
Acidité (D°)	72	70	Min 60°D	NA 678
pH	4.8	5	3.39 à 5.68	J.O.R.A (1998)
ESD (g/l)	101	102.9	107.8	Normes (AFNOR, 1986)
Taux de sucres (%)	Réducteurs	6.93	ND	ND
	Totaux	2.79		

- **L'extrait sec total EST**

Les valeurs de l'EST obtenus pour le yaourt fabriqué sont conformes aux normes cela indique que la détermination des quantités à mélanger de lactosérum et de la poudre du lait été bien définie. La variabilité de l'EST entre les deux types de yaourt est étroitement liée à la variation de ces paramètres (MG, protéines, matière minérale et la quantité d'acide lactique).

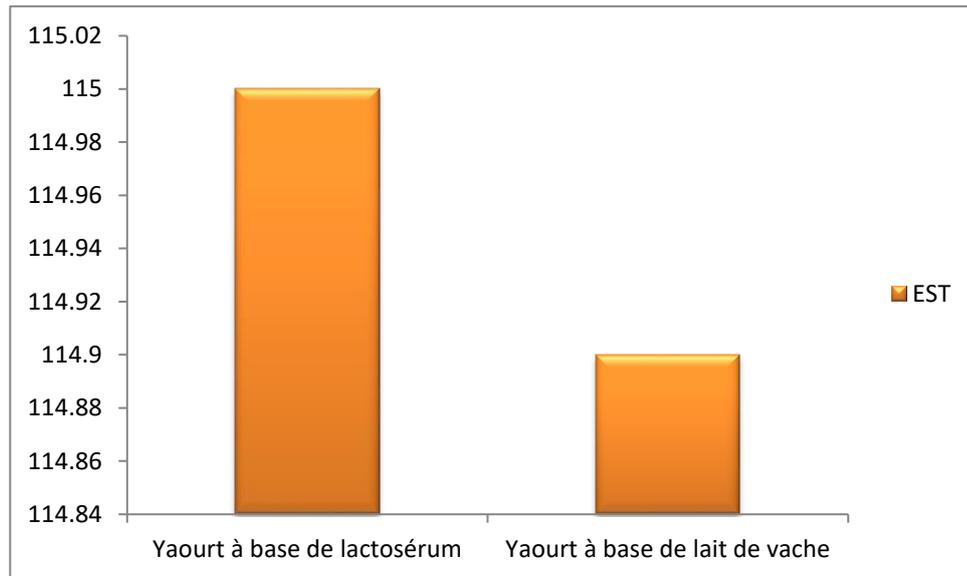


Figure 7: Analyses de l'EST des deux types de yaourt.

- **La matière grasse MG**

La figure 8 montre que les valeurs de la MG pour le yaourt à base de lactosérum sont supérieures à celles du yaourt à base de lait de vache et cela dépend des matières premières. Cette variabilité constatée peut provenir de l'influence de la variation de la teneur en matière grasse du lait utilisé, qui dépend des caractéristiques de l'animal (race, stade de lactation, état sanitaire...etc) et de son environnement (saison, alimentation...etc).

La matière grasse à un effet sur l'onctuosité et la sensation de douceur en bouche, elle masque les goûts acides et la perception d'eau, et améliore les saveurs du yaourt (**Lamontagne, 2002**).

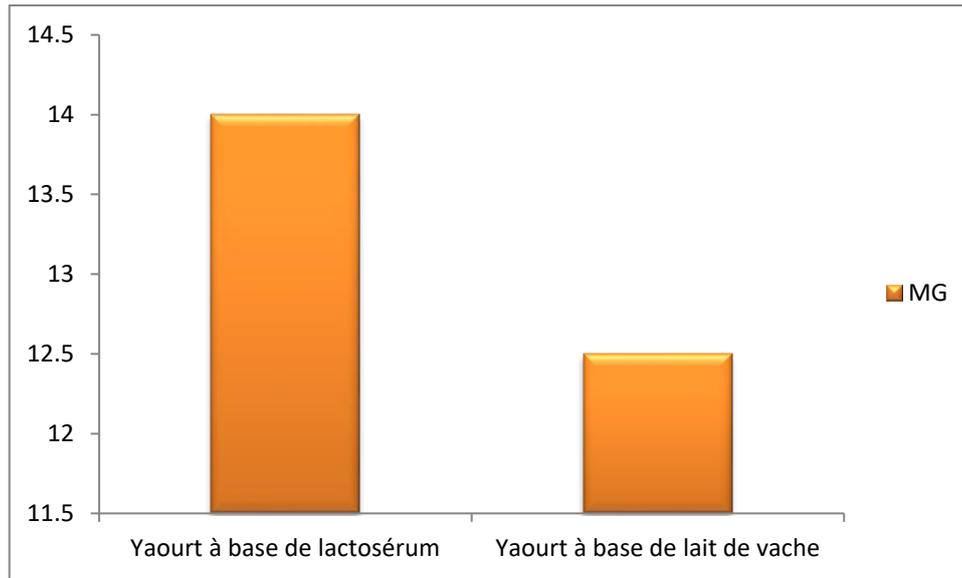


Figure 8: Analyse de la MG des deux types de yaourt.

- **L'acidité**

Les valeurs de l'acidité trouvées pour les yaourts analysés sont dans les limites de tolérance de la Norme Algérienne.

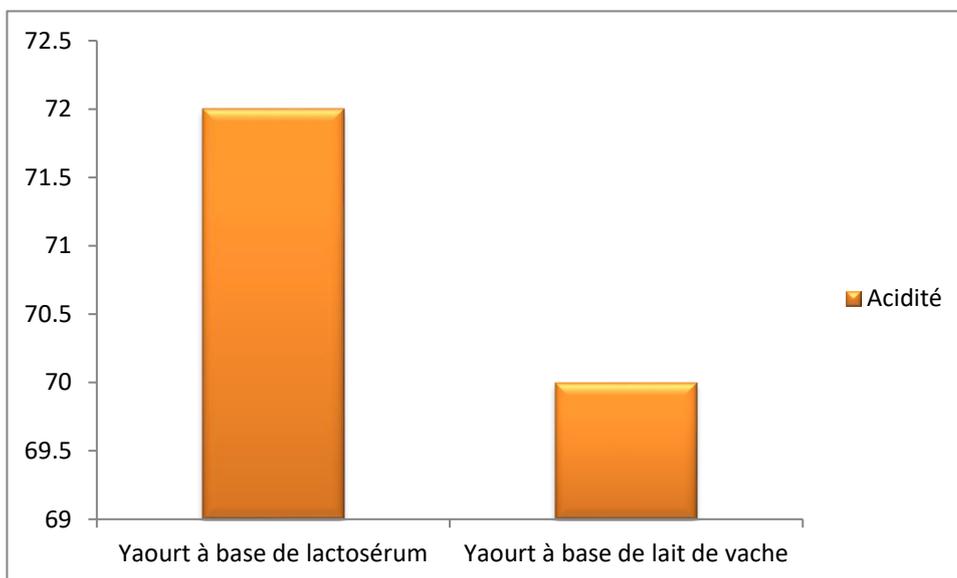


Figure 9: Analyse de l'acidité finale des deux types de yaourt

- **Le pH :**

Les valeurs de pH obtenues pour les yaourts fabriqués sont conformes aux normes **J.O.R.A (1986)**, c'est-à-dire, la valeur de pH comprise entre 3.39 et 5.98. Cette conformité démontre que les taux d'ensemencement et le temps d'incubation étaient respectés pour avoir le pH préconisé.

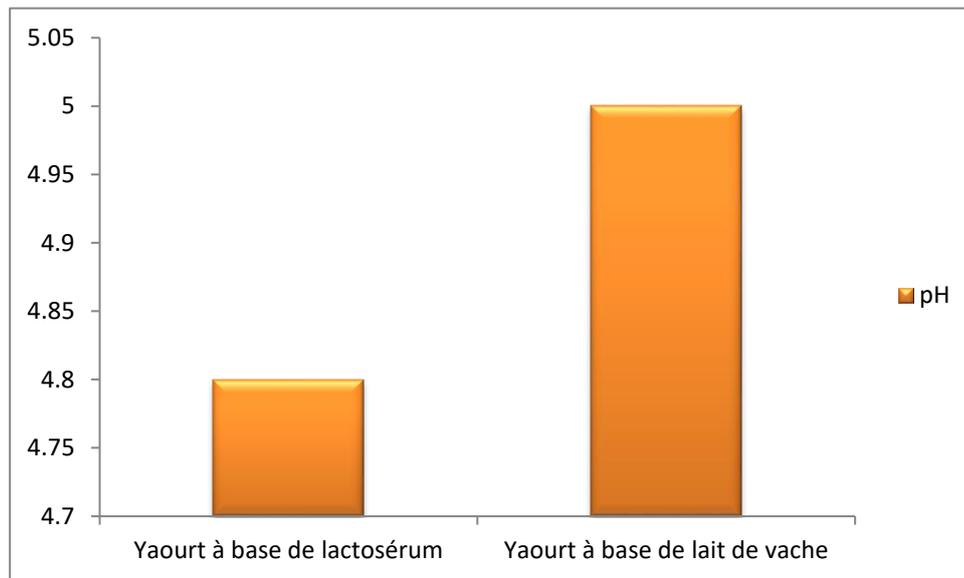


Figure 10: Analyses du pH final des deux types de yaourt.

- **L'extrait Sec Dégraissé ESD :**

La différence enregistrée entre les valeurs d'ESD des deux types de yaourt peut être probablement expliquées par la teneur initiale des matières premières en MG et en EST.

Ces résultats se rapprochent à la norme fixée par **AFNOR(1986)**.

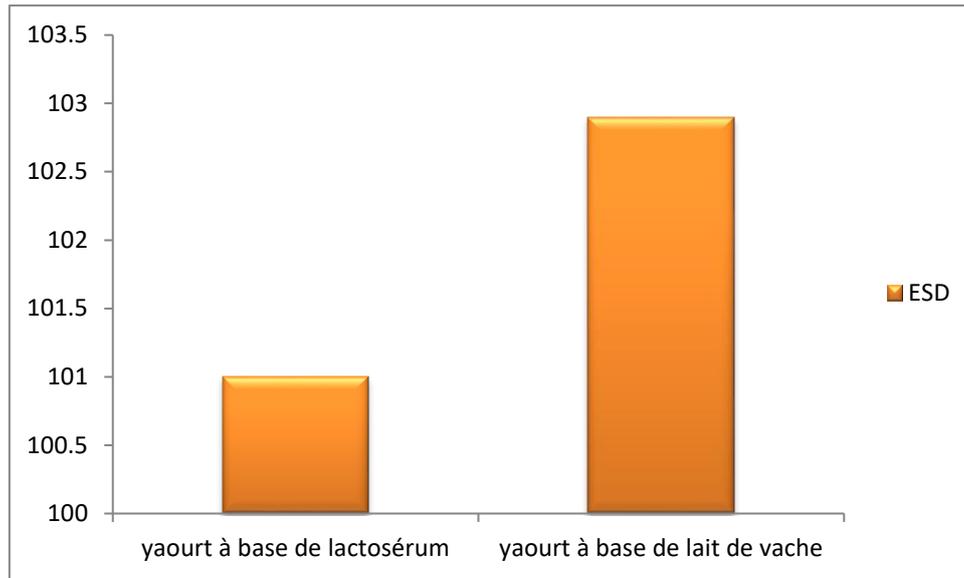


Figure 11: Analyse d'ESD des deux types de yaourt.

III-4 Résultat du test d'appréciation :

Nous avons rassemblé les 30 fiches de dégustations du test d'intensité dans une série statistique des caractères étudiés : couleur, odeur, acidité, gout, texture; et leurs effectifs (valeur donnée pour chaque caractère). Pour discuter les résultats et connaître les préférences des dégustateurs, nous les avons soumis à une analyse statistique.

a-Test hédonique :

Les tests hédoniques essaient de mesurer le degré d'aimer ou détester un produit (**Pripp, 2013**). Il s'agit d'interroger des individus non entraînés uniquement sur le plaisir éprouvé. Les épreuves hédoniques ont pour objectifs d'analyser le niveau de satisfaction, à un instant donné, des consommateurs interrogés pour une famille de produits (**Urvoy et al., 2012**).

D'après **Lawless et Heymann (2010)**, ce test fournit une opportunité pour rechercher des catégories de personnes qui peuvent aimer les différents modes de présentation d'un produit, par exemple, différentes couleurs ou saveurs. Elle peut également fournir une occasion pour chercher l'information diagnostique concernant les raisons d'aimer ou de détester un produit. La question d'intérêt ou de but donnée pour ce test est comme suit : à quel point les produits sont aimés ou quels sont les produits préférés ?

Résultats et discussion

Profil sensoriel : Les résultats du test hédonique sont schématisés sur un profil sensoriel qui détermine la moyenne d'intensité de différentes caractéristiques des yaourts étudiés : goût, texture, acidité, odeur, couleur.

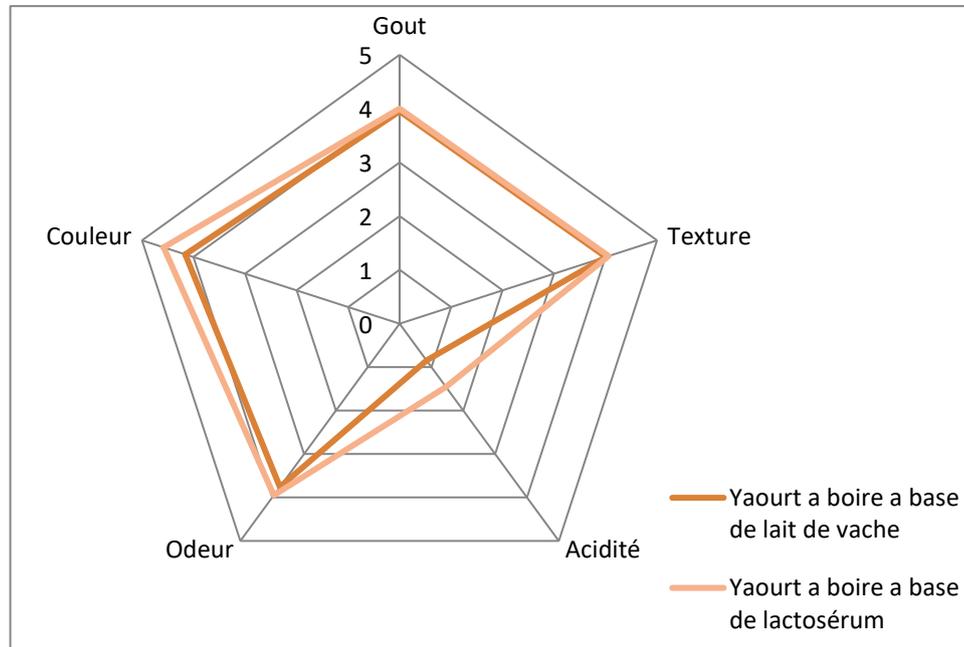


Figure 12: Profil sensoriel des yaourts étudiés (Test hédonique).

Au cours de test de dégustation, nous avons demandé leurs avis sur leurs préférences entre 1 et 2. Les résultats sont illustrés dans la figure 13.

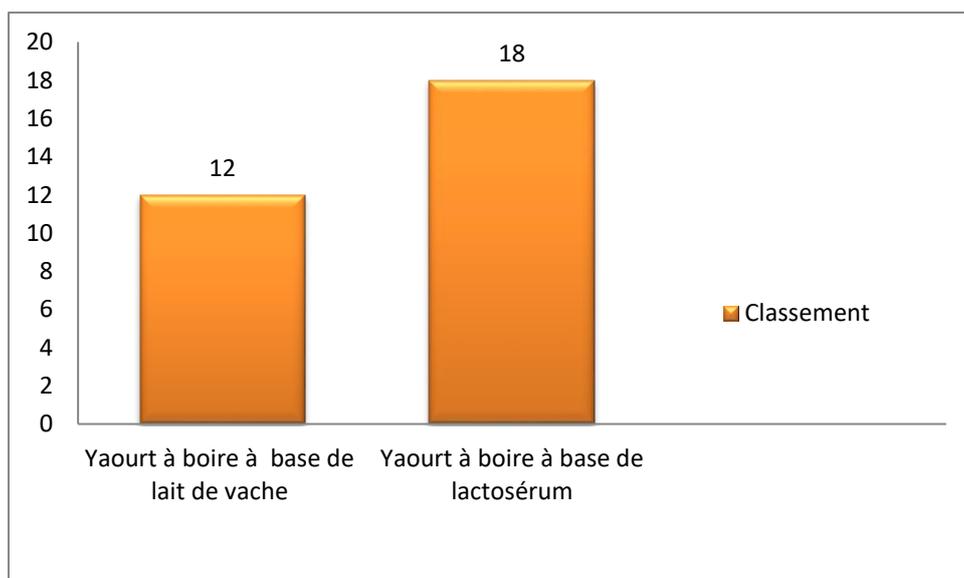


Figure 13: Le classement du yaourt à base de lait de vache par rapport au yaourt à base de lactosérum.

Résultats et discussion

A partir de la figure 13 nous avons constaté que les dégustateurs classent en numéro 1 le yaourt à base de lactosérum et le yaourt à base de lait de vache en second.

Cela est donc clair, la préférence des dégustateurs est pour le yaourt optimisé par le lactosérum.

Les interprétations statistiques nous indiquent qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux produits du point de vue de la couleur. Donc le lait peut être remplacé par le lactosérum.

D'après les dégustateurs toujours, le gout de l'échantillon 2 c'est-à-dire du yaourt à base de lactosérum est un peu acide par rapport à l'autre yaourt est ceci peut s'expliquer par la présence de lactosérum. Il est important de noter que la majorité des dégustateurs apprécient cette légère acidité.

Concernant l'odeur et la texture, les appréciations étaient identiques pour dans les deux yaourts.

D'après la notation finale des dégustateurs, les résultats confirment que le yaourt à base de lactosérum est de bonne qualité et très apprécié.

Conclusion
et
perspective

Conclusion et perspectives

Les effluents des unités de production du lait et de fromages sont l'un des rejets les plus polluants pour l'environnement, en raison de leur composition organique et minérale. Le lactosérum est l'un des principaux rejets des unités laitières et représente le 1/3 des effluents, il se compose principalement d'eau et de lactose, en plus des protéines, matière grasse et minéraux.

Le but de notre travail est de réussir la valorisation du lactosérum en l'utilisant comme substitut de lait dans la fabrication de yaourt à boire.

Au terme de notre expérimentation, nous pouvons dire que le lactosérum issu de la fabrication de Mozzarella de la laiterie Maison du Lait représente un sous-produit de très bonne valeur nutritionnelle.

Les analyses physico-chimiques du lactosérum ont démontré sa richesse en Extrait Sec Total (67.41g/l).

Les résultats de l'étude ont montré qu'en utilisant le lactosérum comme substitut de lait reconstitué dans la fabrication d'un yaourt à boire, il est possible d'obtenir des produits avec des caractéristiques similaires au yaourt standard, bien que leurs propriétés aient été influencées par la composition du lactosérum.

Par ailleurs, le test hédonique utilisé pour l'interprétation de l'analyse sensorielle portant sur les critères goût, odeur, couleur, acidité et texture des produits testés, nous a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les 2 yaourts testés. On en conclue que le lactosérum, pourrait être utilisé dans la fabrication du yaourt. Ceci constitue une stratégie intéressante pour valoriser le lactosérum produit par les unités fromagères Algériennes.

Notre test de classement des deux produits finis a démontré que le yaourt à base de lactosérum a eu le premier classement à 60% suivi de yaourt à base de lait de vache à 40%.

En général, l'incorporation du lactosérum dans la fabrication du yaourt à boire n'a pas altéré les principaux critères organoleptiques du produit à savoir : le goût, l'odeur et la couleur ; bien au contraire elle a ajouté des nutriments au yaourt.

Conclusion et perspectives

D'après les résultats encourageants obtenus, il apparaît clairement que l'aboutissement de ce travail apportera des solutions prometteuses aussi bien sur le plan écologique, économique et nutritionnel à ces rejets de lactosérum, qui posent de sérieux problèmes pour l'environnement et permettra également aux industriels de la filière laitière d'améliorer et d'élargir leurs gammes de produits.

La valorisation du lactosérum et son utilisation dans l'élaboration des produits alimentaires tel que le yaourt à boire conduit à:

- ✓ Diminuer la pollution de l'environnement aquatique.
- ✓ L'augmentation de la valeur nutritive du yaourt à boire.
- ✓ Économiser la poudre de lait.

Comme perspectives de ce travail, nous proposons de:

- ✓ Suivre l'évolution du produit au cours du stockage.
- ✓ Essayer de remplacer l'eau par le lactosérum dans la fabrication des yaourts brassés et étuvés.
- ✓ Remplacer partiellement le lait reconstitué par le lactosérum.

*Références
bibliographiques*

- **Aboutayeb S. (2009)**. Technologie du lait et dérivés laitiers. Consulté à l'adresse <http://www.azaquar.com>.
- **Adrian J., Legrand G. et Frangne R. (1991)**. Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. Tec et doc. Lavoisier. 3ème édition : 116p.
- **AFNOR. (1980)**. Recueil des normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyses.
- **AFNOR. (1986)**. Recueil des normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyses.
- **Alais C. (1984)**. Science du lait, Principe des techniques laitières, 3eme édition. Paris, Tom 1 et 2, 807p.
- **Alais C., Linden G et Milcol. (2003)**. Biochimie alimentaire, 5ème édition de l'abrégé. Edition DUNOD. Paris. p167.
- **Alonso-Fauste I., Andrés M., Iturralde M., Lampreave F., Gallart J., Álava MA. (2012)**. Proteomic characterization by 2-DE in bovine serum and whey from healthy and mastitis affected farm animals. *Journal of Proteomics*, 75(10) : 3015–3030.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeufy et Simpson R. (2002)**. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et analyse du lait In VIGNOLA C.L, *science et technologie du lait-Transformation du lait*, école polytechnique de Montréal, ISBN : 3-25-29 (600 pages).
- **Antoine JM. (2011)**. Les ferments lactiques et les laits fermentés : nature et effets. *Photothérapie*, 9: 76-81.
- **Apria. (1973)**. Les lactosérums traitement et utilisation, association pour la promotion industrie agriculture, paris.3-132.
- **Ayar A., Gurlin E. (2014)**. Production and Sensory, Textural, Physicochemical Properties of Flavored Spreadable Yogurt. *Life Science Journal*, 11(4) : 58-65.

- **Barata M., Guillemant M., Moretti E., Muller E., Delebarre M. (2017).** Formulations nutritionnelles de type yaourt, crème, crème dessert et dessert glacé comprenant un isolat de protéines de pois ainsi que l'utilisation de la formulation comme source protéique. WPOIPCT: Rapport de recherche internationale (Art. 21(3)), 2p.
- **Barbari L., Benyanet E. (2017).** Effets comparatifs des lactosérums de lait de vache et de chèvre en panification. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Nutrition Alimentation et Technologies Agro-Alimentaires. Université des frères Mentouri Constantine (UFMC) : Institut de la nutrition, de l'alimentation et de technologie agro-alimentaire.
- **Bekkouche Z., Mazi D. (2006).** Essai de fabrication d'une boisson à base de lactosérum et de la pulpe de tomate. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en agronomie. Option : Technologie alimentaire. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- **Belhout A., Belkaid R. (2015).** Alimentation Humaine et Qualité des Produits (Mémoire) Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou.
- **Benabbou A., Bentalab M. (2016).** Valorisation du lactosérum liquide en l'incorporant dans la fabrication les crèmes glacées de type sorbet. Mémoire[en ligne] en vue de l'obtention du diplôme de master en gestion de la qualité en industrie agroalimentaire. Université de Tlemcen.
- **Benaissa M. (2018).** Valorisation Du Lactosérum Par Les Bactéries Lactiques. Université D'Oran Ahmed Ben Bella Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie département De Biotechnologie thèse De doctorat En sciences.
- **Boudier JF. (1990).** Produits frais ; in « Laites et produits laitiers vache, brebis, chèvre » ed. Luquet F.M. Tec et Doc, 2ème édition, Vol 2, Lavoisier, Paris, pp 35,46
- **Boudier JR, et Luquet FM. (1981).** Dictionnaire laitier. 2^{ème} édition. Ed : Tec et Doc, Lavoisier. 93-121pp.
- **Bourlioux P., Braesco V., Mater DDG. (2011).** Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(6) : 305-314.

- e -

- **Chandan RC, Kilara A. (2011).** Dairy ingredients for food processing. Blackwell Publishing. First edition, USA, pp 6- 339.
- **Chandan RC, Nauth KR. (2012).** Yogurt. In: Hui, Y.H., Evranuz, E.O., Chandan, R.C., Cocolin, L., Drosinos, E.H., Goddik, L., Rodrigues, A., Toldra, F. (Eds.), Handbook of animal based fermented food and beverage technology. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 213–233
- **Chandan RC, O'Rell RK. (2006).** Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. *Blackwell Publishing*, pp195- 209.
- **Cheftel H. (1998).** Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments, tome 1 et 2. Paris ; Tec et Doc, Lavoisier.
- **Corrieu G, Béal C. (2016).** Yogurt: The Product and its Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*, pp 617–624.

- d -

- **De Witt JN. (2001).**Manuel de l'Enseignant sur le Lactosérum et les Produits de Lactosérum, 1^e éd., European Whey Products Association, Bruxelles, Belgique,2001.
- **Debry G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **Djemat F. (2017).** Valorisation de lactosérum doux par son incorporation dans le l'ben. Mémoire [en ligne] en vue de l'obtention du diplôme de Master en génie des procédés. Option : Génie des industries alimentaires. Boumerdès: Université M'hemed Bougara Boumerdès.
- **Droualt S, Corthier G. (2001).** Effet des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. Unité d'Ecologie et de physiologie du système digestif, INRA, France, pp101-117.
- **Droualt S., Corthier G. (2001).** Effet des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. Unité d'Ecologie et de physiologie du système digestif, INRA, France, pp101-117.

- 8 -

- **Essadaoui M. (2013).** Institut Marocain de l'Information Scientifique et Technique (IMIST). *Hegel*, (2) : 151-154.

- 7 -

- **Famelart MH, Guyomarc HF, Morand M et Novales B. (2011).** Agrégation protéique et propriétés gélifiantes et moussantes des protéines laitières. *Innovation Agronomique*, 13 :117-132.

- **FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 28, Rome (Italie).

- **France Agri Mer. (2013).**Etablissement national des produits de l'agriculture et de la mer. *Le marché mondial de lactosérum*. <https://www.franceagrimer.fr/>.

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

- **Fredot É. (2006).** Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed Lavoisier, Paris, pp 9-34.

- **Fredot É. (2009).** Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. 2ème Ed Lavoisier, Paris, 49p.

- 9 -

- **Gerard B. et Debry G. (2001).** Lait nutrition et santé. Ed Tec et Doc. PP: 44-55.

- **Gill C, RowlandI. (2003).** Cancer, in *Functional Dairy Products*, T. Mattila Sand holmand M. Saarela, Eds, pp. 19–53, CRC Press, Boca Raton and Wood head Publishing Limited, England.

- **Goursaud J. (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. In : *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre*. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière.

- **Guiraud J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. 95p.

- 7 -

- **Hadiyanto H, Ariyanti D, Aini AP, Pinundi DS. (2014).** Optimization of ethanol production from whey through fed-batch fermentation using *kluveromyces marxianus*. *Energy Procedia*, 47 :108–112.

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

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

- **Hogan J, Gonzel R, Oliviere S, et Pankey J. (1999).** Etude comparative de la qualité physico chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa.

- 8 -

- **Iker E, Mushsin C, Sebnem H.(2006).** Separation of whey Components by using ceramic composite membranes; de salination 189.

- 9 -

- **Jeante TR, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P et Brule G. (2008).** Les produits laitiers. Technique et Documentation, 2^{ème} édition, Lavoisier, Paris.1-3-13- 14-17 (185 pages).

- **Jeante TR, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P et Brule G. (2008).** Les produits laitiers. Technique et Documentation, 2^{ème} édition, Lavoisier, Paris. p 24,25.

- **Jolanta BK, Tomasz D, Emilia JT, Bartosz S. (2016).**Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – a Review. *Pol. J. Food Nutr. Sci*, 66(3) :157–165.

- **Jora N°35. (1998).** Journal officiel de la république Algérienne, lait et produits laitiers.

- **Jora. (1998).** Arrêté interministériel du 16 Joumada Ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatifs aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation, Art: 2 et 3 et 4, 22p.

- **Jouan P. (2002).** Lactoprotéines et lactopeptides : propriétés biologiques. INRA, Paris. Lait et produits laitiers : Méthodes d'analyse. Paris. Pp.4-5.

- *κ* -

- **Kossevaa MR, Panesar PS, Kaur G, Kennedy F. (2009).** Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey. *International Journal of Biological Macromolecules* 45 :437–447.

- *ℓ* -

- **Labioui L, Elmoualdi A, Benzakour M, Elyachioui E, Berny M, Ouhssine. (2008).** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*, 148 : 7-16.

- **Lamontagne. (2002).** Produits laitiers fermentés. In « Science et technologie du lait : transformation du lait ». chapitre 8. Coord Vignola C.L, éd Presses internationales, POLYTECHNIQUE, pp93-139.

- **Laplanche J. (2004).** Système d'épuration du lactosérum d'alpage par culture fixée sur lit decompost. *Revue suisse Agric*, 36(5): 220-224.

- **Lawless HT, Heymann H. (2010).** Sensory Evaluation of Food: principles and practices, chap. 1 introduction, 2ème éd. SPENGER, New York, ISBN : 978-1-4419-6487- 8 /978-1-4419-6488-5.

- **Linden G. et Lorient D. (1994).** Biochimie Agro-industrielle : Valorisation Alimentaire de la Production Agricole. Masson, Paris. 367p.

- **Lupin D. (1998).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. *FAO, Alimentation et nutrition*. pp : 25-38.

- **Luquet F. M. (1985).** Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, paris P633.

- **Luquet FM. (1990).** Lait et produits laitiers : technologie et transformation : tome 2, Tec et Doc : Lavoisier-Paris.

- *M* -

- **Malonga M. (1985).** Étude de la fabrication des yaourts en république populaire du CONGO. Essais d'améliorations. Thèse du Doctorat de Troisième Cycle Spécialité: Sciences Alimentaires. L'Université de Clermont II. Pp : 174. France, 34p.

- **Mathieu J. (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Lavoisier, Paris. 220p.

- **Meyer C. et Denis JP. (1999).** Elevage de la vache laitière dans les zones tropicales. Edition quaeamazon.

- **Minj S, Anand S. (2020).** Whey proteins and its derivatives: *Bioactivity, functionality, and current applications*. Dairy, 1(3):233-258.

- **Moletta R. (2002).** Gestion des problèmes environnementaux dans les IAA. Paris: Tech et Doc-600p.

- **Morisset M, Brpodeur C. et Lamarche V. (2007).** Perspective strie pour l'industrie de transformation laitière Québécoise. Groupe AGECO, Québec.

- **Morr CV, Ha EYW. (1993).** Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 33(6): 431-476.

- **Morr C.V. (1989).** Whey proteins: manufacture. In: Development in Dairy Chemistry - 4 P.F. Fox (ed), *Elsevier Science Publ, London and New York*, chap 6: 245-283.

- *N* -

- **Narendra K, VandanaSubrota H. (2016).** The Four Fs for Whey Utilization *Beverage & Food World*, 43(1): 28-31.

- *O* -

- **OECD-FAO Agriculture Outlook. (2011).** Perspectives agricoles de l'OECD-FAO. 9: 159-173.

- P -

- **Papademas P, Kotsaki P. (2019)**. Technological utilization of whey towards sustainable exploitation. *J Adv Dairy Res*, 7(4) : 231.
- **Petranxiene D et Lapied L.(2002)**. Qualité bactériologique du lait et des produits laitiers (Analyses et tests). Ed. Lavoisier, Paris, 328 p.
- **Pougheons S. (2001)**. Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages).
- **Pripp AH. (2013)**. Statistics in Food Science and Nutrition, chap. 3 applying statistics to food quality, éd. SPENGER, New York, ISBN: 978-1-4614-5009-2 / 978-1-4614-5019-8,p. 32-33.

- R -

- **Robinson RK, Tamime AY. (1993)**. Manufacture of Yoghurt and Other Fermented Milks. Edition Modern Dairy Technology. © Chapman & Hall, Pp 10, 11.

- S -

- **Sadouki H. (1978)**. Traitement thermique du lactosérum : Répercussion sur ses qualités bactériologiques et nutritives. Mémoire d'ingénieur agronome. Institut national agronomique, El-Harrache. 54p.
- **Salvador A, Fiszman SM. (2004)**. Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yoghurt during long storage. *Dairy Science Journal*, 87 (12) : 4033– 4041.
- **Savado A, Traore AS. (2011)**. La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *International Journal of biological and Chemical Sciences*, 5(5): 2057-2075.
- **Sottiez P. (1985)**. Produits dérivés des fabrications fromagères. *Laits et produits laitiers: vache, brebis, chevre/Societe scientifique d'hygiene alimentaire; Francois M. Luquet, coordonnateur, assiste de Yvette Bonjean-Linczowski; prefaces de J. Keilling, R. de Wilde.*

- **Sottiez P. (1990)**. Produits Dérivés Des Fabrications Fromagères In : Lait Et Produits Laitiers ; Vache, Brebis, Chèvre, Ed Lavoisier, Paris, 633p.

- **Sottiez P. (1990)**. Produits dérivés des fabrications fromagères, « lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre : transformation et technologie ». Ed. LUQUET F.M. Tome 2, Technique et Documentation, 2ème éd. Lavoisier, Paris. 357-390.

- **Spalatelu C. (2012)**. Biotechnological valorisation of cheese whey. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, 10 :1–8.

- **Syndifrais. (1997)**. Yaourts, laits fermentés. *Le Lait*, INRA Editions 77 (3), pp 321-358.

- **Syndifrais. (2011)**. Tout savoir sur le yaourt. 10p.

- 7 -

- **Tamime AY, Deeth HC. (1980)**. Yogurt: Technology and Biochemistry 1. *Journal of Food Protection*, 43(12): 939–977.

- 2 -

- **Urvoy JJ, Sanchez-Poussineau S, Le Nan E. (2012)**. Packaging : toutes les étapes du concept au consommateur, chap. 11 L'innovation, éd. EYORLLES, Paris, 978-2- 212-55267-6, p.164.

- 1 -

- **Vignola C. (2002)**. Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition *Presses Internationales Polytechnique*, Canada.

- **Vilain AC. (2010)**. Qu'est-ce que le lait? *Revue française d'allergologie*, 50(3) :124-127.

- **Violleau V. (1999)**. Valorisation du lactosérum par électrodialyse. Thèse de doctorat. Montpellier.

- 20 -

- **Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, Van Boekel MAJS. (1999)**. Dairy Technology: *Principles of Milk Properties and Processes*, New York: 199–256.

- 4 -

- **Yadav JS, Yan S, Pilli S, Kumar L, Tyagi RD, & Surampalli RY. (2015).** Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology advances*, 33(6) : 756-774.

- 3 -

- **Zemmouchi R, Saoud A. (2016).** Valorisation du lactosérum : incorporation dans des pâtes alimentaires. Mémoire[en ligne] en vue de l'obtention du diplôme de master en sciences agronomiques. Option : production et technologie laitière. Université 8 Mai 1945 Guelma.

- **Zourari A, Esma MJ. (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 Jouyen-tosas Codex, France, lait 71: 463-482.

Annexes

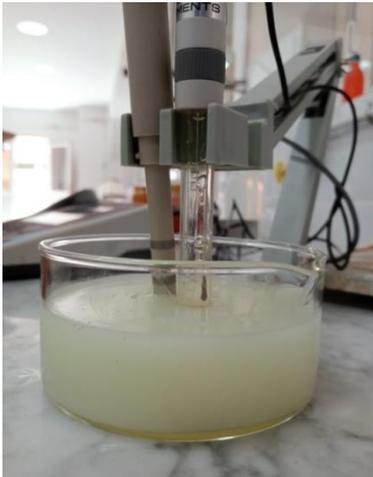
Annexe N°01 :

Liste des différents équipements, produits et réactifs utilisés durant notre étude :

<i>Appareillages</i>	<i>Produits</i>
<ul style="list-style-type: none">• Agitateur magnétique.• Balance analytique.• Bec Benzène• Becher Gradué• Béchers.• Bouteilles pour yaourts• Burettes.• Butyromètre.• Capsules.• Casserole• Centrifugeuse• Dessiccateur.• Entonnoirs.• Eprouvette graduée.• Erlen Mayer.• Etuve.• Flacons• pH mètre.• Pipette graduée.• Pro-pipette• Spatule stérile• Thermomètre• Filtre en verre fritté• Fiole à vide• Bain marie• papier filtre	<ul style="list-style-type: none">• phénophtaléine à 0.01N• Eau distillé• Acide sulfurique à 0.1N• Alcool iso amylique.• Hydroxyde de sodium (NaOH) à 1/9N• Solution cuprique : A• Solution tartro alcaline : B• Solution ferrique : C• Solution de permanganate de potassium• Acétate de plomb neutre• Sulfate de sodium• Soude acqueuse• Acide chlorhydrique inversé

Annexe N°02 :

pH :



La mesure du pH du lactosérum

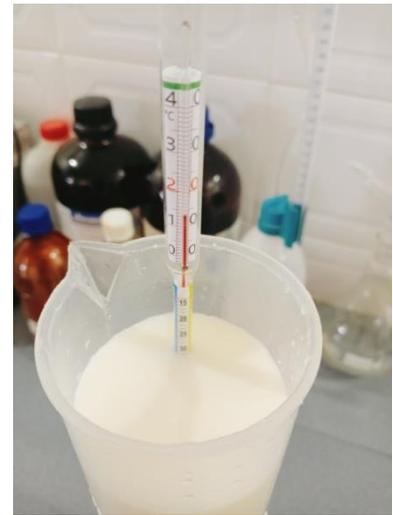


La mesure du pH du yaourt à boire

La densité



Densité du lactosérum



Densité du lait de vache

Acidité :



Dosage d'acidité

Matière grasse :



Mesure de la matière grasse

EST et ESD :



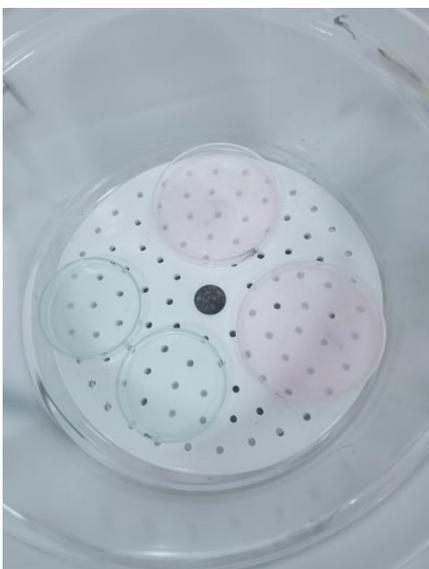
Une capsule séchée et tarée



Pesage du produit à analyser



mettre les capsules au bain marie (30min)



Refroidissement des capsules dans le dessiccateur



met dans l'étuve (réglé à 105°C pendant 4 h)
le dessiccateur jusqu'à



refroidissement des capsules dans la température ambiante

Dosage des sucres :

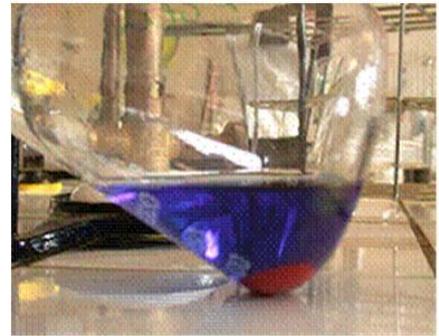
En cours de chauffage



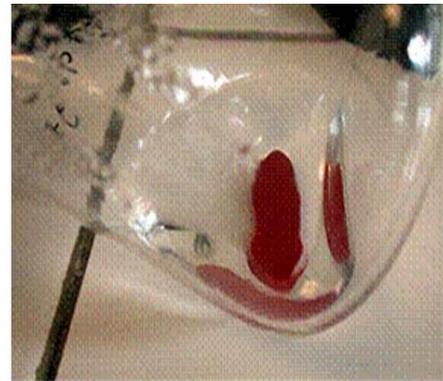
Après chauffage



Après décantation



Filtration



Après plusieurs lavages et décantation



Avant virage



Passage au gris



Virage

Annexe N°03 :

Fiche de dégustation:

Date :.....

Identité du membre de jury :

Non prénom :.....

Age :

Sex :

➤ Que pensez-vous de ces deux types de yaourt :

Paramètre	Echantillon 1	Echantillon 2
Couleur		
Odeur		
Texture		
Acidité		
Gout		
Impression final		

Classer ces yaourts par ordre de préférence, et pourquoi !

.....
.....
.....

Merci pour votre coopération

Annexe N°04 :

Les résultats de test de dégustation pour les deux types de yaourt :

Paramètres	Gout		Texture		Acidité		Odeur		Couleur		Somme		Moyenne	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Echantillon & dégustateurs														
1	5	4	1	5	1	2	5	3	3	5	13	19	2,6	3,8
2	4	2	4	4	1	1	1	0	4	5	19	12	3,8	2,4
3	5	5	5	4	0	0	5	5	5	5	18	19	3,6	3,8
4	3	5	5	4	0	0	5	3	5	5	18	17	3,6	3,4
5	3	5	5	4	0	0	5	4	5	4	17	17	3,4	3,4
6	5	5	3	5	2	0	2	5	3	4	13	19	2,6	3,8
7	3,5	4	3	4	0	3	3,5	4	4	5	15	20	3	4
8	5	3	4	3	0	0	2	1	4	5	19	12	3,8	2,4
9	5	3	5	5	0	0	5	4	4	5	19	17	3,8	3,4
10	5	5	5	4	0	0	5	5	5	4	17	18	3,4	3,6
11	5	4	3	5	0	0	4	4	4	5	18	18	3,6	3,6
12	5	5	5	4	0	3	4	5	5	5	20	22	4	4,4
13	4	4	5	4	3	0	3	5	5	5	17	18	3,4	3,6
14	4	4	4	4	0	3	4	5	5	5	19	21	3,8	4,2
15	5	4	4	4	0	0	5	4	5	4	22,5	16	4,5	3,2
16	4	5	5	5	3,5	0	5	5	5	5	22,5	20	4,5	4
17	4	4,5	4	4,5	3	3	5	5	5	4	21	21	4,2	4,2
18	5	4	2	4	0	3	3	4	3	4,5	13	19,5	2,6	3,9
19	3	3	3,5	3,5	3	3	4,5	5,5	4	3	18	18	3,6	3,6
20	4	4	4	3	0	3	3	3	3	5	14	18	2,8	3,6
21	2	4	4	2	0	2	1	5	5	5	12	18	2,4	3,6
22	1	5	5	2	0	0	5	4	3	2	14	13	2,8	2,6
23	5	3	5	3	0	1	3	5	2	5	15	17	3	3,4
24	5	3,5	3	5	2	3	5	3	4	4	19	18,5	3,8	3,7
25	3	2	3	4	0	2	3	4	3	5	12	17	2,4	3,4
26	5	5	3	5	3	3	1	2	4	4	16	19	3,2	3,8
27	2	5	5	3	1	3	2	4	5	5	15	20	3	4
28	1	3	5	5	1	3	5	4	3	5	15	20	3	4
29	3	5	4	5	2	0	4	5	5	5	18	20	3,6	4
30	5	2	4	5	0	3	5	3	5	5	14	18	2,8	3,6
La somme	118,5	120	120,5	122	25,5	44	113	118,5	125	137,5				
La moyenne	3,95	4	4,01	4,06	0,85	1,46	3,76	3,95	4,16	4,58				
La variance	1,55	0,98	1,04	0,74	1,41	1,91	1,86	1,57	0,80	0,50				
L'écart type	1,24	0,99	1,03	0,87	1,21	1,40	1,38	1,27	0,91	0,72				

Annexe N°5 :



Présentation des échantillons des deux types de yaourt et déroulement du test sensoriel
(au niveau d'une salle au département de Biologie de l'UABBT)

Annexe N°6 :

Les étapes de fabrication de la spécialité laitière type yaourt à boire à base de lactosérum. :



A : Tyndallisation du lactosérum



B : Ajout du lait en poudre
(26%+0%)



C : Ajout du sucre



D: Ensemencement
après refroidissement



E : mise a étuve l'étuvage



F: Battre le produit après
un flacon stérile



G : Conditionnement dans
un flacon stérile



H : Produit fini

ملخص:

يعتبر مصّل اللبن من مخلفات الألبان حيث انه غنيّ جدًا بالعديد من العناصر الغذائية، ورميه يمثل خسارة اقتصادية ضخمة. هذه الأطروحة عبارة عن تجربة تهدف إلى تثمين مصّل اللبن السائل المستخلص من صناعة جبن الموزاريلا في وحدة " دار الحليب- تلمسان" من خلال دمجه في صناعة الزبادي المشروب. من أجل ذلك، قمنا بتطوير نوعين من الزبادي القابل للشرب، أحدهما يعتمد على مصّل اللبن المدعم بمسحوق الحليب والآخر يعتمد على حليب البقر. أجرينا تحاليل فيزيائية وكيميائية وحسية لتحديد جودة المنتج النهائي. بعد التحليلات الفيزيائية والكيميائية لقيم معدل الحموضة (72 درجة د)، درجة الحموضة (4,8)، إجمالي المستخلص الجاف (115 جم / لتر)، المادة الدسمة (14 جم / لتر)، المستخلص الجاف الخالي من الدهون (101 جم / لتر) للزبادي قائم على مصّل اللبن؛ نستنتج أنه ضمن المعايير مقارنة بالزبادي المصنوع من حليب البقر. أظهر اختبار التذوق (اللون، الطعم، الحموضة، الرائحة و الملمس) الذي تم إجراؤه نتائج تقييم متطابقة تقريبًا مع الزبادي المصنوع من حليب البقر. تم تصنيف المستحضرين المنتجين حسب ما يفضله المتذوقون على النحو التالي : "مشروب زبادي مصنوع من مصّل اللبن" يليه "مشروب زبادي مصنوع من حليب البقر".

الكلمات المفتاحية: مصّل اللبن، تثمين، الزبادي، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، التذوق

Résumé

Le lactosérum est considéré comme un sous-produit laitier très riche en plusieurs éléments nutritifs, dont le rejet constitue une perte économique énorme.

Ce travail de mémoire est une expérimentation visant la valorisation du lactosérum liquide issu de la fabrication du fromage type Mozzarella de l'unité LMDL-Tlemcen en l'incorporant dans la fabrication d'un yaourt à boire. Pour ce faire, nous avons élaboré deux yaourts à boire l'un à base de lactosérum enrichie en poudre et l'autre à base de lait de vache.

Nous avons effectué des analyses physico-chimiques et sensorielles afin de déterminer la qualité du produit fini.

Suite aux analyses physico-chimiques effectuées, les valeurs d'acidité (72 °D), pH (4.8), Extrait Sec Total (115 g/l), Matière Grasse (14 g/l) et d'Extrait Sec Dégraissé (101 g/l) du yaourt à base de lactosérum; on en déduit qu'il est dans les normes en comparaison avec le yaourt à boire à base de lait de vache.

Le test de dégustation de la couleur, du goût, de l'acidité, de l'odeur et de la texture réalisé a révélé des résultats satisfaisants presque identiques pour les 2 yaourts.

Les deux préparations réalisées sont classées selon les préférences des dégustateurs comme suit : « yaourt à boire à base de lactosérum » puis « yaourt à boire à base de lait de vache ».

Mots clés: lactosérum, valorisation, yaourt, analyses physico-chimique, dégustation

Abstract

The rejection of the whey considered as a dairy by-product rich in element nutritive, their rejection constitutes a huge economic loss.

This thesis is an experiment aimed at the recovery of liquid whey from the manufacture of Mozzarella-type cheese in the LMDL-Tlemcen unit by incorporating it into the manufacture of a drinking yogurt. To do this, we have developed two drinkable yoghurts, one based on whey enriched in powder and the other based on cow's milk.

We carried out physicochemical and sensory analyses in order to determine product quality finished.

Following the physico-chemical analyzes carried out the acidity values (72 °D), pH (4.8), total dry extract (115 g/l), creamy stuff (14 g/l) and defatted dry extract (101 g/l) of the yoghurt based of whey; we deduce that it is within the standards in comparison with drinking yoghurt made from cow's milk.

The test of tasting (color, taste, texture and the flavor) realized almost identical evaluation results as yogurt prepared from cow's milk.

The two preparations produced are classified according to the preferences of the tasters as follows:

"drinkable yogurt based on whey" then "drinkable yogurt based on cow's milk".

Key words: whey, valorization, yogurt, physicochemical analyses, tasting