

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
*Faculté des Sciences Biologiques  
Et des Sciences Agronomiques*



*Département de Biochimie & Microbiologie*

**Mémoire de fin d'études**

*En vue de l'obtention du diplôme Master en science biologiques  
Spécialité : Biochimie de la Nutrition*

## **THEME**

**Etude de la qualité physico-chimique de lait  
fermenté Acidifié type L'ben fabriqué par la  
laiterie MATINALE**

*Présenté par : M<sup>elle</sup> CHAIBI Souad  
M<sup>elle</sup> SAIDANI Lydia*

*Devant le jury composé :*

**M<sup>r</sup> HOUALI. K**

**Président du jury**

**Professeur UMMTO**

**M<sup>elle</sup> IRATNI –AICHE .G**

**Examinatrice**

**Maitre -assistante classe (B )  
UMMTO**

**M<sup>r</sup> SEBBANE. H**

**Promoteur**

**Maitre -assistant classe (A)  
UMMTO**

*Promotion 2020 - 2021*

### **Remerciements**

Nous remercions avant tout, **le bon Dieu** tout puissant de nous avoir donné l'esprit, la volonté, le courage, le savoir et nous avoir gardé en bonne santé afin de mener à bien ce projet de fin d'étude.

Nous remercions l'ensemble du personnel de la laiterie MATINALE pour son accueil, sa sympathie et sa disponibilité.

Nous tenons à remercier plus particulièrement :

**M<sup>r</sup> SEBBANE HILLAL** , Maitre –assistant classe A« Mouloud Mammeri Tizi – Ouzou» , qui nous a encadré et témoigné de sa confiance et de son aide scientifique tout au long de notre projet .

**M<sup>r</sup> BARIZ KARIM** , Chef département de biochimie et microbiologie «Mouloud Mammeri Tizi –Ouzou » , qui a su nous guider et nous accompagner avec pédagogie tout au long de notre travail .

Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à **M<sup>r</sup> HOUALI KARIM** le président du jury d''avoir bien voulu s'intéresser et d'accepter de juger ce travail.

Nous tenons aussi à remercier beaucoup **M<sup>me</sup> IRATNI –AICHE GHENIMA** , Maitre classe B , d''avoir bien voulu s'intéresser à ce travail et d'accepter de l'examiner,nous sommes très honorés de sa présence dans ce jury.

Enfin nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés de prèsEt de loin pour la réalisation de ce travail.

## **- Dédicaces -**

*Je dédie cet humble travail*

*A la mémoire de ma très cher défunte sœur : **Sabrina***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.*

*Que Dieu, le miséricordieux, t'accueille dans son vaste paradis.*

*Je le dédie aussi à ma mère :*

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par*

*excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de*

*m'encourager et de prier pour moi.*

*A mon père*

*A ma très cher petite sœur : **Nassima***

*A mon petit frère : **Saber***

*A mes grands-parents, oncles et tantes*

*A mes chers cousins, cousines et à toute ma grande famille*

*A mes chers amis, pour tout ce qu'on a partagé ensemble et à toutes les personnes proches que j'ai omis de citer*

***Souad***

## **- Dédicaces –**

*Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert et une immense joie, que Je dédie  
ce travail à:*

*À la source de la tendresse, ma mère pour sa gentillesse  
Sa douceur, pour son affection, son amour ses sacrifices et ses  
Encouragements.*

*À mon très cher père, pour sa confiance, ses encouragements  
Et son soutien dans toute ma carrière d'étude dès le premier pas  
Jusqu'à ce jour-là et qui m'a appris que la patience est  
Le Secret du succès.*

*A mes chers frères et sœurs  
Pour leurs encouragements,  
Que Dieu Vous garde en bonne santé et à mes côtés  
A tous mes amis,  
Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir,  
Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires  
partagés Un très grand merci à tous et à toutes.*

*A tous ceux qui m'ont aidé lors de la réalisation de ce travail, merci à tous.*

***Lydia***

### **- Liste des abréviations -**

- **A.A** : acides aminés
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- °C : degré Celsius.
- **D°** : degré doronic
- **DG** : directeur général.
- **EST** : Extrait Sec Total.
- **ESD** : extrait sec dégraissée.
- **g** : Gramme.
- H%** : taux d'Humidité.
- **hab** : habitant.
- ISO** : International Standard Organisation.
- **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- **Kcal** : kilo calories.
- **L** : Litre.
- **M.G** : matière grasse.
- **MGLA** : matière grasse laitière anidre.
- **MS** : Matière sèche.
- NA** : Norme Algérienne.
- **ONIL** : Office National Interprofessionnel du Lait et des produits laitiers.
- **pH** : Potentiel d'hydrogène.
- **PPM** : partie par million.
- **PP** : phénole phtaléine.
- **T°** : Température.
- **TA**: Titre alcalimétrique .
- TAC** : Titre alcalimétrique complet
- TH** : Titre hydrométrique

- UHT** : ultra haute température.
- JORA** : journal officiel de la république algérienne.
- **µm** : micro mètre.
- **µg** : micro gramme.
- **MGLA** : matière grasse laitière anidre.
- **V** : volume.

## \_Liste des tableaux –

<b>Tableau I</b> : Composition moyenne du lait de vache	<b>4</b>
<b>Tableau II</b> : Composition en vitamines moyenne du lait cru	<b>10</b>
<b>Tableau III</b> : Caractéristiques des principaux enzymes du lait	<b>11</b>
<b>Tableau IV</b> : Composition du lait selon différentes races (g/100g)	<b>13</b>
<b>Tableau V</b> : Constituants responsables de l'acidité naturelle du lait	<b>16</b>
<b>Tableau VI</b> : Teneurs des composants des poudres écrémées destinées à l'alimentation Humaine.	<b>21</b>
<b>Tableau VII</b> : composition de quelque laits fermentés .	<b>28</b>
<b>Tableau VIII</b> : Composition chimique du l' ben.	<b>32</b>
<b>Tableau IX</b> : Comparaison entre les trois différents types du L'ben .	<b>35</b>
<b>Tableau X</b> : Les analyses physico-chimiques du lait cru, l'eau, la poudre, produit fini (l'ben) .	<b>42</b>
<b>Tableau XI</b> : Résultats des analyses physico-chimiques du lait vache cru utilisée.	<b>51</b>
<b>Tableau XII</b> : Résultats de analyse physico-chimique des poudres de lait (0 et 26 %) .	<b>53</b>
<b>Tableau XIII</b> :: Résultats de analyse physico-chimique de l' eau de processe .	<b>54</b>
<b>Tableau XIV</b> : Résultats de analyse physico-chimique du produit fini (l'ben au lait de vache).	<b>55</b>
<b>Tableau XV</b> : Résultats de analyse physico-chimique du produit fini (l'ben reconstitué ).	<b>55</b>

## - Liste des figures –

<b>Figure 1:</b> Composition de la matière grasse du lait .....	<b>5</b>
<b>Figure 2:</b> Représentation d'une micelle de caséine et sous-micelle .....	<b>6</b>
<b>Figure 3 :</b> pourcentages des différentes protéines du lait .....	<b>8</b>
<b>Figure 4:</b> Structure primaire du lactose .....	<b>9</b>
<b>Figure 5 :</b> Courbe de lactation .....	<b>14</b>
<b>Figure 6 :</b> L'acidité naturelle, l'acidité développée et l'acidité titrable du lait.....	<b>17</b>
<b>Figure 7:</b> Raib.....	<b>26</b>
<b>Figure 8:</b> Koumis.....	<b>27</b>
<b>Figure 9 :</b> grains de kéfir.....	<b>27</b>
<b>Figure 10:</b> lait fermenté par des grains de kéfir.....	<b>27</b>
<b>Figure 11 :</b> L'ben.....	<b>28</b>
<b>Figure 12 :</b> Matériels employés pour le barattage : (a) Dagoudje (jarres en terre cuite) (b) Chékoua (Peau de chèvre), (c) Tafqlujet (Bourguiba).....	<b>33</b>
<b>Figure 13:</b> courbes de croissance et d'acidification des bactéries lactiques.....	<b>37</b>
<b>Figure 14:</b> Organigramme de la SARL TIFRA LAIT.....	<b>38</b>
<b>Figure 15 :</b> Diagramme de fabrication de L'ben industriel reconstitué au niveau de la laiterie MATINALE.	<b>41</b>

## - Table des matières –

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des tableaux.....	III
Résume .....	IV
Introduction générale.....	1

### Synthèse bibliographique Chapitre I : généralités sur le lait.

1- Définition du lait.....	3
2- Filière lait en Algérie.....	3
3- La Composition du lait .....	4
3-1- L'eau.....	4
3-2- Matière grasse .....	4
3-3- Protéines.....	5
3-4- Les glucides.....	8
3-5- Les minéraux .....	9
3-6- Les vitamines .....	9
3-7- Les enzymes .....	10
3-8- La microflore du lait : (bactéries, levures, moisissures).....	11
4- Facteurs de variation de la qualité du lait.....	11
4-1- Variations quantitatives .....	12
4-2- Variation qualitative .....	14
5- Propriétés physico-chimiques du lait.....	14
5-1- La masse volumique.....	15
5-2 - Point de congélation.....	15
5-3- Point d'ébullition.....	15
5-4- Acidité.....	16
6- Les différents types du lait .....	17

## Chapitre II : Lait fermenté acidifié « L' ben ».

### Partie 1 : Lait fermenté.

1-1-Définition .....	22
1-2- Historique .....	22
1-3- La fermentation.....	23
1-4-Levains lactiques .....	23
1-4-1-Définition .....	23
1-4-2-Classification des levains lactiques .....	23
5-Les différentes types du lait fermenté .....	25
6- Intérêt nutritionnelle et thérapeutique du lait fermenté.....	29

### Partie 2 : « L'ben »

2-1- Définition de l'ben .....	31
2-2-La composition moyenne du l'ben .....	31
2-3-La microbiologie du L'ben.....	32
2-4- Processus de fabrication des différents types du l'ben .....	32
2-5-Comparaison entre les trois différents types du L'ben.....	35
2-6-Les principaux modifications biochimiques au cour de la maturation de L'ben...	36
2-6-1-Principales voies de la dégradation du lactose .....	36
2-6-2-Hydrolyse de la matière grasse .....	37
2-6-3-Protéolyse et transformation des acides amines .....	37

### Partie Pratique.

1-Présentation de l'unité Tifra-lait .....	38
2- Les produits de l'unité .....	38
3-Le procédé technologique de fabrication du l'ben industriel	39

### Matériel et méthodes

4- But et l'objectif de l'étude .....	41
5-Méthode d'analyses physico-chimiques.....	41
5-1-Echantillonnage.....	41
5-2-Analyses physico-chimiques du lait cru, l'eau de process, lait en poudre, produit fini (L'ben).....	43
5-2-1-Mesure de pH.....	43
5-2-2- Mesure de acidité titrable .....	43
5-2-3-Mesure densité .....	44
5-2-4-Mesure de l'extrait sec total et l'extrait sec dégraisse .....	45
5-2-5- Détermination de l'humidité .....	45

## Résumé

Le présent travail concerne les produits laitiers en particulier le lait fermenté acidifié de type Leben.

Nous avons évalué la qualité physico-chimique du lait fermenté acidifié, au niveau de la laiterie Tifra-lait

Tizi-Ouzou, en passant par l'analyse des matières premières (lait de vache, poudre du lait et l'eau de processus).

Les paramètres physico-chimiques étudiés sont : le PH, l'acidité, la densité, la matière grasse, EST et ESD, pour le lait et le leben ; TH, TA, TAC et le PH pour l'eau.

Cette évaluation va permettre le contrôle et l'amélioration de la qualité du lait fermenté acidifié pour la satisfaction des besoins du consommateur.

Les résultats obtenus, et après leur comparaison à des normes de la société et du journal officiel de la République algérienne, montrent qu'ils sont conformes, ce qui explique la bonne qualité de ce produit utilisé par l'entreprise.

**Mots clés :** lait fermenté acidifié, Leben industriel, qualité, , analyses physicochimiques .

## Abstract

In our work we studied:

The present work concerns dairy products, in particular acidified fermented milk of the Leben type. We evaluated the physicochemical quality of the acidified fermented milk, at the level of the Tifra-lait dairy Tizi-Ouzou, through the analysis of raw materials (cow's milk, milk powder and process water).

The physicochemical parameters studied are: PH, acidity, density, fat, EST and ESD, for milk and Leben; TH, TA, TAC and PH for water. This assessment will allow the control and improvement of the quality of acidified fermented milk to meet consumer needs.

The results obtained, after their comparison with the standards of the company and of the official journal of the Algerian Republic, show that they are compliant, which explains the good quality of this product used by the company.

**Key words:** acidified fermented milk, industrial Leben, quality, physicochemical analyses.

# **Introduction**

## **Introduction**

Le lait est un liquide blanc, sécrété par les glandes mammaires des mammifères, comme la vache, la chèvre, la brebis , destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**Amiot et al., 2002**).

Le lait et les produits laitiers représentent l'un des aliments élémentaires pour toutes les catégories d'âge de la population, en raison de leur composantes biologiques, qui est à la base de la promotion et le maintien d'une alimentation rationnelle des populations (**Michaelidou, 2008 ; Pereira, 2014**). Ce qui a fait que la production mondiale de lait a augmenté de 1.6 % en 2018(**FAO, 2019**).

Il est un aliment complet qui garantie un apport non négligeable en protéines, lipides, sels minéraux notamment calcium et phosphore et en vitamines (**Cheftel, 1996**).

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an soit une moyenne de 120 L/hab /an (**Kirat, 2007**). Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, cela est dû aux traditions alimentaires, à la valeur nutritive du lait, à sa substituions aux viandes relativement chères, Sachant que l'état subventionne la filière du lait afin de maintenir son prix à la portée de toute la population (**El Hassani, 2013**).

Le lait cru est facilement altéré en particulier par les bactéries qui dégradent le lactose avec production d'acide ; une faible acidification provoque la coagulation du lait à la chaleur et peut aussi contenir des germes pathogènes pour l'homme, d'où la nécessité d'un traitement thermique (**Alais et Linden, 1997; Moller, 2000**).

Le lait, matière première de l'industrie laitière, fait l'objet de différentes biotransformation en produits dérivés, ayant des propriétés sensorielles et notionnelles meilleurs que celles des produits de départ (**Chang et Chow, 2007**).

Il est consommé sous différentes formes comme les laits fermentés : Le yaourt, le fromage, le beure, Rayeb. L'origine géographique de ces produits fermentés est l'Asie centrale mais on les retrouve dans toutes les zones d'élevages. Quelques-uns des produits traditionnels (laits fermentés), sont passés au stade de la fabrication industrielle au début du XX siècle, pour la création de nouveaux laits fermentés, mettant en œuvre des micro-organismes différents de ceux qui existent dans les produits traditionnels (**Hermier et Acolas, 1989**).

Le l'ben est le petit lait issu du barattage puis de l'écémage du Rayeb. Il est aussi connu sous les noms de leben (**Tantaoui et El Araki, 1987 ; Samet Bali et al., 2012**).

C'est un lait fermenté utilisé surtout comme boisson rafraîchissante et apprécié pour ces qualités organoleptiques (acidité, arôme...) et aussi pour sa valeur nutritionnelle.

En effet, il ne diffère du lait que par le léger mouillage dont il fait l'objet, par élimination d'une quantité variable de matière grasse et par la fermentation d'une partie de lactose. Il est probable que la fraction azotée ne subit pas de modifications sensibles au plan nutritionnel. Le développement microbien entrain un enrichissement en certaines vitamines **(Tantaoui et El Araki *et al.*,1983).**

Notre travail a pour objectif l'évaluation de la qualité physico-chimique de "l'ben" afin d'assurer la bonne qualité de ce produit fini au niveau de la laiterie MATINALE Tizi-Ouzou.

# **Synthèse bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Généralités sur le lait**



## **1- Définition du lait**

Selon le congrès international de répression des fraudes tenu à Genève en 1908, le lait est défini comme « Le produit intégrale de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et il ne doit pas contenir de colostrum ».

Selon la réglementation Algérienne, la dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire saine, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis au traitement thermique (**JORA, 1993**).

## **2- Filière lait en Algérie**

En Algérie la filière lait s'inscrit dans un contexte socioéconomique qui se caractérise par l'insuffisance de ses productions face à l'augmentation des besoins induits particulièrement par l'accroissement démographique de la population algérienne (**Benyoucef, 2005**).

Selon le directeur générale de l'office national interprofessionnel du lait (ONIL) la consommation des algériens de ce produit est estimée à 145 litres /an/hab. alors que la moyenne mondiale est fixée par la FAO à 90 litres/an/hab il a également indiqué que la consommation annuelle du lait en Algérie est de 5 milliards de litres, donc 3,5 milliards de litres produits localement, tandis que le manque de 1,5 milliards de litres est importé sous forme de poudre subventionnée, transformée par les laiteries en lait en sachets.

A ce propos l'Algérie est considérée comme le deuxième plus gros importateurs de poudre de lait dans le monde après la Chine.

### **➤ Présentation de la filière lait à Tizi -Ouzou**

La région de Tizi -Ouzou est considérée comme une région leader au niveau national, c'est un bassin laitier qui alimente l'industrie laitière locale et même celle de la wilaya limitrophe Bejaia avec ces laiteries Danone et Soummam.

La filière lait est constituée des acteurs classiques d'une filière, à savoir les producteurs, collecteurs, les centres de collecte et les entreprises de l'industrie laitière (**DSA, 2019**).

## **3- La Composition du lait**

La composition chimique du lait varie en fonction de la race de la vache considérée, son âge et de son alimentation (**Tableau I**). Un litre de lait de vache pèse 1032 g avec une

valeur calorique de 700 à 730 Kcal/l de l'extrait sec (glucides, protéines, matière grasse, sels minéraux...). Il est considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissous et les autres sous la forme colloïdale (**Goursaud, 1985**). Les principaux constituants sont représentés dans le tableau I suivant.

**Tableau I :** Composition moyenne du lait de vache (**Beal et Sodini, 2003**).

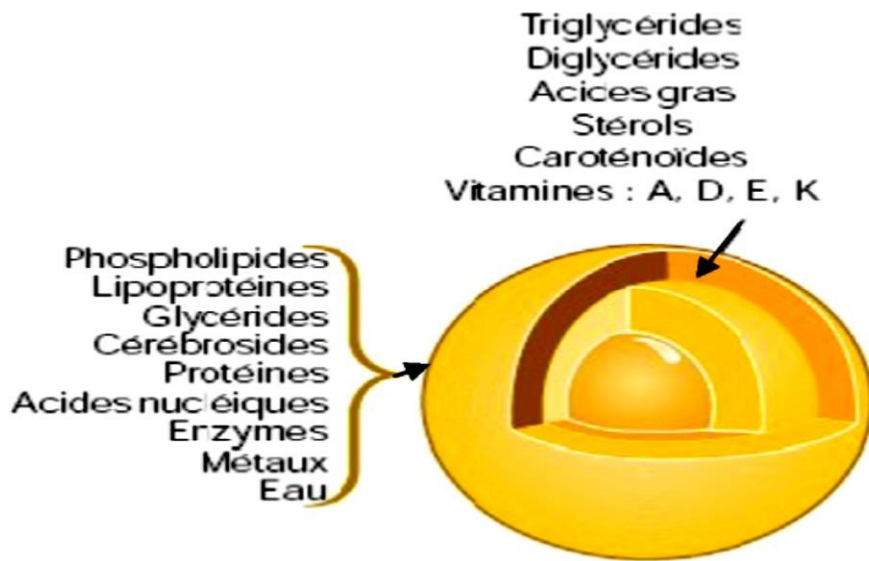
Composants	Teneurs exprimées en g pour 100
Eau	87,8
Lactose	4,8
Matière grasse	3,9
Matière azoté	3,8
Caséines	2,6
Protéines sériques	0,5
Azote non sérique	0,1
Minéraux	0,7
Calcium	0,12
Phosphore	0,09
Potassium	0,14

### 3-1- L'eau

L'eau est le principal constituant du lait qui contribue à la dispersion de ses constituants (**Mathieu, 1998**). Elle est présente en deux formes : l'eau extra micellaire 90% du totale ; renferme la totalité des constituant solubles, et l'eau intra micellaire 10% du totale ; une partie de cette eau est liée avec les caséines et l'autre partie joue le rôle de solvant (**Mahaut et al., 2003**).

### 3-2- Matière grasse

**Jeantet et al (2008)**, rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras dont le diamètre est de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La figure 1 présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligoéléments (métaux) et d'eau (**Bylund, 1995**). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés.



**Figure 1:** Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995).

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riche en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18 :2 et acide linoléiques (C18 :3) par rapport au lait de femme (1.6 % contre 8.5 % en moyenne) (Jeantet *et al.*, 2008).

### 3-3- Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (Amiot *et al.*, 2002).

L'analyse du lait par minéralisation, appelée méthode Kjeldahl, permet d'évaluer que 95 % de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines dont la concentration moyenne est de 3,2 %. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée. Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait (Cayot et Lorient, 1998).

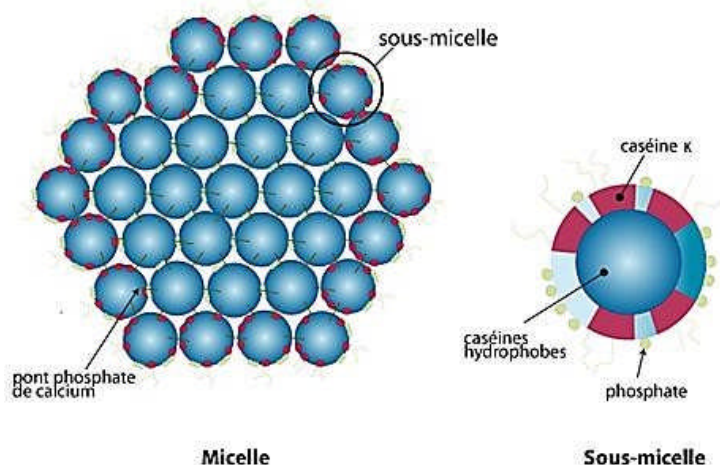
Ces derniers sont classés en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité, d'une part, les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6, d'autre part, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur (Whitney *et al.*, 1976).

## ➤ Caséines

**Jean et Dijon (1993)**, rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultant de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g / mol/1, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1  $\mu\text{m}$  dans le lait de vache.

La caséine native a la composition suivante: protéine 9 %, calcium 3 %, phosphore 2,2 %, acide citrique 0,5 % et magnésium 0,1 % (**Adrian et al., 2004**).

La figure suivante représente une micelle de caséine et sous- micelle.



**Figure 2:** Représentation d'une micelle de caséine et sous-micelle (**Amiot et al., 2002**).

## ➤ Protéines du lactosérum

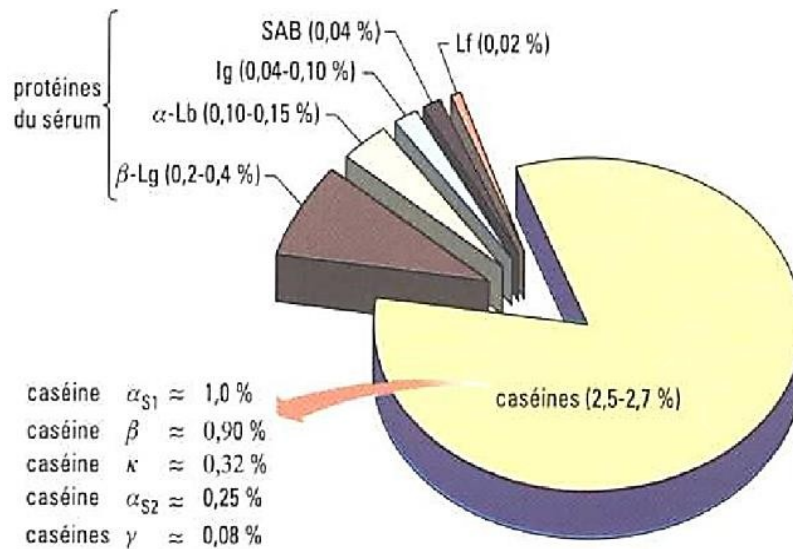
Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (**Derby, 2001**).

**Thampon (2005)**, définit les protéines du lactosérum comme étant des protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

Les différentes protéines du lactosérum se résument comme suit :

- **La  $\beta$ -lactoglobuline** : C'est la plus importante des protéines sériques puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est de 5,1 ; c'est une protéine de 162 acides aminés (**Derby, 2001**).

- **L'α-lactalbumine** : C'est une métalloprotéine qui représente environ 22% des protéines du sérum constitué de 123 acides aminés. Elle possède un atome de calcium par mole du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique) (**Vignola, 2002**).
- **L'albumine sérique** : Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus des aminés. (**Vignola, 2002**).
- **Les immunoglobulines** : Ce sont des glycoprotéines spécifiques de haut poids moléculaire responsable de l'immunité.  
Nous pouvons distinguer trois grandes classes d'immunoglobulines: IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (**Thampon, 2005**).
- **Protéose-peptones** : Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4,6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (**Derby, 2001**).



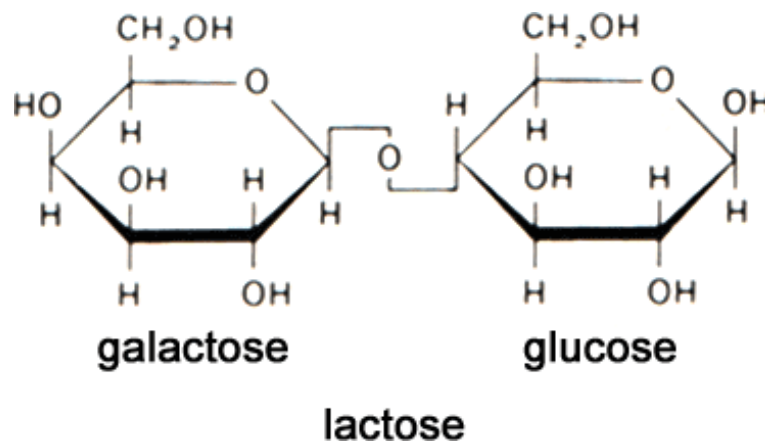
**Figure 3** : pourcentages des différentes protéines du lait (**Amiot et al., 2002**).

### 3-4- Les glucides

**Mathieu (1999)**, évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Son pouvoir sucrant est six fois plus faible que celui du saccharose (**Cheftel et Cheftel, 1980**). Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache.

Le lactose intervient dans la fermentation du lait et il est éliminé en grande partie dans

le lactosérum. Le lait peut contenir d'autres glucides comme le glucose et le galactose, mais à de faibles quantités (Amiot *et al.*, 2002).



**Figure 4:** Structure primaire du lactose (Voet et Voet, 2005).

### 3-5- Les minéraux

La teneur du lait en minéraux est de 5%. Cette teneur est sous l'influence de plusieurs facteurs tels que l'espèce, la race, le stade de lactation et l'alimentation (Hupperts et Kelly, 2009). Le lait de vache est pratiquement riche en macroéléments cationiques et anioniques comme le phosphore, le calcium le potassium et le magnésium (Fayolle, 2015). Le lait contient aussi des oligo-éléments indispensables tels que le fer, le zinc, le cuivre l'iode et le fluor (Sandra, 2001).

Les minéraux se répartissent entre les deux phases soluble et colloïdale ; le calcium et le magnésium (alcalino-terreux) sont distribués entre les deux phases, alors que le sodium et le potassium (alcalins) sont présents en totalité dans la phase soluble du lait (Sandra, 2001). L'équilibre minéral est influencé par l'élévation et la diminution de la température (Goursaud, 1999).

### 3-6- Les vitamines

Selon Vignola (2002), les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires.

L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

Le lait contient deux groupes de vitamines :

- **Vitamines liposolubles** : Elles sont soit associées à la matière grasse ou au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie. Elles sont seules d'origine alimentaire (**Sandra, 2001**).
- **Vitamines hydrosolubles** : Elles font partie du groupe B et vitamine C; ce sont les vitamines de la phase aqueuse du lait (**Perreau, 2014**).

Les teneurs en vitamines dépendent beaucoup de l'alimentation. La teneur du lait en vitamine C est relativement faible, alors que celles du groupe B synthétisées par les bactéries du rumen sont stables par rapport à d'autres vitamines (**Fayolle, 2015**). Les teneurs en vitamines sont présentées dans le tableau II.

**Tableau II:** Composition en vitamines moyenne du lait cru (**Amiot et al., 2002**).

<b>Vitamines</b>	<b>Teneur moyenne</b>
<b>Vitamines liposolubles</b>	
Vitamine A + Carotènes	40 µg/100 ml
Vitamine D	2.4 µg/100 ml
Vitamine E	100 µg/100 ml
Vitamine K	5 µg/100 ml
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
Vitamine C (Acide ascorbique)	2 mg/100 ml
Vitamine B1 (Thiamine)	45 µg/100 ml
Vitamine B2 (Riboflavine)	175 µg/100 ml
Vitamine B6 (Pyridoxine)	50 µg/100 ml
Vitamine B12 (Cyanocobalamine)	0.45 µg/100 ml
Niacine et niacinamide	90 µg/100 ml
Acide pantothénique	350 µg/100 ml
Acide folique	5.5 µg/100 ml
Vitamine H (Biotine)	3.5 µg/100 ml

### **3-7-Les enzymes**

Le lait véritable tissu vivant contient de nombreuses enzymes mais leur étude est difficile car il est difficile de séparer les enzymes naturelles du lait de celles qui est sécrétées par les microbes présents dans le liquide (**Veisseyre, 1979**).

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait et qui sont résumées dans le tableau III (**Pougheon et Goursaud, 2001, ;Benhedane, 2012**).

**Tableau III:** Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).

Groupes d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Temperature(C°)	Substrats
Hydrolases	<b>Estérases</b>			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	<b>Protéases</b>			
	Lysozyme	7.5	37	Paroi cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénases ou	Sulfhydre oxydase	7	37	Protéines, peptides Bases
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Catalase	7	20	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

### 3-8- La microflore du lait : (bactéries, levures, moisissures)

En général, le lait de vache contient une population importante des bactéries lactiques qui comprend *Lactococcus*, *Streptococcus*, *lactobacillus*, *Leuconostoc*, et *Enterococcus spp*.

Un certain nombre d'autres microorganismes peuvent être présents dans le lait en proportions importantes. Ceux-ci comprennent les bactéries psychotropes ; tel que *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Aeromonas spp*, qui fleurissent pendant le stockage du lait (Quigley et al., 2013).

## 4- Facteurs de variation de la qualité du lait

La production laitière est influencée par des facteurs intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, la période de lactation) et extrinsèques (la saison, l'alimentation). La variation peut être quantitative et qualitative :

### 4-1- Variations quantitatives

#### a- Influence des facteurs extrinsèques

##### ➤ Effet de l'alimentation

Dans la plupart des cas, l'alimentation est le principal facteur de variation quantitative de la production laitière

Les aliments permettent en effet de couvrir les besoins d'entretien et de production de la vache. Ainsi, une ration globalement inadaptée aux besoins de cette dernière (besoins azotés et énergétiques) se traduira par une chute rapide de la lactation (Vaitchafa, 1996).

##### ➤ Effet de la traite

La traite doit respecter la physiologie de l'éjection du lait résultant d'un réflexe neurohormonal. Les facteurs inhibant l'éjection du lait (stress, douleur, émotion) réduisent considérablement la quantité de lait.

Le nombre de traite par jour a également une incidence sur la quantité de lait produite. En effet on note une augmentation de 40 % si l'on passe de deux à trois traites par jour (Vaitchafa, 1996).

➤ **Facteurs climatiques et saisonniers**

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, la saison a une influence importante et de façon immuable sur la production laitière, le taux butyrique passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne.

La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

**b-Influence des facteurs intrinsèques**

➤ **Facteurs liés aux animaux**

De nombreuses études ont été réalisées pour évaluer l'effet des caractéristiques génétiques des animaux sur les caractéristiques du lait. On sait ainsi que les vaches de race Normande, Montbéliarde ou Brune produisent un lait plus riche en protéines (**Froc et al., 1988 ; Macheboeuf et al., 1993 ; Malossini et al., 1996 ; Auldist et al., 2002 ; Mistry et al., 2002**).

Selon la **FAO (1995)**, il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et surtout dans le taux de matières grasses.

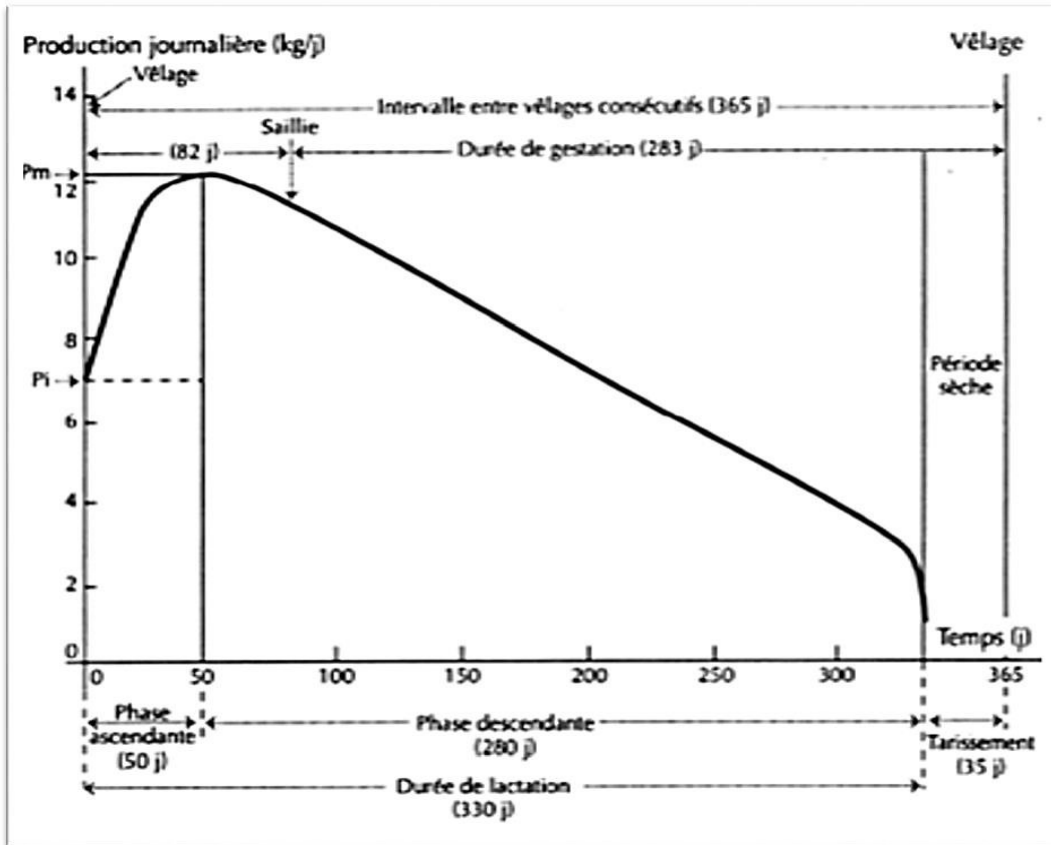
**Tableau IV : Composition du lait selon différentes races (g/100g) ( Huppertz et Kelly 2009).**

Races	Matière grasse	Matière protéique	Lactose
<b>Ayrshir</b>	4,0	3,3	4,6
<b>Brune d'Atlas</b>	3,8	3,2	4,8
<b>Holstein</b>	3,6	3,0	4,6
<b>Jersey</b>	5,0	3,7	4,7

➤ **Stade de lactation :**

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles

chutent jusqu'à un minimum au 2<sup>ème</sup> mois de lactation (**Pougheon et Goursaud, 2001**).



**Figure 5 :** Courbe de lactation (**Meyer et Denis, 1999**).

#### 4-2- Variations qualitatives

Les principales variations qualitatives concernent le taux de matières grasses et de protéines du lait. Leur teneur plus ou moins grande s'explique par des facteurs aussi variés que l'hérédité, l'alimentation, le niveau de lactation et le moment de la traite (**Craplet, 1970**).

#### 5-Propriétés physico-chimiques du lait

La masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité sont les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière (**Amiot et al., 2002**).

##### 5-1- La masse volumique (M.V)

La masse volumique, ou la densité du lait est une propriété physique liée également à sa richesse en matière sèche. En pratique la densité du lait à 15°C compris entre 1.028 à 1.030 .

La densité du lait varie selon 3 paramètres : la teneur en solide non gras, la quantité d'eau et la teneur en matière grasse. Puisqu' il y'a une relation proportionnelle entre la densité du lait et les deux premiers paramètres, et une relation inversement proportionnelle avec la teneur en matière grasse (**Luquet, 1985 ; Vignola, 2002**).

L'appréciation précise de cette propriété se fait par la détermination de la masse volumique ( $m.v$ ), elle est définie comme suit :

$$d = \frac{m.v \text{ d'une substance à une température } T \text{ } 15^{\circ}\text{C}}{m.v \text{ de l'eau à une température } T \text{ } 15^{\circ}\text{C}}$$

## 5-2 - Point de congélation

**Mathieu (1999) et Vignola (2002)**, ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre  $- 0,54$  et  $- 0,55^{\circ}\text{C}$ , celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin.

## 5-3-Point d'ébullition

Le point d'ébullition est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit  $100,5^{\circ}\text{C}$  (**Amiot et al., 2002**) .

## 5-4- Acidité

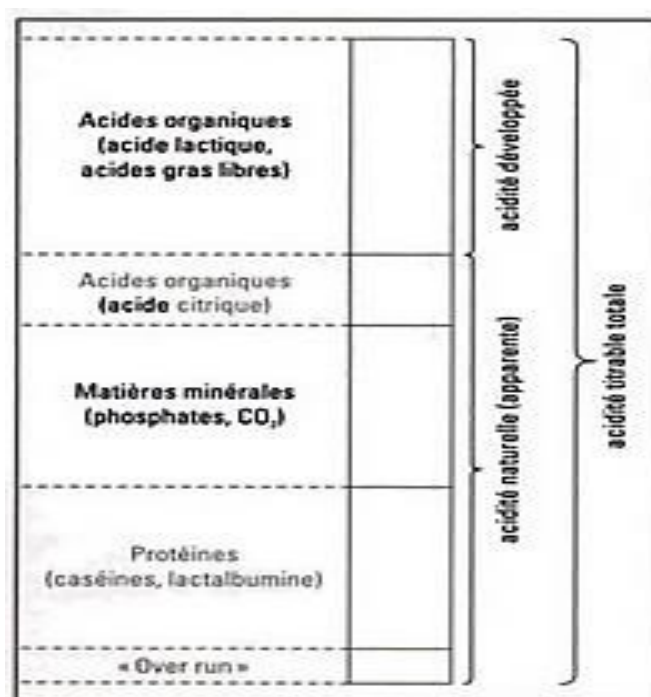
Dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates, le  $\text{CO}_2$  et les acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. On l'appelle l'acidité apparente ou acidité naturelle du lait. Elle varie entre  $0,13$  et  $0,17$  % d'équivalent d'acide lactique ; le tableau V résume l'importance des constituants responsables de l'acidité naturelle du lait.

**Tableau V** : Constituants responsables de l'acidité naturelle du lait (Amiot *et al.*, 2002).

Constituants	Acidité (% d'équivalent d'acide lactique)
Caséines	0.05 à 0.08
Phosphates	0.05 à 0.07
Lactalbumine	0.01
CO <sub>2</sub>	0,001 à 0.002
Acide lactique	0.01

Le lait peut avoir un comportement à la fois acide et basique, en raison des protéines dont les acides aminés possèdent des groupements acides -COOH et des groupements basiques -NH<sub>2</sub> sur leurs chaînes latérales.

A la sortie du pis de la vache, le lait frais ne contient qu'environ 0.002 % d'acide lactique, avec le temps, ce dernier se forme par fermentation du lactose, ce qu'on appelle acidité développée. C'est cette acidité qui conduit à la dénaturation des protéines. Figure 6 montre bien la relation entre trois acidités



**Figure 6** : L'acidité naturelle, l'acidité développée et l'acidité titrable du lait (Amiot *et al.*, 2002).

La mesure de l'acidité titrable s'exprime couramment de deux façons : soit en pourcentage (%) d'équivalent d'acides lactique, soit en degrés Dornic (°D). Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21$  °D. Un lait dont l'acidité est  $\geq 27$  °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est  $\geq 70$  °D coagule à froid (**Amiot et al., 2002**).

## **6- Les différents types du lait**

### **6-1- lait commercialisé**

#### ➤ **Définition**

Le terme "Laits commercialisés" désigne les différentes catégories de laits vendus à l'état liquide. Ces laits sont présentés obligatoirement en emballages fermés jusqu'à la remise au consommateur (**Cnera, 1981**).

Les laits de consommation se caractérisent notamment par le traitement thermique qui leur est appliqué pour leur conservation, et le taux de matière grasse (**GEMRCN, 2009**).

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de lait de consommation qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle et organoleptique et leur durée de conservation (**Jeantet et al., 2008**).

#### ➤ **lait pasteurisé**

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose) (**Jean Christian, 2001**), sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier (**Harding, 1995**).

D'après **Jeantet et al (2008)**, on distingue trois types de traitements :

- Pasteurisation basse (62 - 65 °C/ 30 min) : elle n'est réalisable qu'en batch.
- Pasteurisation haute (71 - 72 °C/ 15 - 40 s) ou HTST (High temperature short time): elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. La date limite de consommation (DLC) des laits ayant subi une pasteurisation haute est 7 jours après conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium).
- Flash pasteurisation (85 - 90 °C/ 1 - 2 s) : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites

➤ **Le lait stérilisé**

La dénomination « lait stérilisé » est réservée au lait préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé pendant 15 à 20 minutes à une température de 115 - 120 °C afin de détruire tous les germes susceptibles de s'y développer. Le lait est ensuite rapidement refroidi. Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert.

➤ **Lait stérilisé UHT (Ultra haute température)** : C'est un lait traité par la chaleur, qui doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes.

Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à 135-150 °C pendant 2.5 secondes environ (**Leseur et Melik , 1999**) .

➤ **Lait concentré sucré**

La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre (**JORA, 2001**)

Selon **Jeantet et al (2008)**, la stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau ( $a_w$ ). On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre. Le principe consiste à effectuer une évaporation sous vide afin d'abaisser la température d'ébullition. L'évaporation s'effectue dans des évaporateurs tubulaires ou à plaques.

L'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par abaissement de l'activité d'eau l' $a_w$  (**Vierling, 2003**).

➤ **lait aromatisé**

**Vierling (1999)**, rappelle que cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement de lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des colorants généralement autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement : abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise.

Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT (**Leseur et Melik, 1999**).

➤ **Lait fermenté**

La dénomination lait fermenté est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non, ou avec des laits concentrés ou en poudre écrémés sous forme liquide, concentré ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants tels que la poudre de

lait ou les protéines de lait. Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et il estensemencé avec des microorganismes caractéristiques de chaque produit. La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des microorganismes qui sont pour la plupart des probiotiques c'est-à-dire bénéfiques pour la santé (**Fredot, 2006**).

### ➤ **Lait en poudre**

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par élimination de l'eau du lait, du lait entièrement ou partiellement écrémé, de la crème ou d'un mélange de ces produits, et dont la teneur en eau n'excède pas 5 % en poids du produit fini.

## **6-2- lait reconstitué et lait recombinaison**

### **6-2-1- Définitions**

La reconstitution et la recombinaison sont définies comme suit:

**-La reconstitution:** qui consiste à mélanger de l'eau et du lait en poudre écrémé afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche est voisine de celle du lait liquide initiale (ou conforme à un rapport (eau/ matière sèche donné). La reconstitution peut aussi être la dilution d'une poudre de lait grasse dans l'eau.

**-La recombinaison:** qui consiste à ajouter à l'eau et à la poudre de lait de la matière grasse laitière anhydre, de façon à obtenir un lait entier ou partiellement écrémé présentant à la fois les rapports eau/ matière sèche totale et matière grasse / matière sèche dégraissée conformes au produit désiré (**FAO, 1995**) .

### **6-2-2-Matières premières**

#### ➤ **Lait en poudre**

En effet, il s'agira dans la quasi- totalité des cas de poudre écrémée, non pas parce que la MG ne donne pas d'excellents résultats mais parce que la durée de conservation de cette dernière est trop limitée et n'atteint que quelques mois, et que si la poudre est maintenue à une température de l'ordre de 15°C, la MG contenue dans cette poudre étant en présence d'air s'oxyde va rapidement communiquer un goût désagréable aux produits reconstitués (**Apria, 1980**).

Les teneurs des composants des poudres écrémées destinées à l'alimentation humaine sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau VI : Teneurs des composants des poudres écrémées destinées à l'alimentation humaine (Apria, 1980).**

<b>Composants</b>	<b>Teneurs</b>
Humidité maximale	4.0%
Matières grasses maximale	1.25%
Acidité titrable maximale	0.10-0.15%
Solubilité	1.2 ml
Teneur en germes totaux(g)	≤50.000 UFC/g
Coliformes absence dans	1g.

➤ **Matières grasses**

Dans la majeure partie des cas, les usines de reconstitution utilisent des huiles de beurre ou des matières grasses laitières anhydres (MGLA). Cette dernière ne peut être obtenue qu'à partir de lait frais, en passant par le stade crème ou beurre non maturée alors que les huiles de beurre sont fabriquées à partir du beurre de stockage (Apria, 1980).

➤ **L'eau de reconstitution**

Selon Bylund (1995), l'eau est l'une des matières premières de tous les types de produits laitiers reconstitués et recombines. Elle doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de micro-organismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable  $\text{CaCO}_3$  <100mg/l. Sachant que, une teneur élevée en cuivre et fer dans l'eau peut induire des goûts atypiques à cause de l'oxydation de la matière grasse.

Les niveaux maximaux recommandés sont par conséquent :

- Cu (cuivre) 0,05 mg/l.
- Fe (fer) 0,1 mg/l.

➤ **Les additifs**

Les additifs secs tels que le sucre, les émulsifiants et les stabilisants peuvent être manipulés de la même manière que la poudre de lait : on peut les vider des sacs directement dans le système de mélange (Bylund, 1995).

**Chapitre II**

**Lait fermenté**

**acidifié« l'ben»**

## **Partie 1 : Lait fermenté.**

### **1-1-Définition**

On entend par lait fermenté tout produit laitier obtenu par la fermentation du lait, lequel peut être fabriqué à base de produits laitiers par l'action de micro-organismes spécifiques inoffensifs appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit et entraînant une réduction du potentiel hydrogène (pH) avec ou sans coagulation (**JORA, 2001**).

Ils sont obtenus par la multiplication des bactéries lactiques qui dégradent le lactose en acide lactique, ce qui confère une saveur acide au produit.

La variation particulière de certains facteurs tel que la composition du lait, la température d'incubation ou les ferments utilisés, confèrent des caractéristiques spécifiques à chaque lait fermenté (**Luquet et Corrieu, 2005**).

### **1-2- Historique**

Depuis la nuit des temps, l'homme a toujours cherché à conserver les aliments facilement périssable, comme le lait qui abondant durant certains moments de l'année, surtout dans des zones à climat très chaud, il a été toujours traité pour augmenter la durabilité et la valeur nutritive pour la consommation domestique et au même temps de permettre la commercialisation du surplus (**Ben Cherif, 2001**). Et pour cela l'homme a eu recours à la fermentation pour conserver ses aliments.

Les différents processus de fermentation du lait donne les différents types du lait fermenté qui se distinguent par leurs qualités organoleptiques et notionnelles.

Ce n'est qu'au 20<sup>ème</sup> siècle que l'homme a pu déterminer que les bactéries lactiques, associées ou non à des levures sont responsables de la fermentation (**Brahim Mazari, 1982**).

L'Algérie a une tradition bien établie des produits laitiers, transmis d'une génération à une autre, qui a un aspect important dans la culture algérienne.

Les produits qui représentent au mieux la culture du lait fermenté sont : L'ben, Raib, Jben, Kéfir et Koumis; qui sont préparés couramment depuis des siècles.

L'ben est un lait acidifié qui prend ses origines de l'Egypte. Il est largement consommé dans les pays chauds en particulier en Afrique du nord et moyen orient (**FAO, 1995**).

Avec le développement de la technologie laitière le l'ben est industrialisé pour couvrir les besoins de toute la population, pour cela on distingue : l'ben artisanal, l'ben industriel.

### **1-3- La fermentation**

La fermentation est l'un des mécanismes biochimiques de conversion de l'énergie chimique emmagasiné dans les molécules organiques, en une forme beaucoup plus accessible et

mobilisable (ATP, GTP, ...) utilisé par certaines cellules des deux règnes (Eucaryotes et protistes) adaptées à la vie en absence d'oxygène .

On classe la fermentation en plusieurs catégories, selon les produits finaux dominant. La fermentation lactique est la transformation du lactose, le seul sucre du lait, en acide lactique sous l'action des bactéries lactiques (**Lamontagne, 2002**).

## **1-4-Levains lactiques**

### **1-4-1-Définition**

Les levains lactiques appelés aussi les ferments lactiques, sont des cellules vivantes, procaryotes hétérotrophes généralement des bacilles ou coques Gram + immobile non sporulé habituellement aéro-anaérobies et catalase négative (**Holzopfel et al., 2001 ; Corrieu et Luquet, 2008**).

### **1-4-2-Classification des levains lactiques**

Les levains lactiques sont classé selon leurs :

#### **Température de croissance**

##### ➤ **Les levains lactiques thermophiles**

La production de ce type de levains à connu un fort accroissement durant ces dernières années ; du fait de l'augmentation de la demande pour les « yaourts » et certains types de fromages (**Larpen, 1991**).

Leur croissance optimale se situe entre 40 et 50 °C. On rencontre les espèces du genre *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Pediococcus* .

##### ➤ **Les levains lactiques mésophiles**

Les levains lactiques mésophiles sont les premières cultures ayant fait l'objet d'une sélection et d'une production pour l'industrie laitière, bien que leurs composition ne soit pas établie.

Leur croissance optimale se situe entre 20 et 30° C. Ce type de levains comporte les genres : *Lactococcus* et *Leuconostoc* (**Larpen, 1991 ; Canteri, 1997**).

#### **Composition**

##### ➤ **Les ferments purs**

Les ferments purs sont constitués de souches sélectionnés pour de strictes applications d'amélioration ou d'accélération des activités acidifiantes, aromatisantes et protéolytiques.

➤ **Ferments mixtes**

Le ferment mixte est un mélange de souches compatibles sélectionnées, dont la composition exacte n'est souvent pas spécifiée par le fabricant, ils sont plus souvent composés de souches acidifiantes et aromatisantes (**Larpent, 1991**).

Les ferments mixtes sont particulièrement utilisés dans les industries laitières, notamment dans la fabrication du lait fermenté acidifié.

➤ **Ferments multiples**

Ce sont des écosystèmes complexes, formés de mélanges non définis de plusieurs espèces, leurs inconvénients résident dans les variations de leur activité acidifiante sous l'effet de divers déséquilibres.

**Présentation commerciale**

➤ **Levains liquides**

Leur conservation est limitée, mais pouvant donner rapidement une culture mère active.

➤ **Levains secs**

Ils sont obtenus par séchage des levains liquides, leur fabrication est délicate, ils sont de moins en moins utilisés (**Hansen, 2002**).

➤ **Levains lyophilisés**

Les levains lyophilisés sont obtenus à partir de cultures liquides, séchés par sublimation sous vide. Ils sont conservés plusieurs mois à 4°C (**Luquet, 1990**), cette lyophilisation nécessite l'emploi d'agents protecteurs, tel que : le lait écrémé et le lactose.

**1-5-Les différents types du lait fermenté**

➤ **Yaourt**

Le yaourt ou yoghourt est le lait fermenté le plus consommé. Il résulte de la fermentation du lait par deux bactéries lactiques thermophiles : *Streptococcus salivarius*, *Subsp. Thermophilus* (anciennement dénommé *Str. Thermophilus*) et *Lactobacillus delbrukii Subsp. Bulgaricus* (anciennement dénommé *L. bulgaricus*). Cette fermentation conduit à la prise en masse du lait, le coagulum obtenue est ferme, sans exsudation du lactosérum. Il peut être consommé en l'état solide ou après brassage lui donnant une consistance crémeuse ou liquide. Il peut aussi être congelé et consommé comme une glace.

### ➤ **Raib**

Le raib ou (Rayeb) est un lait caillé traditionnellement, obtenue après acidification spontanée à température ambiante du lait cru durant une période allant de 24 à 72 h selon la saison. Le raib est consommé tel quel ou transformé.

Parmi les types du raib :

- **Raib traditionnel** : c'est un lait fermenté, la coagulation est obtenue ou résulte de la flore microbienne originelle et de contamination, avec ou sans addition des acides organiques (citron, vinaigre) (**Guerzani, 2003**).
- **Raib industriel** : c'est un lait entier ou écrémé, pasteurisé, fermenté, obtenue par la fermentation naturelle après ensemencement par des levains lactiques. La coagulation est obtenue par l'activité des ferments avec ou sans addition des substances coagulantes (présure, pepsine) pendant une durée 20 à 24 heures à 37°C (**Guerzani, 2003**).



**Figure 7: Raib.**

### ➤ **Koumis**

C'est un lait fermenté issu essentiellement d'une double fermentation lactique et alcoolique du lactose. Selon l'acidité et la teneur en alcool, on distingue diverse types de koumis : doux, moyen, fort.

La flore microbienne du koumis est constituée principalement par des bactéries lactiques (*Streptocoques et Lactobacilles*) et des levures genre *Saccharomyces* (**Michel et al ., 2000 ; Vignola, 2002**).



**Figure 8:** Koumiss.

➤ **Kéfir**

C'est un lait fermenté alcoolisé, caractérisé par une texture visqueuse et un goût fortement acide et un léger arôme de levure et d'alcool. Le ferment utilisé pour la préparation du kéfir est le grain de kéfir, l'inoculum a l'apparence de petits choux-fleurs qui se compose de protéines de polysaccharides et d'un mélange de levures, bactéries lactiques, bactéries acétiques (Lamontagne, 2002).



**Figure 9 :** grains de kéfir.



**Figure 10:** lait fermenté par des grains de kéfir

➤ **L'ben**

C'est un lait fermenté acidifié, de grande consommation au long de la saison chaude. Il est obtenu par un caillage lactique allant de 3 à 8 heures par des ferments mésophiles. Ce type de lait fermenté fera l'objet de notre étude.



**Figure 11** : lait fermenté acidifié l'ben.

**Tableau VII** : composition de quelque laits fermentés **CIPEA, 1987**.

Produit	Composition (%)					
	Humidité	Protéines	MG	Lactose	Cendre	Acide lactique
<b>Lait aigre</b>	88.5	4.7	2.2	3.9	0.7	0.91
<b>Kéfir</b>	89.4	3.5	2.0	4.0	0.7	0.6
<b>Yaourt</b>	87.2	3.4	3.4	4.1	0.6	0.9
<b>Lait écrémé Acidifié</b>	90.1	3.5	0.5	4.4	0.7	0.7

### **1-6- Intérêt nutritionnelle et thérapeutique du lait fermenté**

Le lait fermenté a des avantages technologiques tels que : l'amélioration du goût, de l'arôme, de la texture, de la stabilité du produit, des nombreux effets bénéfiques résultant des bactéries lactiques, notamment des effets nutritionnels et thérapeutiques (**Drouaut et Cortmier, 2001**).

#### ➤ **Intérêt nutritionnel**

Malgré les modifications que subit le lait lors de la fermentation, les produits laitiers fermentés sont reconnus comme source importante : de protéines, vitamines A, Calcium (67%),

fer (6%), cuivre, zinc, magnésium (15 à 20%) et de phosphore (39%) (**Derby, 2001 ; Martin, 2003**).

De plus la consommation des protides des produits laitiers fermentés, assure à l'organisme l'apport en calcium qui intervient directement dans la constitution de la masse osseuse, dans la protection contre la fragilisation des os, l'excitabilité nerveuse et la contraction musculaire (**Mahaut et al ., 2000 ; Anonyme 1, 2004**).

D'autres avantages nutritionnels ont été établis comme une amélioration de la digestion des protéines et matière grasse, suivie de la libération des acides aminés et AG par les bactéries lactiques.

L'homogénéisation rend la MG du lait digest. De plus la teneur en vitamines hydrosolubles augmente (Vitamines : B1, B2, B6, acide folique) grâce à la synthèse des bactéries lactiques (**Feiuet, 1998**).

L'amélioration de l'absorption du lactose par l'action des bactéries lactiques qui permettent une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en ce dernier (**Michel et al ., 2000**).

#### ➤ **Intérêt thérapeutique**

Les bactéries lactiques agiraient sur :

- La structure de l'épithélium intestinal ;
- Le nombre des cellules productrices de mucus ;
- La vitesse de renouvellement cellulaire ;
- Défense immunitaire par stimulation de la production des immunoglobulines (**Leveu et Bouix, 1993**).
- Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogène dans le tube digestif ; inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuse (**Michel et al ., 2000**).

## Partie 2 : Lait fermenté acidifié « L'ben »

### 2-1- Définition de l'ben

Le lait fermenté acidifié appelé selon les différentes zones géographiques : Laban, Ayran et Ighi. Cette dernière est une dénomination propre à la région de Kabylie.

L'ben est fabriqué à partir de lait cru provenant de toutes les espèces animales principalement : brebis, chèvres, vache, ou à partir du lait en poudre (lait écrème ou lait en poudre partiellement écrème) (**Boudier, 1990**).

L'acidification est provoquée par ensemencement des ferments lactiques mésophiles :

- *Streptococcus lactis* ;
- *Streptococcus diacetylactis* ;
- *Leuconostoc dextranicum* ;
- *Leuconostoc citrovorum* ;
- *Leuconostoc mesenteroides* ;
- *Streptococcus cremoris*.

Selon **Benkerroum et Tamime (2004)**, c'est un produit liquide, de saveur agréable qui contient de l'acide lactique due à la transformation des éléments de base, ce qui lui confère un goût acide.

En Algérie, on connaît trois sortes de lait fermenté acidifié ; l'ben familial, l'ben artisanal et l'ben industriel (**Mekimene, 2001**).

### 2-2-La composition moyenne du l'ben

La composition du l'ben varie considérablement entre la différente localité, les régions et les fermes. (**El Barade et al., 2008**).

Selon **Coulon et Priols (2002)** et **Benkerroum et Tami (2003)**, Les principaux facteurs de variation de la composition des produits fermentés sont :

- Origine : qualité Pisco-chimique et microbiologique du lait mis en œuvre ;
- Le mode de manipulation adapté ;
- La flore lactique intervenante.

D'un point de vue qualitatif, la composition pondérale en différents nutriments de base (glucides, lipides, protéides) diminue relativement, par exemple :

- La teneur en lipide diminue en raison de l'opération de standardisation (l'ben industriel) ou écrémage (l'ben familial) ;

➤ Le lactose que la littérature présent comme la source énergétique par excellence, subis une dégradation. La fermentation du citrate dans le lait génère des composés carbonés volatiles (acétaldéhyde, acétone et diacétyle). On rapporte aussi la présence de l'éthanol dans « l'ben », c'est élément qui confère un arôme typique au produit, sa concentration est trop faible pour donner un goût alcoolique au produit (**Harrati, 1974**).

**Tableau VIII :** Composition chimique du l' ben (**Tantaoui El Araki et al., 1987**).

Constituants	Teneurs (g/l)
Acide lactique	8.2
Matière grasse	8.9
Protéines totales	25.6
Lactose	26.9
Matière sèche totale	89

### 2-3-La microbiologie du L'ben

A l'heure actuelle, des espèces de bactéries lactiques des genres *Lactobacilles*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *pediococcus streptococcus* et *bifidobacterium* ont été identifiés dans les laits fermentés ; ils sont principalement utilisées dans les cultures commerciales d'amorçage (**Mogensen et al., 1993**).

### 2-4- Processus de fabrication des différents types du l'ben

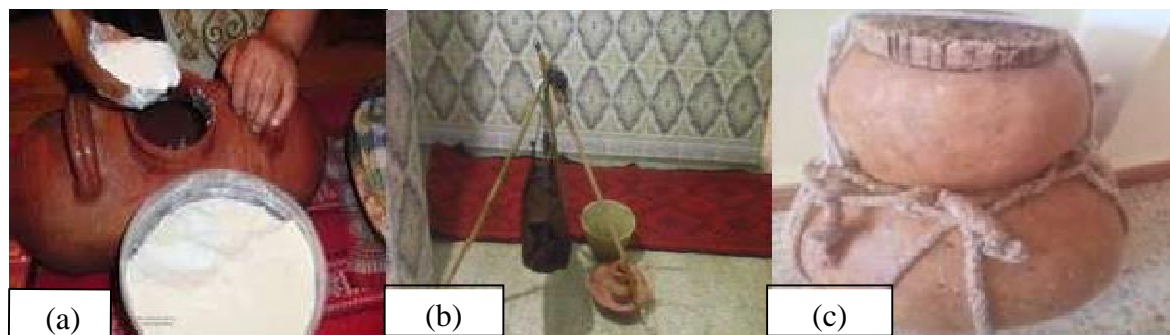
Les trois types de laits fermentés acidifié « l'ben » se diffèrent dans la technologie et le matériel utilisé (**Harrati, 1974**).

#### 2-4-1- L'ben familial

Le l'ben familial est un produit fermenté préparé à la maison par acidification spontanée du lait par ces propre ferments, à température ambiante pendant 24 à 48 heures, selon les saisons (**Mekimene, 2001**). Une fois la coagulation est obtenue on procède au barattage, qui est effectué par un manipulateur en secouant énergiquement avec les deux mains, soit dans une jarre en terre cuite ou dans une peau de chèvre en utilisant un instrument constitué d'une manche longue, portant à son extrémité inférieure deux disques en bois de diamètre différents, ou tafaqlujt ou bourguiba. Dans ce cas comme dans l'autre, cette opération dure 30 à 40 minutes.

A la fin du barattage, on ajoute un certain volume d'eau chaude ou froide selon la température du caillé, d'une façon à amener la température de l'ensemble à un niveau de beurre appréciable, celui-ci est récupéré à la main (**Boubekri et al., 1984**).

Le matériel employé pour le barattage est illustré dans la figure suivante.



**Figure 12** : Matériels employés pour le barattage : **(a)** Dagoudje (jarres en terre cuite) **(b)** Chékoua (Peau de chèvre), **(c)** Tafqlujet (Bourguiba)

#### 2-4-2-L'ben artisanal

Ce lait fermenté est fabriqué en ville, dans des petites entreprises privées de transformation et dans crémeries. IL est obtenu par acidification spontanée du lait cru entier jusqu'à la coagulation suivie d'un barattage pour récupérer le beurre traditionnel (**Boubekri et al., 1984**) .

Le procédé de préparation est partout identique, mais il diffère en matériel employé au cours des diverses opération (**Sadouni, 1973**). Le lait est stocké dans des bidons en aluminium à couvercle de capacité de 125 l. En général ces bidons sont abandonnés à températures ambiantes pendant 1 à 3 jours selon la saison.

Enfin on procède à une addition d'eau (environ 10 % du volume de beurre) (**Harrati, 1974 et Brahim Mazri, 1982**).

#### 2-4-3-L'ben industriel

C'est un lait fermenté acidifié fabriqué dans les industries laitières à partir du lait reconstitué (partiellement ou totalement écrémé),ensemencé par des ferments lactiques mésophiles (*Lactococcus lactis subsp.lactis*, *Lactococcus lactis subsp Diacetylactis* et *L. Lactis subsp. crémoirs*) (**Samet Bali et al., 2012**).

#### 2-4-4- Les matières premières utilisées dans l'ben industriel

Les principaux éléments qui rentrent dans la fabrication de l'ben sont :

##### ➤ L'eau

Les installations de transformation du lait devraient disposer d'une eau potable qui répond, avant sa première utilisation, aux critères spécifiés par les autorités compétentes et qui devrait être contrôlée régulièrement. L'eau recyclée à des fins de réutilisation devrait être traitée

et maintenue de manière à ne présenter aucun risque pour la sécurité sanitaire et la salubrité du produit fabriqué. Ainsi, l'eau destinée à être intégrée à une denrée alimentaire devrait au minimum satisfaire les critères microbiologiques fixés pour l'eau potable (**Codex Alimentaire, 2011**).

➤ **Poudre de lait**

Il s'agit dans la quasi-totalité des cas, de poudre du lait écrémé, car la conservation du produit est facilitée par l'absence de matière grasse. Les lipides du lait s'oxydent rapidement en présence d'air et donne un goût désagréable au produit final (**Cherry, 1980**).

➤ **Matières grasses**

Dans la majeure partie des cas, les usines de reconstitution utilisent des huiles de beurre ou des matières grasses laitières anhydres (MGLA). Cette dernière ne peut être obtenue qu'à partir de lait frais, en passant par le stade crème ou beurre non maturée alors que les huiles de beurre sont fabriquées à partir du beurre de stockage.

**2-5-Comparaison entre les trois différents types du L'ben**

La différence entre les trois types de L'ben réside dans la technologie de fabrication et le matériel utilisé.

**Tableau IX:** Comparaison entre les trois différents types du L'ben.  
(**Sadouni, 1973**).

<b>Types de l'ben</b> <b>Technique de fabrication</b>	<b>Familial</b>	<b>Artisanal</b>	<b>Industriel</b>
Fermentation Ferments lactiques	Spontanée Flore lactique	Spontanée Flore lactique	Conduite Ferments lactiques Sélectionnés et Lyophilisé
Ensemencement Barattage Lieu de fabrication	Traditionnel Manuel Maison	Traditionnel Barattes électriques crèmerie	Direct Agitateur Usine

**2-6-Les principales modifications biochimiques au cours de la maturation de L'ben**

**2-6-1-Principales voies de la dégradation du lactose**

Le lactose est métabolisé par les microorganismes présents dans le lait ; afin de l'utiliser comme source d'énergie pour la multiplication.

Après la pénétration dans la cellule, le lactose est clivé en glucose et en galactose. Ces deux derniers sont dégradés selon les voies métaboliques multiples, dont les deux principales sont celles des hexoses diphosphates et des pentoses phosphates (**Larpent, 1991 et Leveau et bouix ,1993**).

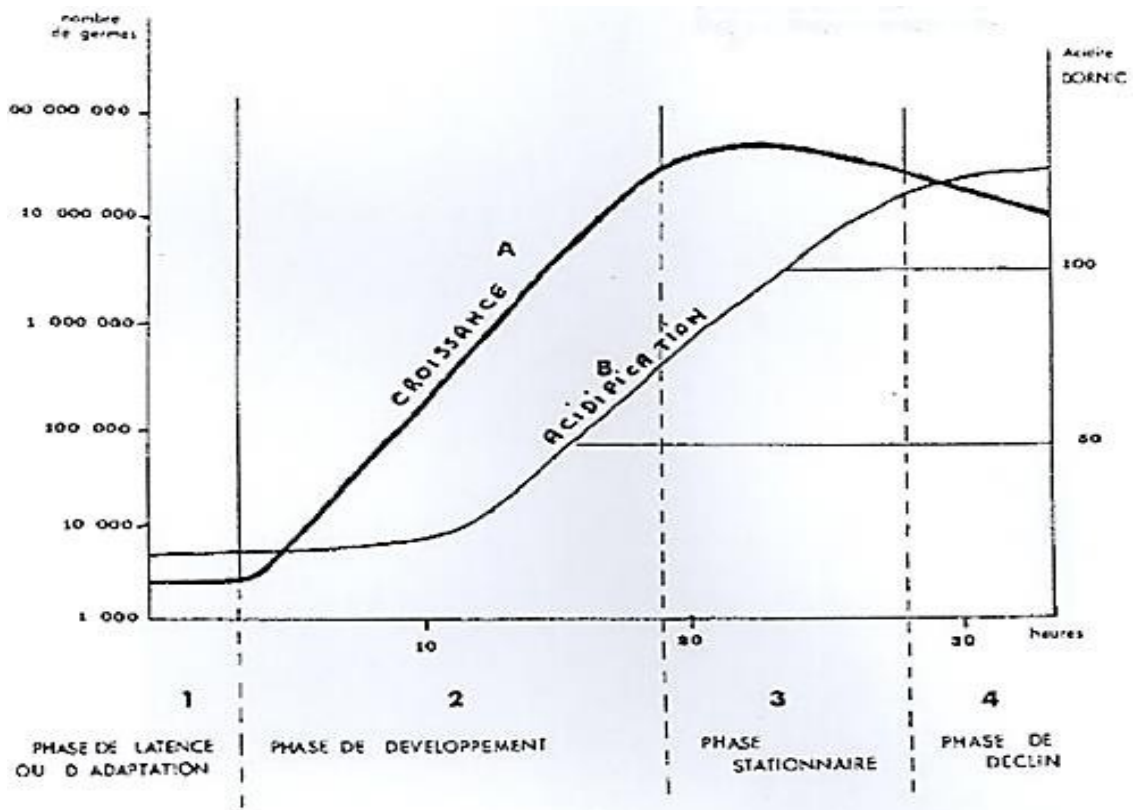
Les *lactocoques* et la majorité des *lactobacilles* réduisent totalement ce dernier en acide lactique, en anaérobies par la voie homolactique.

L'évolution de l'acidité au cours de la multiplication des bactéries lactiques est représentée dans la figure 17 (**Hardy et Ramet, 1973 et Loone ,1994**). Cependant les pentoses phosphates sont dégradés par la voie hétéro fermentaire pour former l'acide lactique ainsi que du CO<sub>2</sub>, de l'éthanol et de l'acide acétique par les *Leuconostoc* et les *lactobacilles*.

### ➤ **Coagulation du lait (formation du caillé)**

Selon **Eck (1987)**, la coagulation correspond à l'ensemble des modifications physico-chimiques des micelles de caséines sous l'action d'enzymes protéolytiques et /ou d'acide lactique. Ces modifications entraînent la formation d'un réseau protéique appelé coagulum ou gel.

Dans le cas de la fabrication du lait fermenté acidifié (LFD) la coagulation est acide ; elle est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne. L'abaissement du pH solubilise progressivement le calcium et le phosphate inorganique qui assure la cohésion de la micelle de caséine. Cette dernière se désagrège en submicelles, et en chaînes protéique de plus en plus déminéralisées, déshydratées, insoluble et contribue ainsi à la formation d'un gel. La cohésion de ce dernier n'est plus assurée par des ponts phosphocalciques mais par des liaisons électriques et hydrophobes moins solides. Le caillé formé est cassant, très friable et peu élastique, ce qui facilite le brassage et le décaillage du coagulum (**Loone, 1994**).



**Figure 13:** courbes de croissance et d'acidification des bactéries lactiques  
(Hardy et Ramet, 1973).

### 2-6-2-Hydrolyse de la matière grasse

Les principaux constituants de la matière grasse du lait sont des lipides neutres (di glycérides, triglycérides), phospholipides et acides gras libres, cette matière grasse se trouve sous forme de globules gras d'un diamètre de 0,1 à 10 micromètre ( $\mu\text{m}$ ). Elle est hydrolysée sous l'action des lipases ayant une spécificité d'action aux interfaces huile-eau.

Les bactéries lactiques ont une faible activité lipolytique. Elles agissent plus faiblement sur une matière grasse déjà partiellement hydrolysée (Larpent, 1991).

### 2-6-3-Protéolyse et transformation des acides aminés

L'équipement protéolytique de bactéries lactiques est variée et complexe : protéases, peptidases intra et extracellulaires (Loone, 1994). La protéolyse des caséines du lait a pour conséquence la formation des substances aromatiques, issues des acides aminés et leurs produits de dégradation (Larpent, 1991 et Loone, 1994).

# Parie pratique

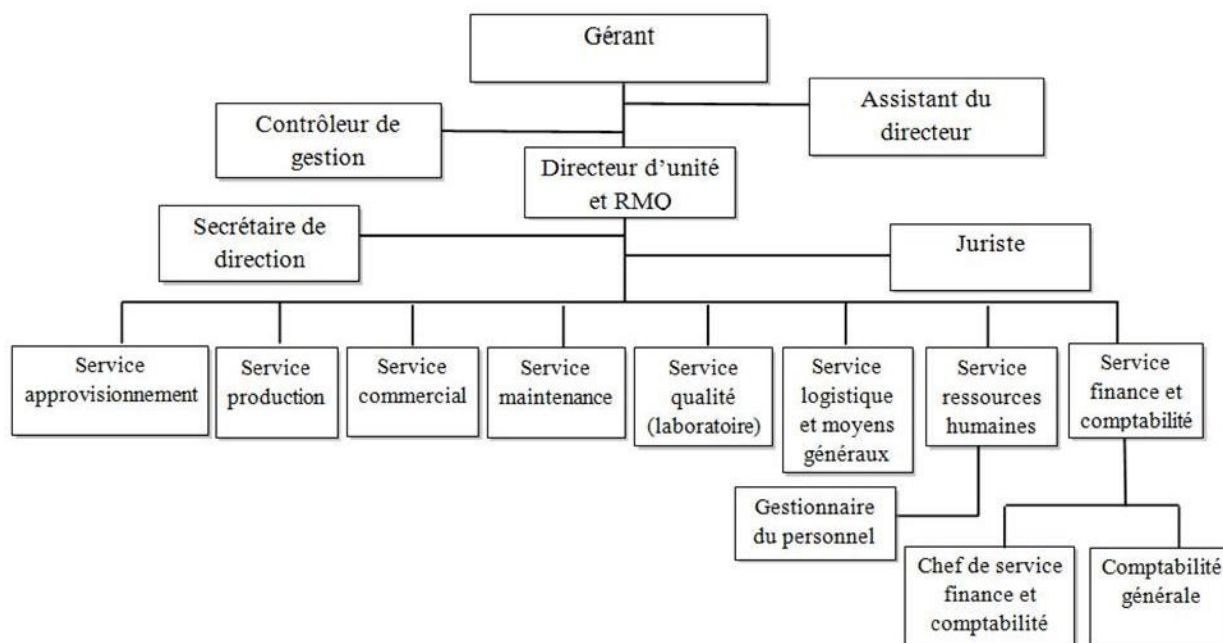
# **Matériel et méthodes**

## 1-Présentation de l'unité de TIFRA LAIT

L'entreprise TIFRA LAIT a été créée en 1987 dans le cadre du programme spécial initié par le ministère de l'agriculture. Sa mission initiale consistait à la fabrication des laits et dérivés. En considération des impératifs du marché, il est devenu indispensable d'orienter son activité principalement vers la transformation du lait en produits laitiers.

Les micros investissements réalisés par autofinancement lui ont permis d'accéder en 2004 au rang de statut de SARL. Animée d'une ambition farouche pour se développer dans le créneau du lait, elle acquiert en 2008 la SARL MATINALE à Tizi-Ouzou, puis la SARL IFKILait en 2010 à Sidi Bel Abbès.

S'inscrivant dans la logique de la production aux normes internationales, TIFRA LAIT se trouve aujourd'hui certifiée ISO 9001 version 2008 et agréée aux normes HACCP conformément à la réglementation en vigueur, notamment le décret exécutif N 10/90 du 10 Mars 2010. La figure 18 montre la présentation de l'organigramme de cette entreprise.



**Figure 14:** Organigramme de la SARL MATINALE .

## 2-Les produits de l'unité

La laiterie Matinale produit une large gamme de produits à partir du lait cru collecté par des éleveurs locaux et à base de laits reconstitués et recombinaison. Les produits fabriqués par l'unité sont :

- Lait de vache pasteurisé conditionné ;
- Lait reconstitué conditionné ;
- Lait fermenté acidifié « L'ben » ;
- Yaourt en pos ;

- Yaourt brassé ;
- Les jus ;
- Fromages ;

### **3-Le procédé technologique de fabrication du l'ben industriel**

#### **3-1-La réception du lait cru**

Lors de l'arrivée des citernes du lait cru à l'unité laitière et avant la réception, un échantillon est prélevé pour estimer sa qualité physico-chimique (**JORA, 1993**). Le lait cru peut être utilisé directement pour fabriquer le l'ben à base 100% lait cru ou recombinaison avec le lait en poudre (entier et écrémé) pour fabriquer le l'ben reconstitué, le choix de ces deux variétés de l'ben dépend de la quantité disponible en lait cru, il doit passer par différentes analyses (Analyses physico-chimiques et microbiologiques).

#### **3-2 pasteurisation**

Elle se fait dans un échangeur à plaque à une température 60°C/30minutes. Selon **Luquet (1990)**, la pasteurisation a pour but de détruire la quasi-totalité des germes contaminants, les germes pathogènes, les levures et les moisissures. Elle permet la production d'acide formique (facteur de croissance pour certaines bactéries lactiques) à partir du lactose comme elle permet aussi de modifier les équilibres salins ayant pour effet d'augmentation de la taille de micelles (**Loones, 1994**).

#### **3-3 Refroidissement**

Le refroidissement du lait pasteurisé se fait à une température de 27° C ; C'est la température optimale de la croissance de ferments mésophiles.

#### **3-4 Ensemencement**

Il se fait manuellement d'une manière directe en versant des ferments mésophiles dans des tanks du lait pasteurisé avec un taux bien précis ; l'inoculum est agité pour une meilleure répartition du ferment dans le lait pasteurisé.

Selon L'unité MATINALE la fermentation se poursuit pendant 15 heures à une température de 25 à 35 ° C environ jusqu'à coagulation et obtention d'une acidité allant de 0,42 à 0,46 % d'acide lactique (de 42 à 46° dornic).

#### **3-5 Maturation**

Cette étape généralement appelée phase d'acidification, c'est l'étape caractéristique du développement du l'ben, elle correspond à la transformation du lactose en acide lactique qui joue un rôle majeur en permettant la coagulation et obtention d'une acidité allant de 0,42 à 0,46 % d'acide lactique (de 42 à 46° dornic). (**Clermont, 1987**).

Lorsque le pH diminue, les micelles de caséine perdent leur calcium. L'acide phosphorique est généralement dissocié. A pH=4.6, le caillé occupe le volume original du lait (**Scriban, 1988**).

### 3-6 Refroidissement et brassage ou l'arrêt de la fermentation

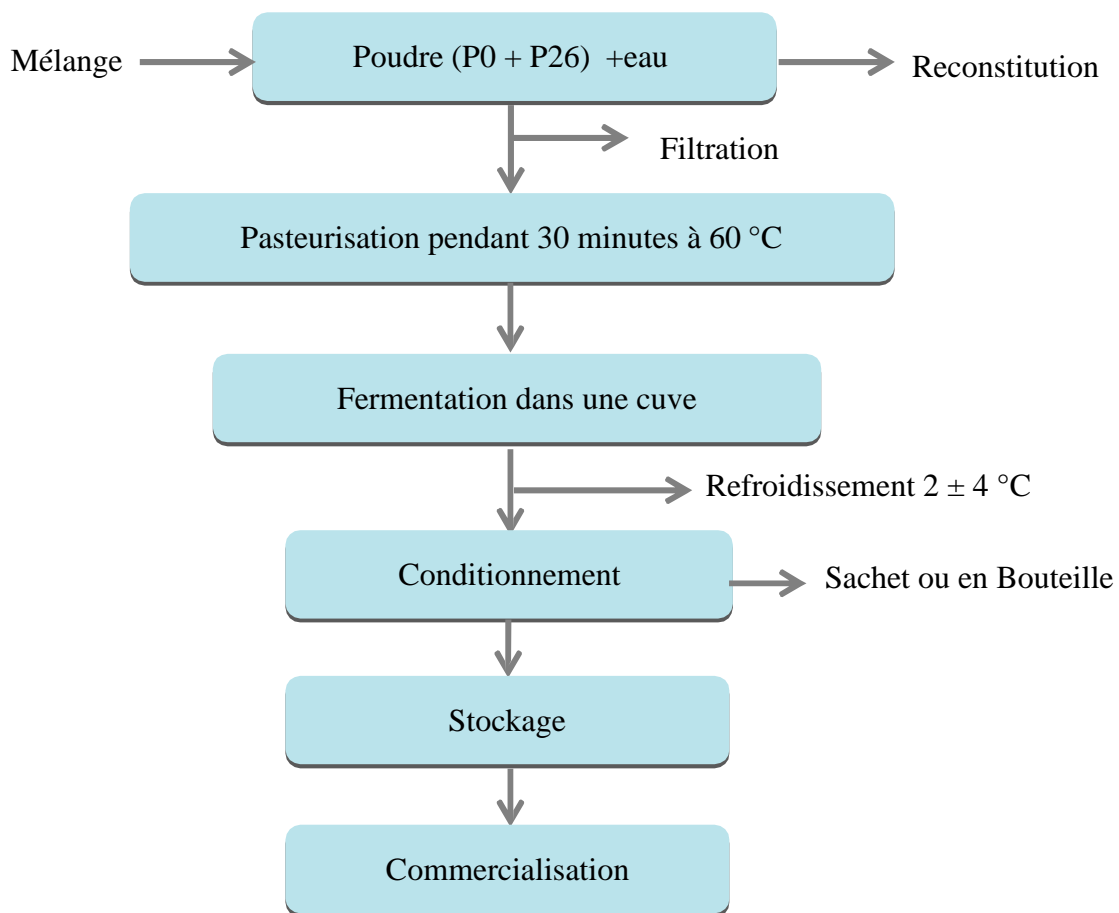
Le refroidissement se fait par passage d'eau refroidie dans la double enveloppe du tank de maturation, quand l'acidité atteint un certain seuil ce dernier est agité jusqu'à l'obtention d'un produit homogène.

### 3-7 conditionnement

Le conditionnement est la phase ultime de fabrication ; il détermine la stabilité du produit au cours de la conservation.

Le conditionnement du l'ben se fait par remplissage aseptique des sacs et des bouteilles d'un litre avec une machine prépac .Le produit conditionné doit être placé dans une chambre froide ou la température ne doit pas dépasser 6°C (**Mazari ,1982**).

Le diagramme suivante représente le diagramme de fabrication de l'ben reconstitué industriel au niveau de la laiterie MATINALE .



**Figure 15 :** Diagramme de fabrication de L'ben industriel reconstitué au niveau de la laiterie MATINALE .

## Matériel et méthodes

### 4- But et objectif d'étude

La présente étude a été réalisée au niveau de la laiterie Matinale durant le mois de Mai 2021. Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique du lait fermenté acidifié (L'ben) fabriqué par la laitière MATINALE.

### 5-Méthode d'analyses physico-chimiques

#### 5-1-Echantillonnage

##### ➤ Prélèvement du lait cru

Après chaque arrivage du lait de collecte, des prélèvements sont effectués afin de réaliser des analyses physico-chimique telle que : la densité, l'acidité, la MG, EST, ESD, recherche d'antibiotiques.

On a prélevé trois échantillons de lait cru contenant 1L chaque échantillon, et on a effectué des essais.

##### ➤ Prélèvement de l'eau de process

Afin d'effectuer les analyses physico-chimique de cette eau, il convient de procéder à une série d'opération très importante dont les résultats dépendent en grande partie. On prélève trois échantillons directement d'un robinet branché à la conduite d'eau de process.

##### ➤ Prélèvement de la poudre

Après chaque nouvel arrivage du lait, la laiterie Matinale la répartie en plusieurs lots constitués d'une dizaine de sac. Les analyses physico-chimiques sont effectuées sur un sac pour chaque lot. On a effectué des prélèvements de lots différents de chaque type de poudre (P0, P26).

##### ➤ Prélèvement de L'ben

Pour l'analyse physico-chimique du produit fini on prélève trois sachets de l'ben pour chaque production( l'ben 100% lait de vache, l'ben reconstitué ) :

**Tableau X** : Les analyses physico-chimiques du lait cru, l'eau, la poudre, produit fini (l'ben) .

<b>Produits analysés</b>	<b>Tests effectués</b>
<b>Eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Titre hydrométrique TH</li> <li>•Titre Alcalimétrique simple TA</li> <li>•PH</li> <li>•Titre alcalimétrique complet TAC</li> </ul>
<b>Lait cru</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•acidité</li> <li>•densité</li> <li>•MG</li> <li>•EST, ESD</li> <li>•ATB</li> </ul>
<b>Poudre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•EST, ESD</li> <li>•MG</li> <li>•Humidité</li> </ul>
<b>Produit fini</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•PH</li> <li>•Acidité</li> <li>•EST, ESD</li> <li>•MG</li> </ul>

## 5-2-Analyses physico-chimiques du lait cru, l'eau de process, lait en poudre, produit fini (L'ben)

### 5-2-1-Mesure de pH

#### ➤ Principe

Le pH par détermination est une mesure de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une solution.

#### ➤ Mode opératoire

Dans un bécher contenant de l'eau, introduire directement l'électrode de pH mètre. (Après l'avoir étalonner).

#### ➤ Lecture

La valeur du pH est lue directement sur l'écran de pH-mètre.

## 6-2-2-Mesure de l'acidité titrable

### ➤ Principe

Le lait et les produits laitiers contiennent chacun sa propre concentration en acide lactique. En se développant, les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique par fermentation du lactose, cette acidité conduit à la dénaturation des protéines. L'analyse de l'acidité titrable mesure tous les ions  $H^+$  disponibles dans le milieu qu'ils soient dissociés ou non (**Lapointe -Vignola, 2002**).

Cette analyse a pour but de déterminer par titrage la concentration molaire en ions  $H_3O^+$  dans un échantillon de lait. Cette concentration est exprimée en "degrés Dornic". Il s'agit d'un titrage acido-basique. L'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (à 0.1 N) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (**AFNOR, 1969**).

### ➤ Mode opératoire

- Dans un bécher, introduire 10 ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette ;
- On ajoute 03 à 04 gouttes de phénolphthaléine ;
- Titrer avec la solution NaOH jusqu'à un virage du milieu au rose pâle. La lecture est exprimée directement en lisant le volume en ml de la solution titrée.

### ➤ Lecture

$$\text{Acidité} = V \cdot 10 \text{ (}^\circ\text{D)}$$

V : Valeur (en ml) correspondant à la chute de la burette (**AFNOR, 1969**).

## 5-2-3-Mesure de la densité

### ➤ Principe

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

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre selon la norme **NF V04-204 AFNOR (2004)**. Etalonné de manière à donner (par simple lecture de trait correspondant au point d'affleurement) la densité de l'échantillon de lait à analyser.

### ➤ Mode opératoire

- Mélanger l'échantillon en évitant d'incorporer des bulles d'air ;
- L'échantillon est versé doucement dans une éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse, remplir l'éprouvette jusqu'en haut de manière à ce que le lait déborde légèrement, lors de

l'introduction du lactodensimètre qui est muni d'un thermomètre.

➤ **Lecture**

On note la température du lait puis on note la densité lue sur le lactodensimètre. Si la lecture de la densité a été faite à une température :

$$\text{Si } T \text{ est } > 20^{\circ}\text{C} \quad D = D^{\circ} + 0.002$$

$$\text{Si } T \text{ est } < 20^{\circ}\text{C} \quad D = D^{\circ} - 0.002$$

**T** : température                      **D°** : la densité sur le lactodensimètre.

**5-2-4-Mesure de l'extrait sec total et l'extrait sec dégraisse**

➤ **Principe**

L'extrait sec total est déterminé à l'aide d'un dessiccateur infrarouge. Le principe consiste à sécher l'échantillon par l'émission de radiation infrarouge et à contrôler en continu le poids à l'aide d'une balance intégré, méthode **AFNOR (1970)**. Il est exprimé en pourcentage pondérale du résidu obtenu après dessiccation

Méthode de Calcul:

$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$
---------------------------------------

➤ **Mode opératoire**

- Placer la coupelle dans l'appareille puis tarer.
- Ajouter du lait à l'aide d'une pipete jusqu' à obtention d'un poids de 3 g, après le répartir et étaler sur toute la coupelle.
- Remettre le couvercle de l'appareil.

➤ **Lecture**

Après l'arrêt de l'appareil, on effectue une lecture sur l'écran.

**5-2-5- Détermination de l'humidité**

➤ **Principe**

C'est la quantité de l'eau dans la poudre de lait, elle est déterminée par un dessiccateur. Cet appareil est doté d'un system électronique (à infrarouge) permettant de calculer le taux de matière sèche restant.

➤ **Mode opératoire**

- Prendre une coupelle, la peser à l'aide du dessiccateur puis tarer ;

- Ajouter 5 g de la poudre (à 15 % de la matière grasse) et l'étaler sur la coupelle ;
- Remettre la coupelle dans l'appareil ;
- La fin de l'évaporation se manifeste lorsque la perte du poids reste constante.

#### ➤ **Lecture**

Le dessiccateur indique directement en pourcentage le taux d'humidité sur l'écran. Le taux d'humidité doit être compris entre 1 et 4 % .

### **5-2-6-Mesure de la matière grasse du lait**

#### ➤ **Principe**

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution du produit à doser (excepté la matière grasse) par l'acide sulfurique à 91 %. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool iso amylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux.

Le dosage de la matière grasse du lait est réalisé selon la méthode conventionnelle acido-butyrométrique, de Gerber : norme **NF, V 04-210 AFNOR (2000)**, elle est exprimée en g/l de lait.

#### ➤ **Mode opératoire**

Introduire dans butyromètre de GERBER :

- 10 ml de l'acide sulfurique 91% ;
- 11 ml de lait préalablement homogénéisé à l'aide d'une pipette incliné à 45°, on évitant en particulier de provoquer des grumeaux ;
- 1 ml d'alcool iso amylique ;
- Boucher soigneusement le butyromètre puis l'agiter ;
- Placer les tubes opposés deux à deux dans la centrifugeuse et lancer la centrifugation pendant 3 à 5 minutes;
- Récupérer avec précaution le butyromètre.

#### ➤ **Lecture**

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l et obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère le plus proche, puis lire le résultat.

## 5-2-7-recherche d'antibiotiques dans le lait

### ➤ Principe

Les antibiotiques sont largement utilisés dans la production animale à des fins différentes telles que le traitement de maladies, afin de prévenir et améliorer l'efficacité alimentaire, ce qui conduit à la présence de leurs résidus dans les denrées alimentaire (**Rama et al ., 2017**). C'est un test rapide de détection qui se fait avec le «  $\beta$ - star combo» qui est un test rapide permettant de détecter en une seule étape la présence d'antibiotique bêta-lactames et tétracyclines, desfuoylceftiofur dans les laits de vache. Ces derniers comptent parmi les familles d'antibiotiques les plus utilisées dans le monde pour le traitement du bétail.

### ➤ Mode opératoire

On met 0,2 ml de lait dans un petit flacon contenant un disque de marque « Beta Star Combo », puis on l'incube à 47,5°C (3 min pour Beta / 2 min pour le Combo). Ensuite, on plonge une tigette dans le petit flacon et on incube à 47,5°C (2 min pour le Beta / 3 min pour le Combo). Enfin, on fait la lecture en 5 minutes .

### ➤ Lecture

Le test se fait en deux étapes :

- Une première incubation où les antibiotiques présents se lient au récepteur ;
- une deuxième incubation où le lait migre sur un support immuno-chromatographique « la tigette » présentant deux (2) bandes (3 pour le Combo) :
- Une bande retient les récepteurs qui n'ont pas de Béta-lactames (Négatif) ;
- une autre bande sert de référence ;
- une bande supplémentaire pour le Combo qui retient les récepteurs qui n'ont pas de Tétracyclines(Négatif)

### 5-2-8-Titre hydrométrique (TH)

La dureté est un paramètre important qui influe sur la qualité de l'eau et sa teneur en sels de calcium et de magnésium, il est exprimé en degré français, on peut dire que le TH équivaut à la quantité de calcaire contenu dans l'eau. Plus le TH est élevé, plus l'eau est dure ou alcaline. En principe, une eau dure aura un pH élevé et inversement, une eau douce sera plutôt acide (Allgayer et *al.*, 2007).

#### ➤ Principe

C'est la détermination de la dureté de l'eau qui est due essentiellement aux ions  $\text{Ca}^{+2}$  et  $\text{Mg}^{+2}$ . Cette méthode consiste au titrage des ions de calcium et de magnésium en présence d'un indicateur coloré le noir eriochromate.

#### ➤ Mode opératoire

- Rincer l'éprouvette avec l'eau à analyser et la remplir jusqu'à 5 ml ;
- Ajoute 1 à 2 gouttes d'indicateur et agiter ;
- En présence de dureté supérieur à 3ppm  $\text{CaCO}_3$  l'eau devient rouge ;
- Si il y a absence de dureté l'eau devient bleue ;

En présence d'environ :

- 1 ppm de  $\text{CaCO}_3$  l'eau devient violette ;
- 2 ppm de  $\text{CaCO}_3$  l'eau devient grise ;
- 2 à 3 ppm de  $\text{CaCO}_3$  l'eau devient rosâtre ;

- On ajoute goutte à goutte la solution de titrage en agitant le contenu après chaque adjonction ;
- Compter les gouttes jusqu' au changement de couleur, le rouge virant au bleu.

#### ➤ Lecture

Chaque goutte employée correspond à 1 degré de dureté française.

- En cas d'une eau avec peu de dureté ; remplir l'éprouvette jusqu'à 10 ml et ajoute 2 à 4 gouttes d'indicateur.
- Chaque goutte de solution titrant employée correspond en ce cas à 0.5 degrés de dureté française.

### 5-2-9-Détermination de titre alcalimétrique (TA)

#### ➤ Principe

La mesure du titre alcoométrique permet de déterminer la teneur des hydroxydes alcalin et les carbonates (-OH, CO<sup>-2</sup><sub>3</sub>). Cette mesure est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minérale dilué en présence d'un indicateur coloré (phénol phtaléine «pp») (AFNOR, 1986) .

#### ➤ Mode opératoire

Introduire de 50 ml d'eau à analyser dans un bécher ;

Ajoute 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine ;

#### ➤ Lecture

- Absence de coloration rose : TA = 0 ° F ;
- Apparition d'une coloration rose : TA > 0° F l'eau est alcaline, dans ce cas on procède à un titrage par acide sulfurique (N /2) jusqu'à la disparition complète de la couleur rose.

### Méthode de calcul

TA est exprimé en degré français selon la formulation suivante :

$$\text{TA } (^\circ\text{F}) = \text{V} \cdot 5$$

V : volume en ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour le titrage.

### 5-2-10- Détermination de titre alcalimétrique complet (TAC)

#### ➤ Principe

La mesure de TAC permet la détermination de la teneur en alcalin libre et en bicarbonate. Elle est réalisée par la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minérale dilué en présence d'un indicateur coloré, elle se traduit par le virage du jaune à l'orange (AFNOR, 1986).

#### ➤ Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un bécher ;
- Ajouter 2 gouttes de méthyle orange ;

- Titrer avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N /2) jusqu'au virage à l'orange.

### **Méthode de calcul**

TAC est exprimé en degré français, il est donné par la formule suivante :

$$\text{TAC (°F)} = \text{V} \cdot 5$$

V : volume de la solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour le titrage en ml.

# **Résultats et discussions**

## 1-Résultats d'analyses physico-chimiques du lait de vache cru

Les résultats de l'analyse physico-chimique effectuée sur le lait de vache cru sont représentés dans les tableaux XI, XII, XIII suivant :

**Tableau XI:** Résultats des analyses physico-chimiques du lait vache cru utilisée.

Essai Paramètres	Moyenne	Norme (☼☼)
PH	6,63±0,0305	6,6 – 6,8
Acidité (°D)	16,16±1,040	≤81
Densité	1028±0,707	1 030-1034
Matière grasse (%)	34,6±1,154	34-40
EST (g/l)	113,16±0,454	120-125 (☼☼☼)
ESD (g/l)	78,5±1,646	86-91 (☼☼☼)
Recherche d'antibiotiques	/	/

(☼☼) : Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, ☼☼

(☼☼☼☼) Normes de laiterie

### ➤ pH

Les résultats du pH obtenu pour le lait de vache cru sont conformes aux normes, ce qui nous renseigne sur le respect des bonnes conditions de la traite, stockage et transport du lait jusqu'à l'unité.

### ➤ Acidité titrable

Les valeurs obtenues pour la mesure de l'acidité du lait sont des valeurs répondant à la limite d'acceptation définie par JOURA et qui est 18 °D, d'après **Aboutayeb (2009)**, un lait frais peut avoir comme Acidité entre 15 à 18 ° D. L'augmentation de l'acidité résulte d'une mauvaise conservation ou d'un mauvais transport du lait. La rupture de la chaîne de froid

induit le développement de la flore lactique. La richesse en constituants à caractères acides tel que l'acide lactique et aimons phosphates attribuée à une augmentation qui s'accompagne d'un abaissement du pH du lait (**Vignola, 2002**).

#### ➤ **Densité du lait**

La valeur moyenne de la densité mesurée dans notre étude varie de 1028 à 1029, elle est inférieure aux normes de **JORA** qu'est de 1030 à 1034. Ce paramètre est très recherché en industrie car il permet la détection des fraudes, le mouillage abaisse la teneur du lait en ses divers constituants, entraînant ainsi des modifications de ses constantes physiques.

Selon **Alais (1984)**, la densité du lait est un paramètre qui varie selon l'espèce. Elle varie aussi selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension et elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Comme elle peut varier selon l'alimentation de l'animal.

La valeur supérieure de la densité est due à l'élévation du taux d'extrait sec du lait qui conduit à l'augmentation de la masse du même volume de lait (**Mathieu, 1998**).

#### ➤ **Matière grasse**

Les valeurs moyennes de la matière grasse mesurée est de 34 à 36 g/l répondant aux normes Algériennes (34 – 40 g/l) .

Selon **Hoden et Coulon (1991)**, la matière grasse, varie d'un jour à l'autre, car elle est fortement liée à la traite. Elle fait partie des éléments solides du lait, ses variations dépendent directement de l'alimentation de l'animale.

De plus, cette diminution peut aussi être attribuée au stade de lactation, mais aussi au taux butyreux qui diminue en début de la lactation pour atteindre un minimum au bout d'environ 6 semaines (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

#### ➤ **Extrait sec total**

L'extrait sec total mesuré du lait cru est inférieur aux normes recommandées par **JORA**, ceci est dû à l'alimentation de la vache.

En effet, l'ingestion de quantités importantes de fourrages d'aliments concentrés par les vaches laitières entraîne une augmentation de la production du lait et aussi une augmentation du taux de MG et des protéines ce qui induit un accroissement du taux d'EST du lait de vache. (**Martin et Coulon, 1995**).

### ➤ **Extrait sec dégraissé**

La valeur moyenne (78,5 g/l) de l'ESD obtenue est inférieure aux normes de l'unité MATINALE (86-91 g/l).

Selon **Veisseyre (1975)**, l'extrait sec dégraissé exprime la teneur du lait en éléments secs débarrassés de la matière grasse. Elle est beaucoup plus constante que la matière sèche totale, et toujours voisine de 90 g/l de lait.

### ➤ **Recherche d'antibiotiques**

L'apparition d'une couleur rose dans les trois lignes signifie l'absence des antibiotiques (test négatif).

## **2-Résultats et discussion d'analyses physico-chimiques des poudres de lait (0 et 26%)**

**T ableau XII** : Résultats de analyse physico-chimique des poudres de lait (0 et 26 % de MG).

<b>Paramètre</b>	<b>Poudre à (26 %)</b>	<b>Poudre de (0 %)</b>	<b>Norme (*)</b>
<b>PH à 20 °C</b>	6,77	6,74	6,6 - 6,8
<b>Acidité (°D)</b>	17	16,5	≤18
<b>Matière grasse (%)</b>	25	0	P26 : 26% P0 : 0%
<b>Humidité (%)</b>	3,71	2,59	1 – 4
<b>Odeur et Goût</b>	Normaux	Normaux	Normaux
<b>Couleur</b>	Blanche	Jaune pite	Crème à jaune pale

(\*) : CODEX ALIMENTARIUS, CODEX STAN 207-1999.

D'après le tableau ci-dessus résume les résultats d'analyses des Poudre de lait (0 % et 26 % MG) répondant aux normes et aux exigences du codex. Cela est due au respect des conditions de stockage et d'entreposages .

L'existence d'une différence de couleur dans les deux poudres s'explique par la matière grasse, ce qui confère une couleur jaunâtre pour la poudre 26 %.

### 3-Résultats et discussion d'analyses physico-chimiques de l'eau de processe

**T ableau XIII:** Résultats de analyse physico-chimique de l' eau de processe .

Essai / paramètres	MOYENNE	Normes (*)
pH à (20°C)	7.06±1,414	≥6.5 et ≤9 ( ✱ )
TH(°F)	17.07±1,414	15à 20 ( ✱ )
TA(°F)	0±0	0 ( ✱ )

( ✱ ) : Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, 2014.

( ✱ ✱ ) Normes de laiterie.

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process utilisée sont conformes aux normes adoptées par le journal officiel.

Un pH inférieur à 6.5 peut conduire à la corrosion des métaux des canalisations et des fuites qui peuvent entraîner une contamination et il peut conférer un goût acide au produit.

La même observation concerne les valeurs de TH (valeurs inférieures à 20 °F). L'eau doit avoir un niveau de dureté acceptable. En effet, l'injection d'eau très dure ne permet pas d'avoir une bonne dissolution de la poudre de lait (**Vignola, 2002**). Il en est ainsi pour le titre alcalimétrique complet TAC.

Ces résultats sont satisfaisant pour garantir la mouillabilité et la solubilité de la poudre utilisée.

#### 4- Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini (l'ben au lait de vache cru et l'ben reconstitution)

**Tableau XIV** : Résultats de analyse physico-chimique du produit fini (l'ben au lait de vache).

Essai / paramètres	MOYENNE	Normes interne de l'entreprise
<b>pH</b>	4,58±0,557	≤ 4,70
<b>Acidité (°D)</b>	47,83±2,843	≥ 30
<b>MG(g/l)</b>	1,9±0,585	< 10
<b>EST (g/l)</b>	74,1±0,458	70 – 80
<b>ESD (g/l)</b>	72,46±1,011	70 – 75

**Tableau XV** : Résultats de analyse physico-chimique du produit fini (l'ben reconstitué).

Essai / paramètres	MOYENNE	Normes interne de l'entreprise
<b>pH</b>	4,55±0,084	≤ 4,70
<b>Acidité (°D)</b>	45,16±1,414	≥ 30
<b>MG(g/l)</b>	2,03±0,282	< 10
<b>EST (g/l)</b>	74,46±0,494	70 – 80
<b>ESD (g/l)</b>	72,66±0,212	70 – 75

Les analyses effectuées sur le produit dès sa sortie de la production, on remarque que tous les paramètres analysés sont conforme aux normes internes de l'unité. Les valeurs moyennes de l'acidité titrable pour les deux types de lait fermenté acidifié :

- l'ben au lait vache  $\pm 47,83$  °D

- l'ben reconstitué  $\pm 45,16$  °D

Ces résultats répondent aux normes internes ( $\geq 30$ °D), les résultats obtenues pour le pH sont conformes aux normes, cela reflète la bonne qualité de la matière première utilisée et le respect des conditions de fabrication du produit.

Les valeurs du pH et de l'acidité indiquent l'utilisation des ferments de bonne qualité qui produisent de l'acide lactique régulièrement pendant la maturation, cela revient aussi au respect de la température de fermentation (26 °C) qui est favorable au développement des ferments utilisés.

La teneur obtenue en matière sèche ainsi que celle de matière grasse indiquent le respect des conditions de fabrication lors de la reconstitution de lait.

# Conclusion

## **Conclusion**

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure, pour les entreprises confrontée à une compétitivité de plus en plus rude.

Durant notre stage, au sein de la laiterie Matinale de Tizi-Ouzou, nous avons réalisé un contrôle des paramètres physico-chimique des matières premières (lait vache cru et la poudre de lait 26 % et 0 % MG), l'eau de process et le produit fini lait fermenté acidifié «l'ben », (l'ben de lait de vache et l'ben reconstitué).

Les analyses physico-chimiques pH, acidité titrable, matière grasse, extrait sec total et dégraissé effectuées sur les échantillons du l'ben industriel, la plupart de ces paramètres sont des indicateur de qualité.

Le l'ben industriel est caractérisé par un pH de 4,60 une acidité titrable de 45,16 D° une matière grasse 1,6 %, matière sèches (EST) est de 74,1 g/l ESD de 72 ,46 g/l.

Après avoir examiné ces résultats, nous sommes arrivées à la conclusion que le produit fini l'ben de l'unité Matinale est conforme aux normes Algériennes.

A la lumière des résultats en déduit que la laiterie Matinale prend des mesures strictes et optimales, dans le respect des conditions de production et de bonnes qualités d'hygiène. Cela par le contrôle impératif et l'inspection des matières premières et le produit fini ainsi que la maîtrise du processus de fabrication notamment le barème de pasteurisation. Ce dernier permet d'assurer aux consommateurs de l'ben une bonne qualité, tout en gardant la qualité organoleptique, nutritionnelle et bactériologique (hygiénique).

Enfin, la laiterie MATINALE a pu arriver à garantir les critères sanitaires de ses produits et satisfaire ses consommateurs.

# **Références**

# **Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

### -A-

- Aboutayeb R. (2009).**Technologie du lait et dérivés laitiers : <http://www.azaquar.com>.
- Adrian J., Potus J et Frangne R. (2004).** La science alimentaire de A à Z ,2<sup>ème</sup> édition, Tec et Doc, Lavoisier. P 79 (477 pages).
- Alais C. (1975).** Science du lait principe des techniques litières. 3<sup>ème</sup> Ed. Paris. PP.1-60.
- Alais C.(1984).** Science du lait. Sepaic, Pairs.Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P, 2000: Les produits industriels laitiers EditionTec et Doc Lavoisier-Paris.
- Alais C et Linden G. (1997).** Abrégés de biochimie alimentaire. 4<sup>ème</sup> édition. Masson, paris p167-169.
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In : **Vignola C.L .(2002)** .Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN P : 1-69 (600 pages).
- Anonyme 1 .(2004 )** . Institut National Vielle de Sanitaire Adresse: <http://www.inv.santé.fr:/presse/Com Pr 13 htm/>.
- Aapria. (1980)** . Les laits reconstitués-Leurs utilisations, Association pour la Promotion Industrie Agriculture, Paris: 48-49-50 (345 pages).
- Auldist M.J., Mullins C., O'Brien B., O'Kennedy B.T et Guinee T. (2002).** Effect of cow breed on milk coagulation properties. Michwissenschaft, 57, p.p. 140 – 143.
- Avezard C.L et Lablee J.(1990)** .Laits et produits laitiers recombines, In **Luquee F.M.,** Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 536-538-539 (637 pages).

### -B-

- Beal C et Sodini I .(2003).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315. p. 2-16.
- Bencharif A. (2001).** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: états des lieux et problématiques. Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherches 32: 25-45.
- Benhedane B, N. (2012).** Qualité microbiologique de lait cru destin a la fabrication d'un type de camembert dans une unit l'est algérien. mémoire de magister en science alimentaire, université

Mentouri – Constantine 83 P.

**Benkerrom N., Tamime A.Y.(2004)** . Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products ( leben, jben , and smen )to small industrial scale . Food . Microbiol 65:1-15.

**Benyoucef .M.T.(2005)**. Diagnostic systématique de la filière lait en Algérie : organisation et traitement de l'information pour l'analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages : Thèse de doctorat option : sciences animales, Institut national d'Agronomie (I.N.A) El- Harrach, Algérie. Pp : 3, 7,373.

**Bouberkri C. ; Tantaoui elaraki A. ;El marrakchi A . , Barrada M. et Benkerroum N. (1984)** . Caractérisation physico –chimique de leben marocain. Le lait N° 64, pp436-447.

**Boudier. J. F. (1990 )**. Produits frais In « lait et produits laitiers Vache, Brebis, Chèvre » Vol II. Luquet. F. M, Ed. Tec et Doc, Lavoisier Paris, pp 39-56.

**Boutif L . (2015)**. Détection et quantification des résidus de terramycine Et de pénicilline dans le lait de vache par chromatographie liquide haute performance.

**Brahim Mazari A. (1982)**. Etude de la valeur nutritive du lait pasteurisé fermenté leben et sa qualité microbiologique de la sécurité de la qualité alimentaire. Volume 1. Edition Technique et Documentation, Lavoisier , Paris, 202.

**Bylund G. (1995)**. Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : 18-23-381.

### -C-

**Canteri C. (1997)**. Les levains lactiques in« **fromage** » . 3<sup>ème</sup> édition pp175 -195 .

**Cayot P et Lorient D. (1998)**. Structures et techno fonctions des protéines du lait. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.

**Centre International Pour l'Élevage en Afrique. (1987)**. Bulletin du CIPEA No. 27. ILRI. 47 p.

**Chang S. J., et Chow , C. K . (2007)**. Fatty acids in fermented food products . Fatty Acids in Food and Their Health Implications, 317-334.

**Cheftel J.C et Cheftel H. (1980)**. Lait et produits laitiers. In : introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Volume1. Edition Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

**Cheftel J.C et Cheftel H. (1996)**. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ingénieurspraticiens. Ed Tech & Doc Lavoisier. Paris. PP 43.

**Cherfaoui. (2003)**. Le programme national de réhabilitation de la production laitière/ objectifs visés, continu, dispositif de mise en œuvre et impact obtenu. Document d'ITLEVsecrétariat du

CNIF Lait ,12.

**Cherry . G. (1980 )** . Les laits reconstitue in « lait reconstitués et leurs utilisation » Ed. Tec et Doc Lavoisier: 60 pages.

**Craplet C. (1970)**. La vache laitière : reproduction, génétique, alimentation, habitat, grandes maladies. Paris : VIGOT, Frères, 34p.

**Cnera . (1981)** : Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981,Paris.

**Coulon J.B .et Priols A. (2002)**. La qualité sensorielle des produits laitiers. INRA Production animale . volume 15n °5. Pp 333-340.

#### **-D-**

**Derby G. (2001)** .Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).

**Dortu ,C . et Thonart ,P . ( 2009 )**. Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires . Biotechnol . Agron . soc . Environ, 143-154.

**Drouaut. S, et Cortmier. G. (2001 )**. Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la sante. INRA, Ed sciences. Vet-Res 32, pp 101-107.

#### **-E-**

**ECK A . (1987)**. Le fromage. Technique documentation. 2<sup>ème</sup> Ed .Lavoisier. Paris. P: 13, 17, 137,138. 529.

**El Hassani, S. K. (2013)**. La dépendance Alimentaire en Algérie ; Importation de lait en poudre versus Production Locale, Quelle Evolution ?.Mediterranean journal of social sciences, 4(11), 152.

**EL Baradei ,G., Delacroix –Buchet , A AND Ogier , J . C .(2008)**. Bacterial biodiversity of traditional zabady fermented milk . Int .J Food Microbiol . 121; 295-301.

#### **-F-**

**Fayolle L. (2015)** . Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière ?. Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Lyon : Campus vétérinaire de Lyon, 2015, 141 p.

**Feiuet. P.(1998 )** . Aliments et industrie alimentaires : les propriétés de la recherche publique Ed. INRA, Paris, pp 280.

**Fredot E. (2006)**. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc,Lavoisier: 25 (397 pages).

**Froc J., Gilibert J., Daliphar T et Durand P. (1988).** Composition et qualité technologique des laits des vaches Normandes et Pie-Noires. I. Effet de la race. *INRA Prod. Anim.*, 1, p.p. 171 – 177.

**-G -**

**Gervoson P.(2007) :** Les laits fermentés-vos aillés pour une meilleure santé, Esconews, pileje-37 quai de Grenelle-75015, Paris:3 (7pages).

**Goursaud J. (1985).** Le lait et les produits laitiers, tome1, éd : tec et doc, Lavoisier, Paris.

**Goursaud J.(1999).** Coagulation enzymatique du lait. In : Scriban R. Biotechnologie. Lavoisier, Paris, 1999, 365-401.

**Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition(GEMRCN).(2009).** Lait et les produits laitiers .

[http://www.minefe.gouv.fr/directions\\_services/daj/guide/gpem/table.html](http://www.minefe.gouv.fr/directions_services/daj/guide/gpem/table.html).

**Guerzani. J. (2003).** Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic bacteria in (fermented milk), pp 1-11.

**-H-**

**Hansen . (2002).** Commercial Bacterial Starter , Cultures for Fermented Foods of future int .J. food microbiology . N °78 .pp 119-131.

**Harding F. (1995).** Milk quality, Blackie academic et professional : 113(166 pages).

**Hardy J et Ramet J .P . (1973) .**Utilisation des Bactéries Lactiques en Laitière . Revue technicien du lait ; N °214pp7-10.

**Harrati E. .(1974) .** Recherche sur le Leben et Klila Algériens. Thèse de doctorat de spécialité .UER. Science de la vie , Université de Caen , France .

**Hermier, J. P. Acolas. (1989) .**Microbiologie alimentaire, les fermentations alimentaires, tome 2, Chp. Les yaourts et les laits fermentés, Ed. Tec et Doc .Lavoisier Paris, pp 191-196.

**Hoden A. et Coulon J.B. (1991).** Maîtrise de la Composition du lait : Influence des Facteurs Nutritionnels sur la Quantité et les Taux de Matières Grasses et Protéiques. *INRA Production Animale*, 4, 361-367.

**Holzappel W.H, Haberer P, Geisen R, Björkroth J and Schillinger U.( 2001).** Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73(suppl): 365S–73S.

**Huppertz T., Kelly A.L. (2009).** Properties and Constituents of Cow's Milk In : TAMIME A.Y. (eds). Milk Processing and Quality Management Wiley-Blackwell, Chichester UK, Malden MA, 23-47.

**-J-**

**Jean C. et Dijon C. (1993).** Au fil du Lait, ISBN 2-86621-172-3.

**Jean Christian M. (2001).** Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Paris <http://www.gret.org>.

**Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G. (2008).** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

**Kirat, S. (2007 ).** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines : cas de la wilaya de Jijel en Algérie . CIHEAM –IAMM.

**-L-**

**Lamontagne M. (2002).** Produits laitiers fermentés, dans : Sciences et technologie du lait ; transformation du lait – Canada : presses internationales polytechniques, 600p.

**Lapointe-Vignola.( 2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses inter polytechnique.

**Larpen J. P.(1991) .**Les ferments Microbiens dans les Industries agroalimentaires. produits laitiers et carnés . Edition Tec et Doc . Lavoisier.

**Leseur R et Melik, N. (1999) .** Lait et produits laitiers vache. Brebis. Chèvre. , Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 2<sup>ème</sup> édition.1990, P. 3. ISBN 2-85206-587-8.

**Leveu J. Y . et Bouix ,(1993).** Microbiologie industrielle . les Microorganismes d'intérêt industriel . Edition Tec et Doc Lavoisier. Pp170-230 .

**Loone S A. (1994 ).** Laites fermentés par les Bactéries lactiques in bactéries lactiques TOME 2 Edition Loriga. Paris pp 139-182 .

**Luquet F.M. ( 1985).** Lait et produits laitiers vache. brebis. chèvre technique et documentation. Lavoisier, paris. 397 p.

**Luquet F.M.(1990 ).** Lait et les produits laitiers, vache brebis, chèvre : les produits laitiers Transformation et technologie, Tom 2 édition tec et doc . Lavoisier. Pp 301-317.

**Luquet F.M et Corrieu G.( 2005) .** Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Tec et Doc, Lavoisier. Paris 307p.

**-M-**

**Macheboeuf D., Coulon J.B et D'Hour P. (1993).** Aptitude à la coagulation du lait de vache .

Influence de la race, des variants génétiques des lactoprotéines du lait, de l'alimentation et du numéro de lactation, *INRA Prod. Anim.*, 6 (5), p.p. 333 – 344.

**Mahaut M., Jeantet R. ; Schuck P et Brule G. (2000).** Les produits laitiers. Edition Tec et Doc – Lavoisier, Paris.

**Mahaut M. Jeantet R et Brule G. (2003).** Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 194 p.

**Malossini F., Bovolenta S., Piras C., Dalla Rosa M et Ventura W. (1996).** Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties. *Ann. Zootech.*, 45, p.p. 29 – 40.

**Martin B. et Coulon J.B. (1995).** Influence des Facteurs de Production sur l'Aptitude à la Coagulation des Laits de Troupeaux ; in « Facteurs de Production du lait et Caractéristiques des Fromages ». *Lait*, 75, 61-80.

**Martin. A. (2003) .** Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Ed Tec et Doc, Lavoisier Paris, pp 201-209.

**Mathieu J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Guide Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.

**Mathieu J. (1999).** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3- 190 (220 pages).

**Mekimene L. (2001) .** « Leben » Agro – ligne N °14 Avril /mai 2001.

**Meyer C et Denis J. P. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Ed : Cirad, 314P.

**Michaelidou , A. M. (2008).** Factors influencing nutritional and health profile of milk and milk products. *Small Ruminant Research*, 79 (1) ,42-50 .

**Michel M ; Romain J ; Gerard B et Pierre S. (2000).** Les produits industriels laitiers, Edition technique et documentation.

**Mistry V.V., Brouk M.J., Kasperson K.M et Martin E. (2002).** Cheddar cheese from milk of Holstein and Brown Swiss cows. *Michwissenschaft*, 57, p.p. 19 – 23.

**Mogensen , G et al. (1993).** Starter cultures , IN J.Smith (ED) , Technology of reduced – additive Foods , Blackie Academic and Professional , London , UK ,pp. 1-25 .

**Moller. (2000) .** La reconstitution du lait Chap. Procédés de fabrication, Ed. INA, Paris Grignon, pp36-37.

**-P-**

**Pereira , P .C. (2014 )** . Milk nutritional composition and its role in human health . Nutrition, 30(6) 619-627 .

**Perreau J.M. (2014)**. Conduire son troupeau de vaches laitières Editions France Agricole, Paris, 403p.

**Pougheon S et Goursaud J. (2001)**. Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRYG., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6 (566 pages).

**-Q-**

**Quigley et al.(2013)**. The complex microbiota of raw milk. FEMS Microbiol. Rev.,37. 664.

**-R-**

**Rahman , M . , Hassan , M and Chowdhury , S . (2020 )** . Determiation of Antibiotic Residue in Milk and Assessment of Human Health Risk in Bangladesh .

**Rama , A , Lucatello, L. , Benetti , C . , Galina G and Bajraktari , D .(2017)**. Assessment of antibacterial drug residues in milk for consumption in Kosovo . journal of Food and drug analysis , 25(3), 525-532.

**-S-**

**Sadouni B . (1973)**. Contribution à l'étude de la valeur nutritive et hygiénique de Leben Algérien . Comparaison avec le lait pasteurisé fermenté . Thèse d'Ingénieur –INA .

**Samet-Bali O, Ayadi M.A and Attia H. (2012)**. Development of fermented milk “Leben” made from spontaneous fermented cow’s milk, 11(7), pp 1829-1837.

**Sandra I. A. S. P.( 2001)**. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Toulouse : Ecole nationale vétérinaire, 2001, 102p.

**-T-**

**Tantaoui-Elaraki A.,Berrada A.,ElMarrakchi&Berramou.,A .(1983)**.Etude sur le Leben marocain .lait ,INRA Edition 1983,(231-627) :230 -245.

**Tantaoui-Elaraki. A. And El Marrakchi, A. (1987)**.Study of Moroccan dairy products: Lben and smen. Mircen J.3:211-220.

**Thampon J.L. (2005)**. Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: P: 14-51. (77 pages).

**-V-**

**Vaitchafa P. (1996).** Etude de la production laitière sur les paramètres de reproduction chez la femelle zébu dans les petits élevages traditionnels en zone peri-urbaine. Thèse : Méd. Vét. Dakar, 36.

**Veisseyre R. (1975).** Technologie du lait 3<sup>ème</sup> édition, Maison rustique, Paris.

**Veisseyre R. (1979).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition. Edition la maison rustique, Paris.

**Vierling E.(1999).** Aliment et boisson-science des aliments, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France:11(270 pages).

**Vierling E . (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2<sup>ème</sup> édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

**Vignola C.L . (2002).** Science et Technologie du Lait : Transformation du Lait. École Polytechnique de Montréal, Canada. ISBN: 29-34 (600 pages).

**Voet D et Voet J.G.( 2005).** Biochimie, 2e Edition De Boeck & Larcier, Bruxelles, 1585 p.

**-W-**

**Whitney R., Brunner J., Ebner K et al. ( 1976).** Nomenclature of the proteins of cow's milk: Fowth revision . J. dairy Sci.

### **Textes réglementaires :**

**AFNOR.(1969).** Lait -Détermination de l'acidité titrable. Norme NF V04-206.

**AFNOR. (1970).** Lait -Détermination de la matière sèche. Norme NF V04-207.

**AFNOR. (2000).** Lait -Détermination de la teneur en matière grasse – méthode acido - butyrométrique. Norme NF V04-210 .

**AFNOR .(2004) .** Lait - Détermination de la masse volumique (méthode de routine). Norme NF V04-204.

**Codex Alimentarius. (2011).** Lait et produits laitiers (2<sup>ème</sup> édition). FAO et OMS. 257 p.

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

**FAO . (2019 )** . Chapitre 7 Lait et les produits laitiers . PERSPECTIVES AGRICOLES DE L'OCDE ET DE LA FAO 2019-2028 © OCDE /FAO 2019. P197.

**Journal Officielle De La République Algérienne.(1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, N° JORA : 069 du 27-10-1993.

**Journal Officielle De La République Algérienne. (2001).** Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.

# **Les annexes**

## **Annexe 1 :**

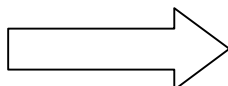
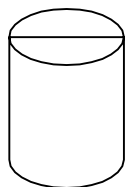
### **➤ Appareillage et autre matériels :**

- \_ Burette ;
- \_ Bécher ;
- \_ Eprouvette ;
- \_ Thermo-lactodensimètre ;
- \_ Centrifugeuse ;
- \_ Butyromètre de GERBER ;
- \_ Pipette graduée ;
- \_ Poire pipette ;
- \_ Balance ;
- \_ Fiole ;
- \_ Dessiccateur ;
- \_ Coupelle ;
- \_ Micropipette ;
- \_  $\beta$  star combo ;
- \_ Ph mètre.

### **➤ Produits chimiques et réactifs :**

- \_ Phénolphtaléine ;
- \_ Solution d'hydroxyde de sodium NaOH (à 0,1 N) ;
- \_ Acide sulfurique à 91% ;
- \_ Alcool iso amylique (3 méthyle-betanol) ;
- \_ Eau distillée.

**Annexe 2 :**

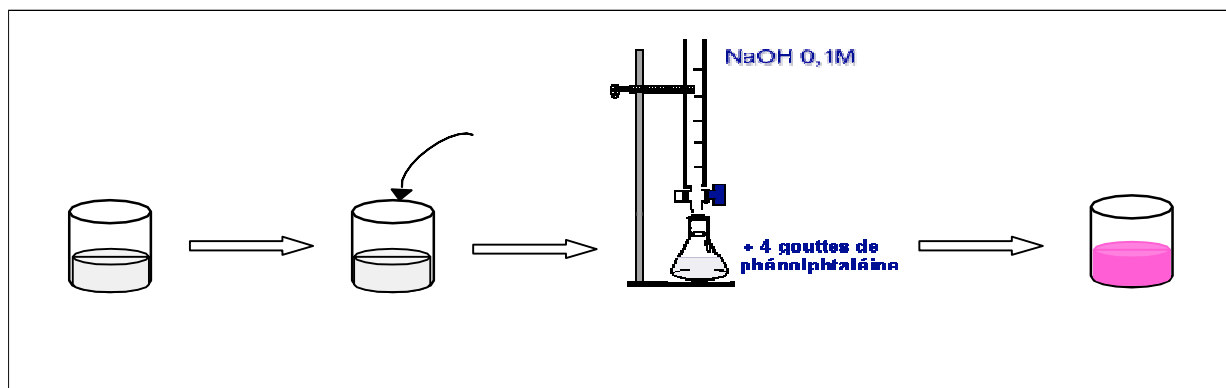


h mètre

50 ml de l'échantillon

**Annexe 2 : mesure du Ph.**

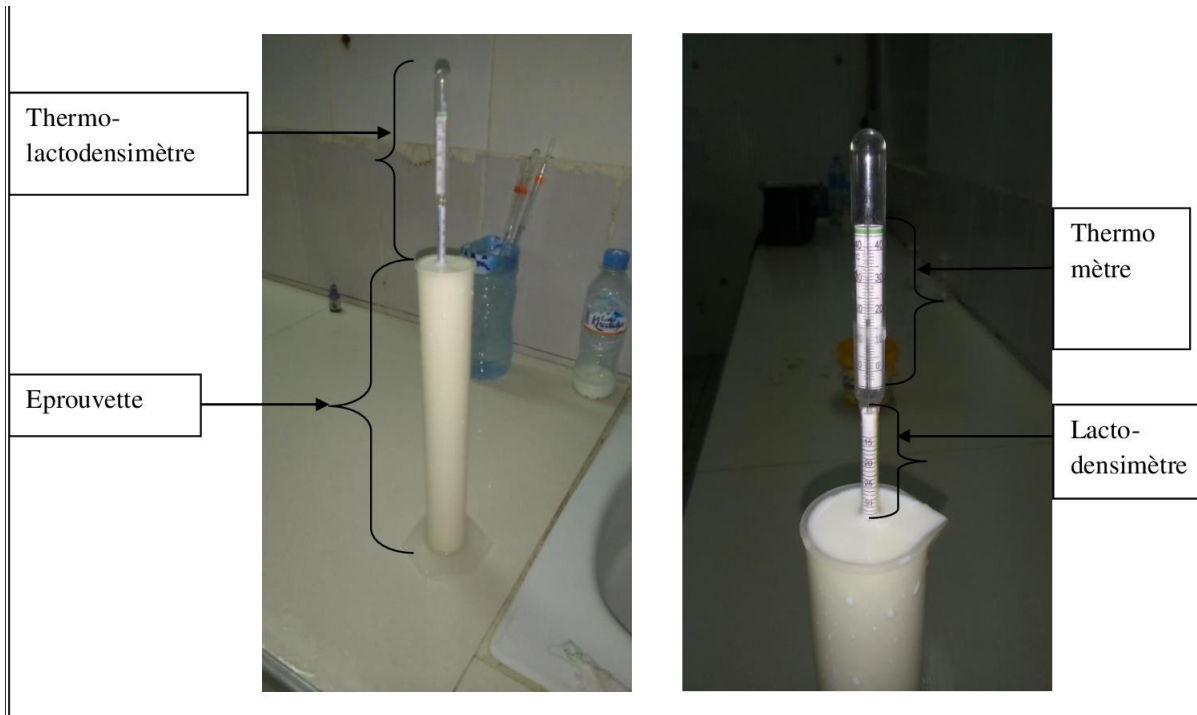
**Annexe 3 :**



10 ml d'échantillon      Ajouter 3 à 4 gouttes de phénolphthaléine      Titrage avec de la  
soude (NaOH)      couleur Ros

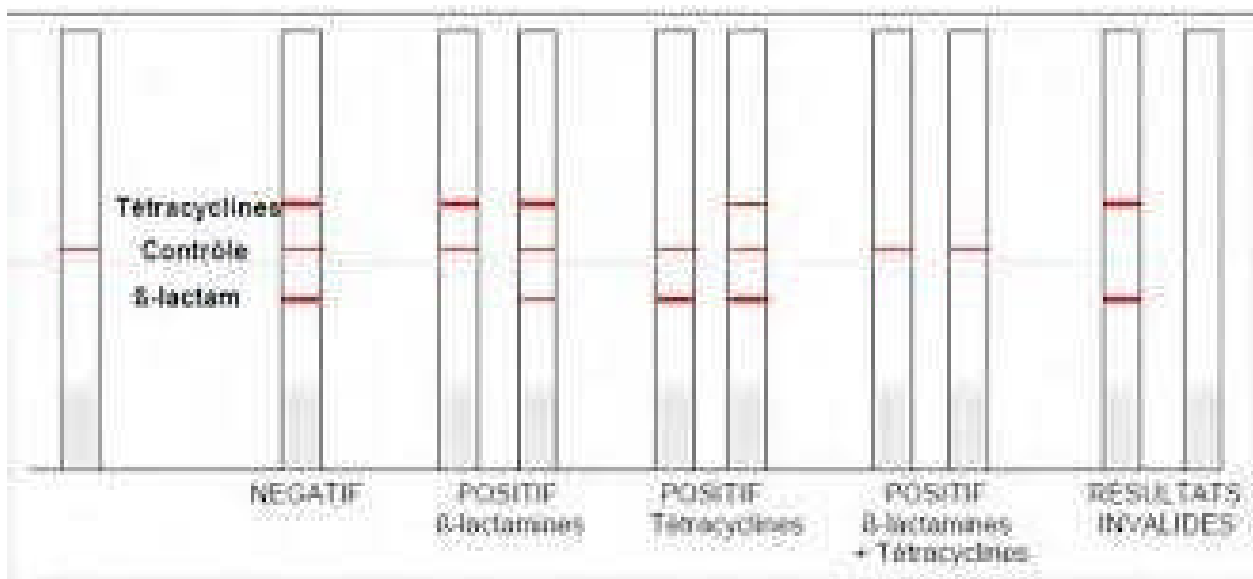
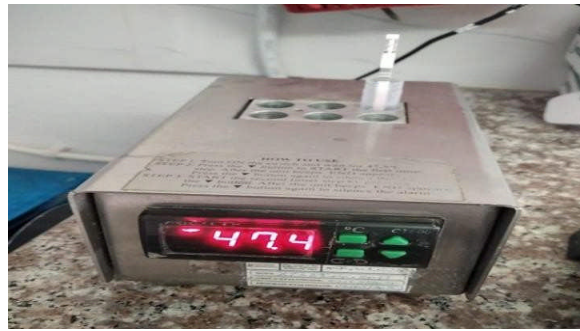
**Annexe 3 : mesure de l'acidité titrable**

**Annexe 4 :**



**Annexe 4 :** mesure de la densité.

**Annexe 5 :**



**Annexe 5 :** test antibiotique du lait.

**Annexe 6 :**



Coupelle

démarrer le dessiccateur à



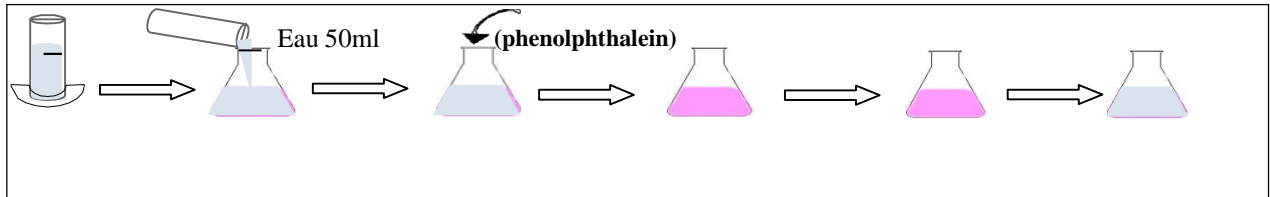
Peser 3 g d'échantillon



Infrarouge pendant 20min

**Annexe 6 :** mesure de l'extrait sec total.

**Annexe 7 :**



50 ml d'eau

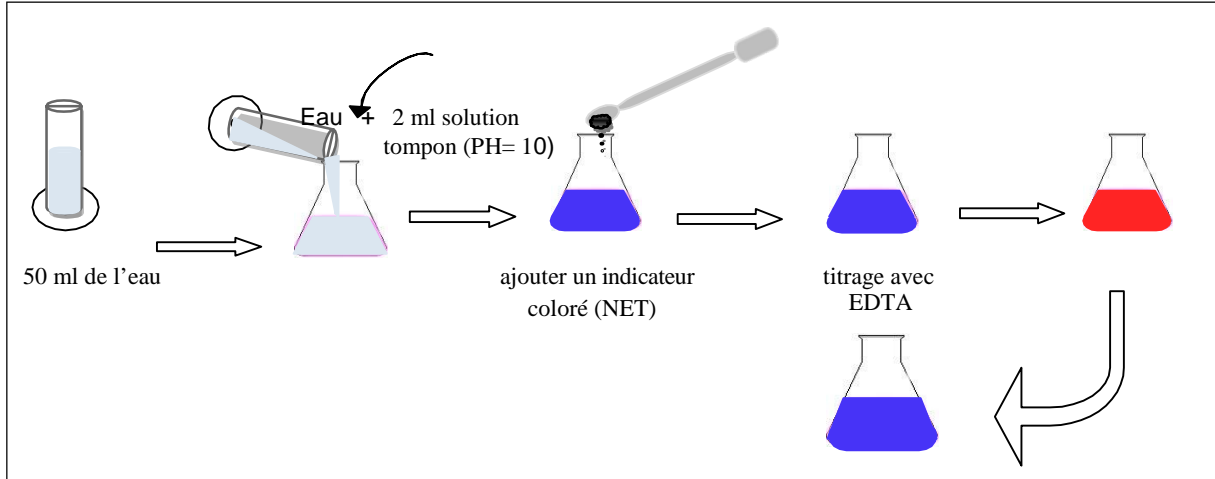
2 à 3 gouttes de  
Phénolphthaleine

couleur rose

titrage avec  
 $H_2SO_4$

**Annexe 7 : titre alcalimétrique simple (TA).**

**Annexe 8 :**

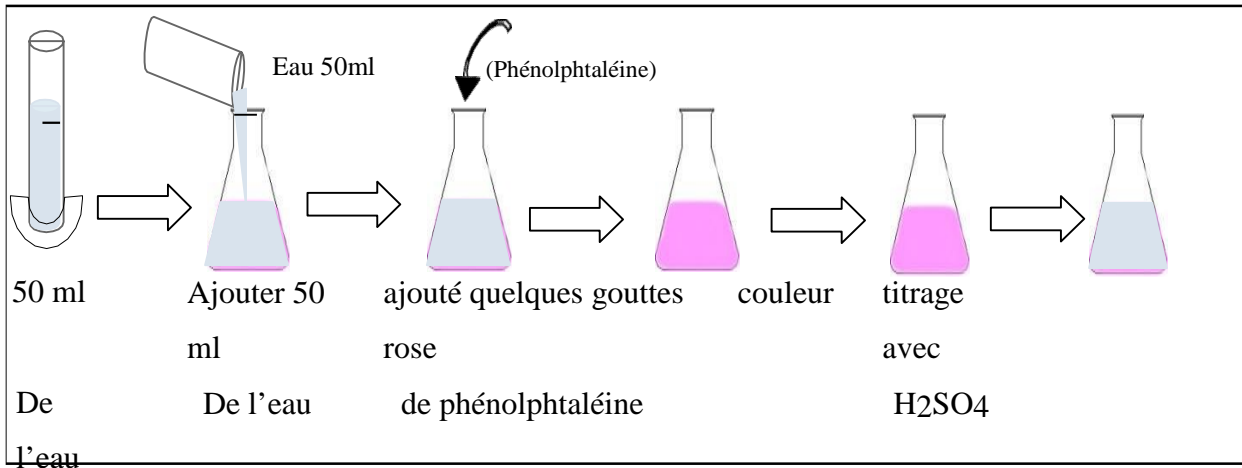


50 ml de l'eau

ajouter un indicateur  
coloré (NET)

titrage avec  
EDTA

**Annexe 8 : détermination de la dureté totale (TH).**



**Annexe 9 :** titre alcalimétrique simple (TA).

**Annexe 10 :**

Le diagramme suivant représente un digramme de fabrication de l'ben artisanal à base du lait de vache au niveau de la laiterie MATINALE.

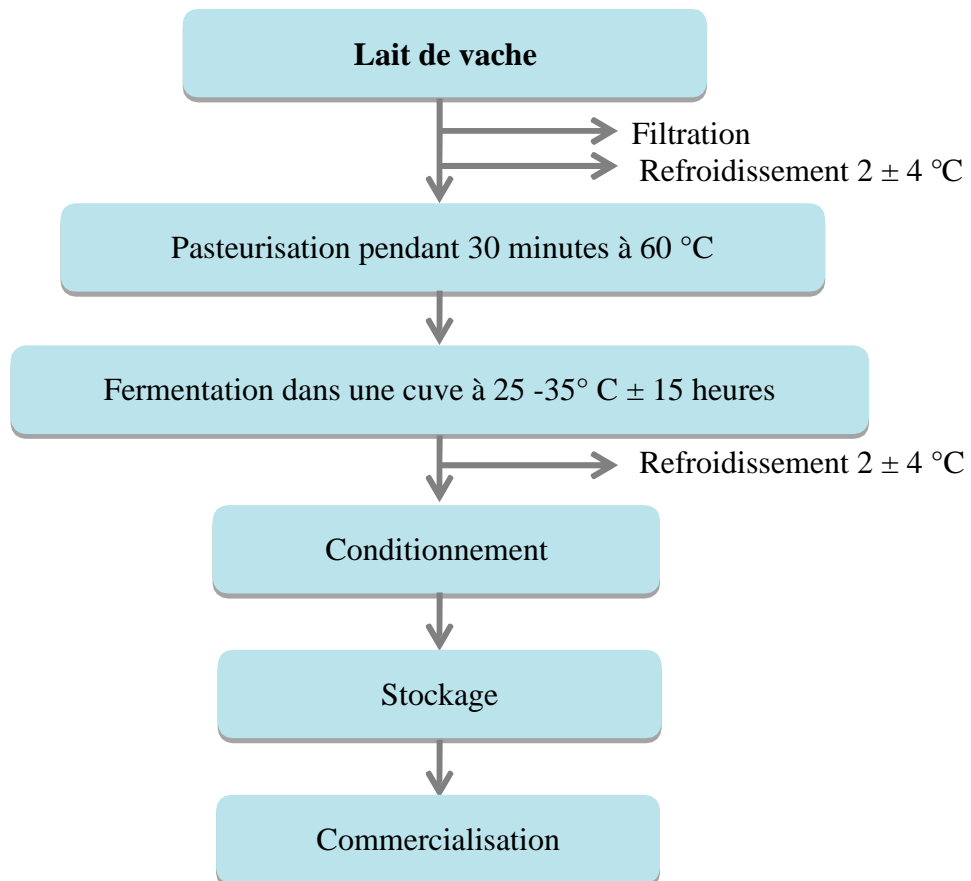


Diagramme de fabrication de l'ben artisanal à base de lait de vache  
Au niveau de la laiterie MATINALE .

