

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie  
Département de Génie des procédés

## Mémoire EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine: Science et Technologie Filière : Génie des Procédés  
Spécialité : Génie Alimentaire



Présenté par

M<sup>elle</sup> Laggab Sarah & M<sup>elle</sup> Marouf Yasmina

Soutenue le 20/06/2023

Devant le jury composé de :

*Thème*

**Fabrication et contrôle d'un produit laitier : le l'ben au niveau de la SARL  
Etoile Service.**

Nom et Prénom	Grade		
Chibani Nacera	M.C.A	Université de Bejaia	Président
Azzoug Moufak	M.C.A	Université de Bejaia	Examinateur
Fatmi Sofiane	M.C.A	Université de Bejaia	Encadreur

Année Universitaire : 2022/2023

# Remerciements

*Tout d'abord, on remercie Dieu le tout-puissant qui nous a comblées  
De sa compassion pour qu'on puisse faire face aux divers obstacles  
Inhérents durant notre cursus d'études.*

*Toute notre infinie gratitude à notre encadreur, Monsieur  
**FATMI SOFIANE** de nous avoir fait l'honneur de diriger, nous  
Sommes très reconnaissantes pour la confiance qu'il nous a témoignée  
Au cours de ce travail, la patience et l'orientation qui ont constitué  
Un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être  
Mené au bon port.*

*Et nous adressons nos remerciements les plus respectueux aux  
Membres du jury pour le grand honneur qu'ils nous font en  
Acceptant d'examiner se mémoire  
Nos familles et nos amis (es)*

*Tout le personnel de l'unité **HAMMATIDES** d'el Kseur*

*Enfin, On dit merci à toutes les personnes qui ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.*



# *Dédicaces*

*Ce modeste travail achevé avec l'aide de Dieu, le tout puissant*

*J'ai l'honneur de dédier ce travail*

*À mes parents*

*À ma famille*

*À mes amis (es) et à toutes les personnes que j'aime*

*À tous les enseignants qui m'ont enseignée durant mon cursus  
universitaire*

*À toute la promotion Génie-alimentaire*

*Yasmina*



# Dédicaces



*Je dédie ce modeste travail à :*

♥ **Mon très cher papa** qui a veillé sur moi tout au long de ma vie ; qui m'a encouragé durant toutes mes études et qui m'a beaucoup soutenu. Merci d'être le papa que vous êtes.

♥ **Ma chère maman**, qui m'a donné la vie et a beaucoup sacrifié pour me voir heureuse et réussir dans ma vie. Merci d'être la maman que vous êtes.

*Que dieu vous garde et vous donne une longue vie.*

♥ **A Mes chers frères et sœurs**, ma source de positivité et de patience, qui m'ont soutenues pendant mon parcours.

♥ **Ma camarade Yasmina** avec qui j'ai partagé les meilleurs moments durant la réalisation de ce travail. Je lui souhaite une réussite dans sa vie socioprofessionnelle.

♥ **Mes copines : Zahra, Sara, Melissa et Zahia.**

**Sarah**



## *Liste des abréviations*

**°D** : Degré Dornic

**°F** : Degré Français

**A.A** : acides aminés

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**BCPL**: Bouillon Lactosé au proupre de bromocrésol

**D/C**: Double concentrer

**EDTA** : Ethylène diamine tétraacétique

**EST** : Extrait sec totale

**ESD** : extrait sec dégraissée.

**FAO**: Food and Agriculture  
Organization

**IP**: Indice de peroxide

**ISO** : International Standard Organisation

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

**H%** : taux d'Humidité.

**g** : Gramme

**KI** : Iodure de potassium

**MG** : Matière grasse

**MSNG** : Matière sèche non grasse

**NEP** : Nettoyage En Place

**NET** : Noir Erichrome T

**NIE**:Norme interne d'entreprise

**PCA** : Plate Cout Agar

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**PP** : phénole phtaléine

**S/C** : Simple concentrer

**SM** : Solution mère

**T°** : Température.

**TA** : Titre alcalimétrique

**TAC** : Titre alcalimétrique complet

**TH** : Titre hydrométrique

## *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>
<b>I.1</b>	Structure de l'eau
<b>I.2</b>	Structure d'un globule de matière grasse
<b>I.3</b>	Structure de la membrane du globule gras
<b>I.4</b>	Composition globale du lait de vache
<b>I.5</b>	Pourcentage de l'importation de lait en comparaison à l'importation
<b>I.6</b>	Evolution de la production du lait
<b>I.7</b>	Position de l'Algérie par rapport aux importateurs mondiaux de poudre de lait
<b>II.1</b>	Processus de fabrication du l'ben traditionnel
<b>II.2</b>	Protocole de fabrication du l'ben à l'échelle industrielle
<b>10</b>	
<b>11</b>	
<b>12</b>	
<b>13</b>	
<b>14</b>	
<b>15</b>	
<b>16</b>	
<b>17</b>	
<b>18</b>	
<b>19</b>	
<b>20</b>	
<b>21</b>	
<b>22</b>	
<b>23</b>	
<b>24</b>	
<b>25</b>	
<b>26</b>	
<b>27</b>	
<b>28</b>	

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	Flore originelle du lait cru	12
<b>I.2</b>	Caractères organoleptiques du lait	13
<b>I.3</b>	Composition lipidique du lait	14
<b>I.4</b>	composition du lait chez divers mammifères	19
<b>I.5</b>	Composition générale d'un lait de vache	23
<b>II.1</b>	température optimale de croissance des bactéries lactiques	
<b>II.2</b>	Composition chimique du l'ben	
<b>II.3</b>	Composition chimique d'un L'ben traditionnel	
<b>II.4</b>	Principaux composés aromatiques d'un l'ben traditionnel	



**- Table des matières –**

**Remerciement**

**Dédicace**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction générale ..... 1**

**Synthèse bibliographie**

**Chapitre I : généralités sur le lait**

**I.1. EAU ..... 2**

**I.2. Le lait ..... 3**

**I.2.1. Définition ..... 3**

**I.2.2. Propriétés physico-chimiques et bactériologiques du lait ..... 4**

**I.2.2.1. Propriétés physico-chimiques ..... 4**

**I.2.2.2. Propriétés bactériologiques ..... 4**

**I.2.2.2.1. Flore originelle ..... 4**

**I.2.2.2.2. Flore de contamination ..... 5**

**I.2.3. Caractéristiques physico chimique ..... 5**

**I.2.3.1. Mesure pH ..... 5**

**I.2.3.2. Acidité titrable ..... 6**

**I.2.3.3. La densité ..... 6**

**I.2.3.4. Matière sèche (EST) ..... 6**

---

<b>I.2.3.5. Point de congélation</b> .....	6
<b>I.2.3.6. Point d'ébullition</b> .....	6
<b>I.2.4. Caractéristiques organoleptiques</b> .....	6
<b>I.2.4.1. La Couleur</b> .....	7
<b>I.2.4.2. Odeur</b> .....	7
<b>I.2.4.3. Saveur</b> .....	7
<b>I.2.4.4. Viscosité</b> .....	7
<b>I.2.5. Structure</b> .....	8
<b>I.2.5.1. Phase aqueuse</b> .....	8
<b>I.2.5.2. Phase colloïdale</b> .....	8
<b>I.2.5.3. Phase d'émulsion</b> .....	9
<b>I.2.6. Composition et structure de la matière grasse</b> .....	9
<b>I.2.6.1. Triglycérides</b> .....	9
<b>I.2.6.2. Phospholipides</b> .....	9
<b>I.2.6.3. Acides gras (fraction insaponifiable)</b> .....	10
<b>I.2.7. Globules gras</b> .....	10
<b>I.2.7.1. Composition de globule gras</b> .....	10
<b>I.2.7.2. Facteurs de stabilité des globules gras</b> .....	11
<b>I. 2.7. 3. Séparation des globules gras</b> .....	11
<b>I.3. Définition du lait cru</b> .....	12
<b>I.3.1. Composition chimique du lait cru</b> .....	12
<b>I.4. Différents types de lait</b> .....	13
<b>I.4.1. Teneur de la matière grasse</b> .....	13
<b>I.4.1.1. Lait entier</b> .....	14
<b>I.4.1.2. Lait à X% de matières grasses</b> .....	14
<b>I.4.2. Traitement thermique</b> .....	14
<b>I.4.2.1. Lait cru</b> .....	14
<b>I.4.2.2. Lait pasteurisé</b> .....	14
<b>I.4.2.2.1. Pasteurisation basse (62-65°C/30min)</b> .....	15
<b>I.4.2.2.2. Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) ou HTST (High Temperature short time)</b> .....	15
<b>I.4.2.2.3. Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s)</b> .....	15

<b>I.4.2.3.Lait stérilisé</b> .....	1
<b>I.4.2.4.Lait stérilisé UHT (ultra haute température)</b> .....	15
<b>I.4.2.5.Lait concentré</b> .....	16
<b>I.4.2.6.Lait aromatisé</b> .....	16
<b>I.4.2.7.Lait en poudre</b> .....	16
<b>I.5. Production du lait en Algérie</b> .....	17
<b>I.6. Evolution de la production laitière en Algérie</b> .....	17
<b>I.7. Consommation de lait en Algérie</b> .....	18
<b>I.8. La commercialisation</b> .....	18
<b>I.9. Marché du lait en Algérie</b> .....	19
<b>I.10. Position de l'Algérie par rapport aux importateurs mondiaux</b> .....	19

## Chapitre II : le l'ben

<b>II.1. Introduction</b> .....	21
<b>II.2. Généralités sur le lait fermenté</b> .....	21
<b>II.2.1.Définition du lait fermenté</b> .....	21
<b>II.2.2.Fermentation</b> .....	21
<b>II.2.3.Composition et propriété physico-chimique du lait fermenté</b> .....	22
<b>II.2.4.Effet de la fermentation sur la composition du lait</b> .....	22
<b>II.2.5. La microbiologie du lait fermenté</b> .....	23
<b>II.2.6.Intérêt nutritionnel du lait fermenté</b> .....	23
<b>II.2.7.Le rôle des ferments lactiques</b> .....	24
<b>II.3.Généralités sur le l'ben</b> .....	24
<b>II.3.1. Définition du l'ben</b> .....	24
<b>II.3.2.La composition chimique du l'ben</b> .....	25
<b>II.3.3. Valeur nutritionnelle du l'ben</b> .....	25
<b>II.3.4.Définition des bactéries lactiques</b> .....	26
<b>II.3.5.Intérêts des bactéries lactiques</b> .....	26

<b>II.3.6.Ferments lactiques spécifiques du L'ben</b> .....	27
<b>II.3.7.Effets bénéfiques du l'ben</b> .....	27
<b>II.3.8. Les souches lactiques du l'ben</b> .....	28
<b>II.3.8.1.Genre Bifidobacterium</b> .....	28
<b>II.3.8.2.Genres Streptococcus</b> .....	28
<b>II.3.8.3.Genre Lactococcus</b> .....	28
<b>II.4. Protocole de fabrication du l'ben</b> .....	29
<b>II.4.1. L'ben traditionnel</b> .....	29
<b>II.4.2. L'ben Industriel</b> .....	29
<b>II.5. Composition chimique de L'ben traditionnel</b> .....	30
<b>II.6. Critères microbiologiques du L'ben</b> .....	31

**Chapitre III : Partie expérimentale**

**Partie 1 : processus de fabrication du l'ben**

<b>III.1.1.Présentation de l'organisme d'accueil</b> .....	32
<b>III.1.2.Situation géographique</b> .....	32
<b>III.1.3.Produits fabriqués</b> .....	32
<b>III.1.4.Le procédé technologique de fabrication du l'ben industriel</b> .....	32
<b>III.1.4.1.La réception du lait cru</b> .....	32
<b>III.1.4.2.Pasteurisation</b> .....	33
<b>III.1.4.3.Refroidissement</b> .....	33
<b>III.1.4.4.Ensemencement</b> .....	33
<b>III.1.4.5.Maturation</b> .....	33
<b>III.1.4.6.Refroidissement</b> .....	33
<b>III.1.4.7.Conditionnement</b> .....	34

---

**Partie 2 : Analyse et contrôle qualité du l'ben**

<b>III.2.1. Matériel.....</b>	<b>36</b>
<b>III.2.2. Méthode d'Analyses physico-chimiques .....</b>	<b>37</b>
<b>III.2.2.1. Echantillonnage .....</b>	<b>37</b>
<b>III.2.2.1.1. Prélèvement du lait cru .....</b>	<b>37</b>
<b>III.2.2.1.2. Prélèvement de l'eau de processus .....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.2.1.3. Prélèvement de la poudre.....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.2.1.4. Prélèvement de L'ben.....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.2.2. Analyse de l'eau de processus .....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.2.2.1. Mesure du pH .....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.2.2.2. Titre hydrométrique (TH) .....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.2.2.3. Mesure du taux de chlorures (Cl-).....</b>	<b>39</b>
<b>III.2.2.2.4. Titre alcalimétrique (TA) .....</b>	<b>40</b>
<b>III.2.2.2.5. Titre alcalimétrique complet (TAC) .....</b>	<b>40</b>
<b>III.2.2.3. Analyses du l'ben .....</b>	<b>41</b>
<b>III.2.2.3.1. Détermination de l'acidité titrable .....</b>	<b>41</b>
<b>III.2.2.3.2. Mesure du pH .....</b>	<b>42</b>
<b>III.2.2.3.3. Détermination de l'extrait sec total et l'humidité Principe .....</b>	<b>42</b>
<b>III.2.2.3.4. Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique) .....</b>	<b>43</b>
<b>III.2.2.3.5. Dissolution des protéines.....</b>	<b>43</b>
<b>III.2.2.3.5. Centrifugation.....</b>	<b>43</b>
<b>III.2.2.3.6. Mesure de la viscosité .....</b>	<b>43</b>
<b>III.2.3. Analyse microbiologique du l'ben .....</b>	<b>44</b>
<b>III.2.3.1. Coliformes totaux et fécaux.....</b>	<b>44</b>
<b>III.2.3.2. Staphylococcus aureus et Salmonelles .....</b>	<b>44</b>

<b>III.2.4.Résultats et discussion d'analyses physico-chimiques du l'ben .....</b>	<b>45</b>
<b>III.2.5.Résultats des analyses microbiologique du L'ben .....</b>	<b>45</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>48</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>49</b>

# *Introduction Générale*

## Introduction générale

Le lait et les produits laitiers occupent une place primordiale dans l'alimentation humaine par leur grande diversité, leur nature, leur présentation, leur goût et leur usage. Leur qualité fondamentale réside le plus souvent dans leur composition nutritionnelle en particulier leur richesse en calcium, protéines, vitamines, minéraux et oligo-éléments. [1].

L'Algérie est un pays de tradition laitière et il en est aussi le premier consommateur au Maghreb. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la relation alimentaire des Algériens [2].

Les laits fermentés sont largement produits dans de nombreux pays, ils sont l'un des produits les plus vieux utilisés pour augmenter la durée de conservation. Cette technique a été pratiquée par l'homme depuis des milliers d'années [3].

Dans les pays industrialisés, le lait fermenté constitue une part importante de la consommation alimentaire. Il a une caractéristique commune, il est obtenu par la multiplication de bactéries lactiques dans une préparation de lait où l'acide lactique coagule et épaissit le lait en lui conférant une saveur acide plus ou moins prononcée. Les caractéristiques propres des différents laits fermentés sont dues à la variation particulière de certains facteurs comme la composition du lait, la température d'incubation, la flore microbienne [4].

Le l'ben est un produit laitier transformé par une fermentation essentiellement lactique qui aboutit à l'acidification et à la coagulation du lait suivi d'un barattage [5].

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin de cycle. Effectivement, nous nous sommes fixé comme objectif de formuler et caractériser cette spécialité laitière à l'échelle industrielle (la laiterie HAMMADITE d'El Kseur).

Notre mémoire est subdivisé en deux parties : La première traitera du composé principal des produits laitiers ; à savoir le lait mais aussi nous aborderons les produits laitiers en général et le l'ben en particulier. La deuxième partie compte à elle, traitera et discutera les expérimentations réalisées au niveau de l'entreprise et au laboratoire.

# *Chapitre I : Généralités sur les produites laitiers*

## I. Composition du lait

### I.1. EAU

Le lait contient environ 85% d'eau; donc l'eau est le composant le plus abondant du lait et sert de phase continue dont les composants solides (lactose, lipides, protéines, et sels) sont dispersés [6].

En raison de leur forte nature dipolaire, les molécules d'eau sont attirées les unes vers les autres et vers d'autres molécules et ions polaires; par conséquent, ils ont tendance à se regrouper étroitement par des liaisons hydrogène transitoires. En revanche, les molécules d'eau évitent les molécules non polaires et minimisent leur zone d'interface. Les constituants solides du lait restent dispersés dans toute la phase aqueuse car ils sont de nature polaire ou, dans le cas de la matière grasse du lait et de la caséine, sont emballés dans des structures macromoléculaires qui contiennent une couche de surface polaire qui permet à la structure d'interagir avec les molécules d'eau. La coagulation, la première étape cruciale de la fabrication du fromage, est réalisée en convertissant les protéines du lait (ou de la crème, ou du lactosérum ou du babeurre selon la variété du fromage) de leur forme polaire native à une forme non polaire. Lorsque cela se produit, la protéine est forcée de se séparer de la phase aqueuse par un processus qui emprisonne les graisses et les minéraux et, initialement, toute l'eau et les substances dissoutes [7].

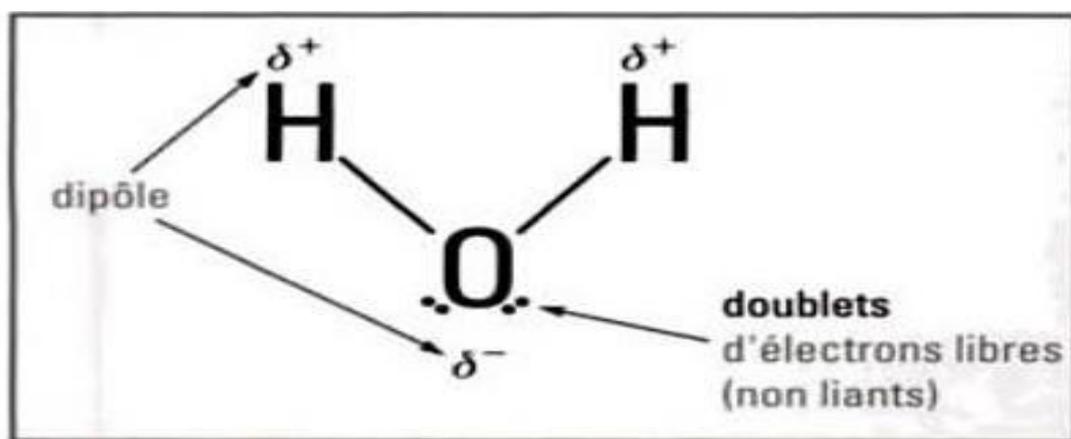


Figure I.1 : Structure de l'eau [8].

## I.2. Le lait

### I.2.1. Définition

La définition adoptée par le premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenue à Genève en 1908, pour le lait propre à la consommation humaine : << est le produit intégral de la traite totale interrompue d'une femelle laitière bien importante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être reculé proprement et ne pas contenir des colostrums. >> Les laits des différentes espèces de mammifères sont constitués des mêmes types de composants ; mais leur composition varie d'une espèce à l'autre. On y trouve des globules de matière grasse en suspension dans une solution contenant le sucre du lait ( lactose), des protéines (surtout la caséine) et des sels de calciums, de phosphore, de chlore, de sodium de potassium et de soufre, donc le lait est un produit équilibré d'un point de vue nutritionnel , adapté aux besoins de chaque espèce [9].

Selon le **JORA** [10], la dénomination lait est réservée exclusivement aux produits de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.

Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en  $\beta$ - carotènes de la matière grasse. Il a une odeur peut marquée mais reconnaissable. Le lait est caractérisé par différentes phases en équilibre instable :

- \* Une phase aqueuse contenant en solution des molécules de sucre, des ions et des composés azotés ;
- \* Des phases colloïdales instables, constituées de deux types de colloïdes protéiques ;
- \* Des globules gras en émulsion dans la phase aqueuse [11].

Le lait est un mélange liquide de nombreuses substances, dont certaines tel que le lactose et les caséines n'appartiennent qu'à lui [11].

Il s'agit d'un système complexe constitué d'une solution vraie (un mélange de particules solides très fines dans une phase dispersante liquide) et d'une émulsion (mélange de fines gouttelettes d'huile dans un liquide).

En effet, le lait fait apparaître les grandes catégories de constituants : eau, lactose, matière grasse, protéines et les constituants salins ; mais ne révèle pas la multitude de ses substances et la complexité de sa composition [12].

La composition chimique du lait varie sous l'effet de facteurs liés à l'animal (stade physiologique, race, niveau génétique, état sanitaire) ou d'autres (saison, alimentation) [13].

## I.2.2. Propriétés physico-chimiques et bactériologiques du lait

### I.2.2.1. Propriétés physico-chimiques

Les propriétés physicochimiques du lait et de ses dérivés sont déterminantes dans l'optimisation des procédés développés pour leur transformation et leur stabilisation [14].

### I.2.2.2. Propriétés bactériologiques

Le lait de part sa composition, est un aliment de choix car complet. Il contient tous les éléments nutritifs nécessaires et indispensable et son pH est voisin de 6,7. Il est ainsi un milieu très favorable pour le développement de nombreuses microflores [15].

D'après [16]. Le lait contient peu de micro-organismes par millilitre lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions hygiéniques. En effet, à partir d'un animal sain, il est normalement dénombré moins de 5000 germes/ml avec moins d'une coliforme/ml. Ces germes concernent essentiellement des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores, à savoir: les Microcoques, les Streptocoques lactiques et les Lactobacilles. Cependant, d'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux d'un point de vue sanitaire tel que les agents de mammites (*Staphylococcus aureus*).

#### I.2.2.2.1. Flore originelle

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de  $10^3$  germes/ml). Il s'agit essentiellement de germe saprophytes du pis et des canaux galactophores: microcoques mais aussi streptocoques lactiques (*Lactococcus*) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les micro-organismes par des substances inhibitrices appelées <<lacténines>> mais leur action est de très courte durée (1 heure environ) [15].

**Tableau I.1** : Flore originelle du lait cru [17].

<b>microorganismes</b>	<b>pourcentage (%)</b>
<b>Micrococcus sp.</b>	<b>30-90</b>
<b>Lactobacillus</b>	<b>10-30</b>
<b>Streptococcus</b>	<b>&lt;10</b>
<b>Gram négatif</b>	<b>&lt;10</b>

#### **I.2.2.2.2. Flore de contamination**

Cette flore est l'ensemble des micro-organismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire [17].

Les contaminations par divers micro-organismes peuvent provenir de l'environnement: entérobactérie, Pseudomonas, Flavobactérium, Microcoques, Corynébactéries, Bacillus, par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière.

Des contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de Clostridium, d'entérobactéries bactéries (Coliformes) et éventuellement, d'entérobactéries pathogène : Salmonella, Yersinia. Ceci explique l'importance d'un contrôle rigoureux du lait [18].

### **I.2.3. Caractéristiques physico chimiques**

#### **I.2.3.1. Mesure pH**

A la traite, le pH du lait est compris entre 6,6 et 6,8 et reste longtemps à ce niveau. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites indiquent un cas anormal (exemple: mammites) [19].

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait .S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie de lactose du lait sera dégradé en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) et donc une diminution du pH

## I.2.3.2. Acidité titrable

L'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, dû à la caséine, au groupe phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et à l'acidité développée, dû à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminé par le dosage en utilisant une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénol phtaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut-être exprimé en gramme d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic ( $^{\circ}\text{D}$ ).  $1^{\circ}\text{D}=0.1\text{g}$  d'acide lactique par litre de lait. Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21^{\circ}\text{D}$ . Un lait dont l'acidité est  $\geq 27^{\circ}\text{D}$  coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est  $\geq 70^{\circ}\text{D}$  coagule à froid [20].

En effet, il s'agit de la neutralisation par la soude des composants acides du lait en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré [21].

## I.2.3.3. La densité

Elle oscille entre 1.028 et 1.034. Elle doit être supérieure ou égale à 1.028 à  $20^{\circ}\text{C}$ . La densité moyenne est de 1.032 à  $20^{\circ}\text{C}$ . La densité des laits écrémés est supérieure à 1.035. Un lait écrémé peut avoir une densité normale [22].

## I.2.3.4. Matière sèche(EST)

Représente le taux de la matière sèche (solide) présent le lait, il doit ne pas être  $< 9\text{ g}$  [23].

## I.2.3.5. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de  $-0.530^{\circ}\text{C}$  à  $-0.55^{\circ}\text{C}$  avec une moyenne à  $-0.555^{\circ}\text{C}$ . Un point de congélation supérieure à  $-0.530$  permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'une cryoscopie [17].

## I.2.3.6. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition 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 supérieure au point d'ébullition de l'eau, soit  $100.5$  cette

propriété physique diminuant avec la pression ,on applique ce principe dans les procédés de concentration du lait [17].

## **I.2.4.Caractéristiques organoleptiques**

### **I.2.4.1. La Couleur**

Le lait est d'une couleur blanche mate porcelaine, en raison de la diffusion de la lumière à travers les misselles de colloïde. Sa richesse en matières grasses lui confère une teinte un peu jaunâtre (selon la teneur de matière grasse en bêta-carotène) [24].

### **I.2.4.2. Odeur**

L'odeur du lait est un indice important de sa qualité. La présence d'une mauvaise odeur dans le lait reflète un problème dans la manipulation et la conservation du lait.

On classe les odeurs selon qu'elles sont absorbées ou développées .les odeurs absorbées peuvent provenir de l'alimentation ou d'autre sources tandis que les odeurs développées peuvent être d'origine microbiologique ou chimique [25].

### **I.2.4.3. Saveur**

La saveur du lait normal frais est agréable. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait à suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire [26].

### **I.2.4.4. Viscosité**

Selon l'espèce, la viscosité distingue-en : - Un lait visqueux, exemple de lait albumineux chez les monogastriques (jument, ânesse, carnivores et femme). - Un lait moins visqueux, le cas du lait caséineux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache) [27].

**Tableau I.2:** Caractères organoleptiques du lait [28].

	<b>Critères</b>
<i>Couleur</i>	<b>Blanc mat</b> <b>Blanc jaunâtre : lait riche en crème</b>
<i>Odeur</i>	<b>Odeur faible</b>
<i>Saveur</i>	<b>Saveur agréable</b>
<i>Consistance</i>	<b>Homogène</b>

### **I.2.5. Structure**

Le lait est un milieu aqueux caractérisé par différentes phases en équilibre instables. Il est possible d'envisager la composition des phases du lait, en classant les particules des constituants en fonction de leur taille [29].

**Les Trois phases caractéristiques sont :**

#### **I.2.5.1.Phase aqueuse**

La phase aqueuse est formée d'un ensemble de substances dissoutes dans l'eau (87% du lait). Ses substances qui se caractérisent par leurs poids moléculaire et leur taille faibles peuvent donner naissance au lactosérum qui est une solution neutre contenant principalement du : lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que les vitamines hydrosolubles et les enzymes [29].

#### **I.2.5.2.Phase colloïdale**

La phase colloïdale est constituée de la caséine qui est la principale protéine du lait associée à des sels minéraux (calcium, phosphate de calcium, etc...). Elle se trouve dispersée sous la forme de nombreuses particules solides en suspension, trop petites pour se déposer. Ces particules sont appelées micelles et leur dispersion dans le lait est appelé suspension colloïdale [30].

Cette dernière peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de microorganismes ou d'enzyme [29].

### I.2.5.3.Phase d'émulsion

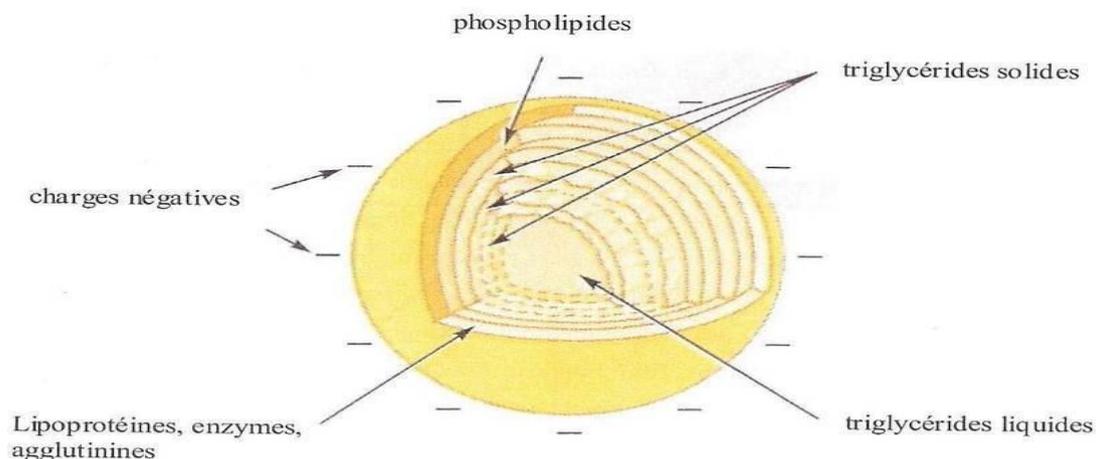
La phase d'émulsion est constituée principalement de la matière grasse qui peut donner naissance à la crème qui est une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité [31]

### I.2.6. Composition et structure de la matière grasse

La matière grasse se compose principalement des triglycérides, des phospholipides et une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de  $\beta$ -carotène [17].

La matière grasse du lait est presque entièrement sous forme de globules, allant de 0,1 à 15 $\mu$ m de diamètre. La distribution des tailles est une caractéristique héréditaire qui varie selon les espèces et les races [18].

Le globule de matière grasse est présenté dans la figure suivante :



**Figure I.2:** Structure d'un globule de matière grasse [33]

#### I.2.6.1.Triglycérides

Les triglycérides représentent 98% de la matière grasse totale de lait, qui correspond à trois molécules d'acides gras estérifiées sur une molécule de glycérol. Les triglycérides sont dits « purs » si les 3 acides gras sont identiques et « mixtes » si au moins un acide gras est différent. Puisque la partie du glycérol est identique dans tous les triglycérides, ce sont les acides gras qui leur confèrent leur propriété physicochimique [17].

#### I.2.6.2.Phospholipides

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse du lait. Ils sont classés comme graisses complexes, se caractérisent par la présence de phosphore dans leurs

structures. Ils contiennent de la glycérine ou de la sphingosine associée à un ou deux acides gras et le groupe phosphate auquel est attaché un groupe azoté qui peut être la choline, l'éthanol amine ou la sérine (un acide aminé). Trois types de phospholipides sont distingués : la lécithine, la céphaline et la sphingomyéline [17].

### **I.2.6.3. Acides gras (fraction insaponifiable)**

Les acides gras entrent dans la composition de tous les lipides et constituent 90% de leur masse. Leur nature est variée ; on en compte plusieurs centaines mais une dizaine seulement sont importants par leur quantité dont deux en particulier, l'oléique et le palmitique [34].

La matière grasse du lait est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Parmi ceux-ci, la proportion d'acides gras polyinsaturés est faible (3%) [35].

**Tableau I.3:** Composition lipidique du lait [36].

<b>Constituants</b>	<b>Proportions de lipides du lait(%)</b>
<b>Triglycérides</b>	<b>98</b>
<b>Phospholipides</b>	<b>01</b>
<b>Fraction insaponifiable</b>	<b>01</b>

### **I.2.7. Globules gras**

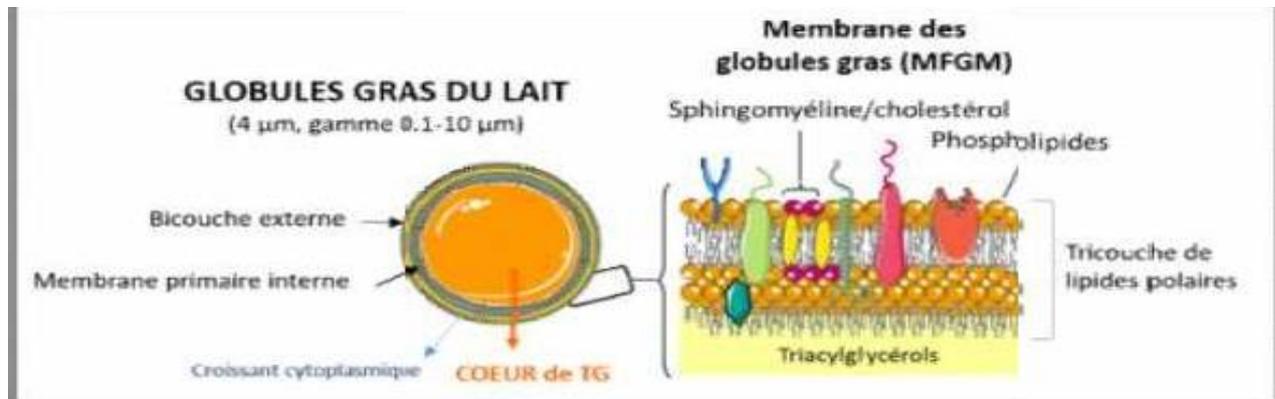
La matière grasse est sous forme de globules gras (visibles au microscope optique) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Suivant la nature de la phase dispersée, on distingue les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) et des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre). La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipido-protéique chargée négativement [37].

#### **I.2.7.1. Composition de globule gras**

La structure d'un globule gras est hétérogène, en allant du centre à la périphérie, on trouve successivement [24] :

- Une zone de glycéride à bas point de fusion est liquide à température ambiante.
- Une zone riche en glycéride à haut point de fusion.
- Une zone corticale : la membrane du globule gras joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés. Cette membrane constitue une barrière naturelle

contre l'accès de la lipase naturelle du lait ou d'enzymes étrangères reliées que les enzymes extracellulaires thermorésistantes produites par des bactéries psychotropes qui croissent lors de la réfrigération du lait.



**Figure I.3:** Structure de la membrane du globule gras [37].

### I.2.7.2 Facteurs de stabilité des globules gras

L'élaboration des produits laitiers nécessite de prendre en compte les caractéristiques de l'émulsion laitière (diamètre et nature de la membrane des globules gras) qui gouvernent sa stabilité physique, biologique et chimique. Les matières grasses à l'état dispersé, notamment laitières, sont naturellement soumises à des instabilités physiques dont les principales sont l'écumage, la floculation et la coalescence. Par ailleurs, la matière grasse laitière (MGL) présente certaines spécificités telles que l'agglutination à froid et la coalescence partielle des globules gras (GG) qui s'observe sur une large gamme de température, couvrant les températures de stockage des produits laitiers [35].

### I.2.7.3. Séparation des globules gras

La matière grasse peut aussi se présenter sous forme de groupements de globules gras. Les agglutinines peuvent s'associer à la couche périphérique des globules gras individuels et favoriser leur juxtaposition sous forme de grappes de plusieurs centaines d'unités facilitant d'autant l'ascension de la matière grasse suivant la loi de Stokes [39].

L'agitation, le pompage et le refroidissement énergétique entraînent la dislocation des lipoprotéines de la membrane des globules gras vers le sérum et amènent une présence de triglycérides vers la surface. Il se produit alors une contraction du noyau du globule gras causant des fissures qui permettent aux triglycérides liquides de se diriger vers l'extérieur, où ils se répendent à la surface pour former un rassemblement de globules, appelé aussi « Graissage » [17].

**I.3. Composition chimique du lait cru**

Le lait est un aliment riche en protéines de haute valeur biologique, en Calcium, en vitamines, et en oligo-éléments et en composants mineurs : enzymes, vitamines, pigment, cellules divers, gaz .la composition est représentée dans le (**tableau I.4**).

**Tableau I.4:** composition du lait chez divers mammifères [40].

<b>Composition moyenne du lait (g/l)</b>								
	Eau	Extrait Sec	Matière Grasse	Protéines			Glucides : lactose	Matière minérale
				Totale	Caséine	Albumine		
<b>Equidés</b>								
Jument	925	100	10-15	20-22	10-12	7-10	60-65	3-5
Anesse	925	100	10-15	20-22	10-12	9-10	60-65	4-5
<b>Ruminants</b>								
Vache	900	130	35-40	30-35	27-30	3-4	45-50	8-10
Chèvre	900	140	40-45	35-40	30-35	6-8	40-45	8-10

La composition du lait varie largement d'une espèce à l'autre en fonction d'une multiplicité de facteurs: la race animale, alimentation, état de santé de l'animal, période de lactation, période de la traite et la saison [41].

La composition globale du lait est présentée dans la figure suivante



**Figure I.4:** Composition globale du lait de vache [41]

**Tableau I.5:** Composition générale d'un lait de vache [8].

Constituants majeurs	Variation limites (%)	Valeur moyenne (%)
<b>Eau</b>	<b>85,5-89,5</b>	<b>87,5</b>
<b>Matière grasse</b>	<b>2,4-5,5</b>	<b>3,7</b>
<b>Protéines</b>	<b>2,9-5,0</b>	<b>3,2</b>
<b>Glucides</b>	<b>3,6-5,5</b>	<b>4,6</b>
<b>Minéraux</b>	<b>0,7-0,9</b>	<b>0,8</b>

### **I.4. Différents types de lait**

Il existe deux principaux critères de classification du lait : la teneur en matière grasse et le traitement thermique. En combinant ces deux critères on obtient différents types de laits, définis précisément par la réglementation [42].

#### **Selon la teneur de la matière grasse**

La standardisation qui la réincorporation de plus ou moins de crème au lait après écrémage et qui permet de moduler la teneur en matière grasse du lait [42].

##### **I.4.1.Lait entier**

C'est le lait le plus riche en matière grasse matière grasse (3,5% au minimum par litre), et donc celui qui possède le plus d'arômes [43].

## I.4.2. Lait à X% de matières grasses

La matière grasse (MG) est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10.10<sup>-6</sup>m et est essentiellement constituée de triglycérides (98 %).

La matière grasse représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65 % d'acide gras saturés et de 35 % d'acide gras insaturés. Parmi ceux ci, la proportion d'acide gras polyinsaturés est faible (3 %). Elle présente:

- \* Une très grande variété d'acide gras (150 différents) ;
- \*Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- \*Une teneur élevée en acide oléique (C18:1) et palmitique (C16:0);
- \*Une teneur moyenne en acide stéarique (C18:0) [44].

## Selon le traitement thermique

Le lait contient des micro-organismes pouvant se développer après la traite. Certains sont utiles (ferments lactiques...), d'autres sont nuisibles à la qualité et certains peuvent être pathogènes (rare) l'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a admis l'élaboration d'une large gamme de « laits de consommation » qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle, organoleptique et leur durée de conservation [35].

### I.4.3.Lait cru

Le lait cru est un aliment qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la Réfrigération à la ferme. Sa date limite de consommation correspond au lendemain du jour de la traite, porté à l'ébullition 5 à 8 minutes avant la consommation, il doit être utilisé dans les 48 heures, [46].

### I.4.4.Lait pasteurisé

La pasteurisation a pour objectif la destruction de toutes les formes végétatives des microorganismes pathogènes du lait sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier [47]. 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).la pasteurisation consiste a éliminer la plupart des microorganismes du lait en le chauffant à une température comprise entre 60 et 90C° c'est a dire sans ébullition, mai avec un

refroidissement rapide. La pasteurisation du lait s'effectue dans un appareil appelé pasteurisateur [48]. D'après [49], On distingue trois types de traitements :

► **Pasteurisation basse (62-65°C/30min)**

Elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie.

► **Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) ou HTST (High Temperature short time)**

Elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. 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/1-2s)**

Elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

## I.4.5. Lait stérilisé

Le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation [50].

Le lait est d'abord préchauffé, stérilisé dans un échangeur de chaleur tubulaire à 138-145 °C pendant 2 secondes. Après conditionnement les bouteilles sont chauffées à 113–130 °C pendant environ 10–12 min [51].

## I.4.6. Lait stérilisé UHT (ultra haute température)

Technique de stérilisation particulière où le lait est chauffé à 140°C pendant 2 secondes [51].

## I.4.7. Lait concentré

Lait concentré c'est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre + (JORA, 2001). Selon [49], la stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau (AW). 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'AW. Leur teneur en eau est de 24% environ, les constituants ont une concentration proche du triple de celle du lait, la teneur en saccharose atteint plus de 40% [52].

### I.4.2.6. Lait aromatisé

**VIERLING E;** 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 peuvent avoir subi l'addition d'agar-agar, alginates, carraghénanes et pectines comme stabilisants. Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT. Ce sont tous des laits stérilisés auxquels on a ajouté des arômes autorisés (notamment cacao, vanille, fraise) [50].

### I.4.2.7. Lait en poudre

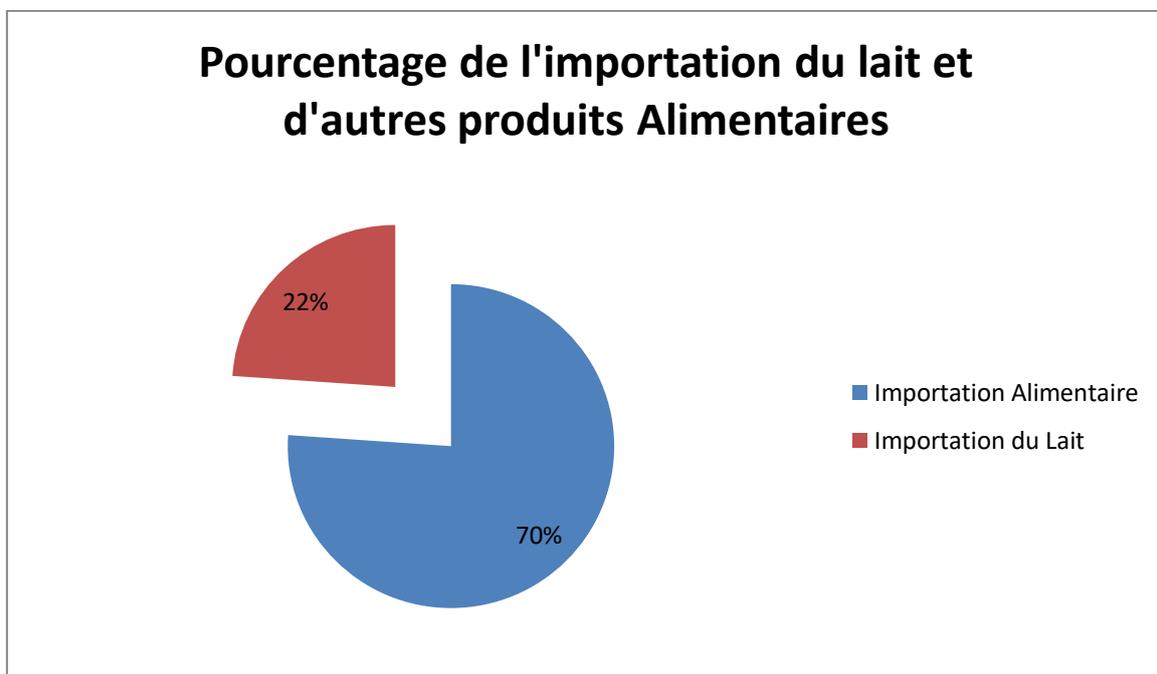
**PFIFFNER** évoque que la production de lait condensé avait débuté dans les années 1860, celle de lait en poudre commença plus tardivement (Industrie laitière). Les essais de dessiccation de lait entier, demi-écrémé ou écrémé entrepris dans la seconde moitié du XIXe s. avaient donné des produits insatisfaisants à la réhydratation. C'est au début du XXe s. que l'on mit au point des procédés aptes à un usage industriel, dont les plus importants restent aujourd'hui encore l'atomisation et le séchage sur cylindres chauffants, qui réduisent la teneur en eau du lait de 88% à 2-4%. Selon la loi sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait sont des produits résultants de l'enlèvement partiel de l'eau du lait. On répartit les poudres en trois groupes : La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé [53].

Les usines de reconstitution sont en majorité implantées dans les pays en développement qui grâce à leurs ressources naturelles ont une population dont le pouvoir d'achat et le nombre augmentent rapidement. En outre, dans beaucoup de ces pays des créations d'élevage ont démontré aux responsables locaux qu'il leur en coûterait toujours sensiblement plus cher de produire du lait frais chez eux que d'importer de la poudre pour la reconstitution, même non subventionnée, des nations spécialisées dans l'élevage des vaches

laitières. Ceci s'est vérifié aussi bien en Afrique du Nord qu'en Egypte et que dans tout le Moyen-Orient [54].

### I.5. Production du lait en Algérie

L'Algérie classée 3ème importateur mondial. La production locale de lait en Algérie tourne autour de 600 à 800 millions de litres/an, alors que les besoins actuels sont de 4,5 à 5 milliards de litres /an, soit un déficit de près de 4 milliards de litres/an qui est comblé par les importations. Le taux moyen de consommation par personne est de 115 litres/habitant/an en Algérie contre 65 au Maroc, 85 en Tunisie et 35 dans le pays de l'Afrique subsaharienne. Sa part dans les importations alimentaires totales du pays représente environ 22 %. L'Algérie importateur mondial [55].



**Figure I.5:** Pourcentage de l'importation de lait en comparaison à l'importation alimentaire [55].

### I.6. Evolution de la production laitière en Algérie

La production laitière a évolué durant ces campagnes successives d'environ 8%. Cette évolution n'est pas considérée comme importante en raison des fluctuations de la production qui atteint son maximum uniquement pendant les 2èmes trimestres des 2 années successives (679819 et 733757 millions de litres). Ce qui coïncide avec les périodes d'abondance en fourrages verts (printemps). Or, cette production est minimale au 4e trimestre des deux années correspondant aux périodes automnales où la fourniture du fourrage vert est faible et l'alimentation est principalement composée de fourrages secs. La saisonnalité de la

production est le résultat de l'effet conjugué des disponibilités alimentaires, des conditions climatiques et de la conduite de la reproduction [56].

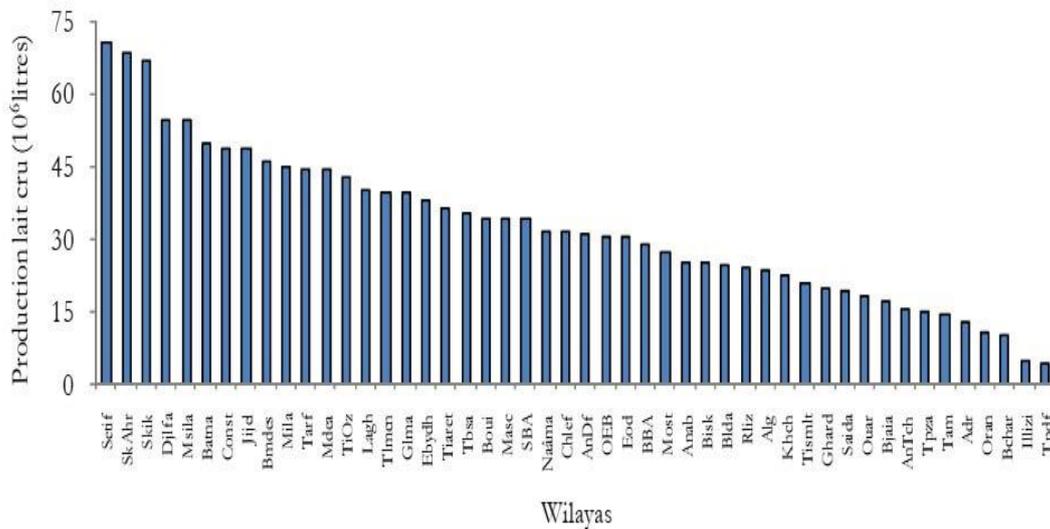


Figure I.6: Evolution de la production laitière nationale (toutes espèces laitières) selon les wilayas [57].

### I.7. Consommation de lait en Algérie

Les algériens consomment plus que la moyenne mondiale annuelle fixée par la F.A.O à 90 litres/habitant en lait. En effet, cette consommation a été estimée en 2015 à 147 litres. Ainsi, le citoyen algérien consomme quelques 57 litres/an de plus, cependant, les disponibilités annuelles en lait ont atteint 121 kg par personne, alors qu'elles étaient de 52 kg au Maroc, 42 kg en Egypte et en Jordanie et 111 kg en Tunisie [58].

Par ailleurs, en 2019, la consommation annuelle de lait en Algérie est de 5,9 milliards de litres dont 3,6 milliards sont produits localement, soit un taux d'autosuffisance de 61%. Le déficit d'environ 2,3 milliards de litres est comblé par les importations. Les origines de ces importations sont principalement la Hollande et l'Uruguay [59].

### I.8. La commercialisation

Le montant des importations de poudre de lait devrait être moins faramineux en 2009 que les années précédentes, selon l'Office national interprofessionnel du lait (ONIL). La baisse du prix de ce produit sur le marché international permettra à l'Algérie d'économiser près de 400 millions de dollars et un volume de 40 000 tonnes. L'ONIL prévoit une facture des importations de poudre de lait destinée à la production de lait pasteurisé en sachet d'environ 350 millions de dollars en 2009 contre 750 millions de dollars en 2008, soit une

baisse de plus de 50%. Le prix de la matière première sur le marché international est passé de 5000 dollars la tonne en 2008 à 2200 dollars en 2009. Pour meilleure gestion des opérations d'importation, qui tient compte de la chute de la demande nationale en poudre de lait, en raison de l'intégration de lait cru dans le processus de transformation au niveau des laiteries.

L'Etat a adopté depuis quelques mois une politique de vente concomitante aux industriels dont les quotas de poudre de lait sont proportionnels à la quantité de lait issu des fermes nationales d'élevage de bovins. Pour soutenir le prix public du lait ordinaire, vendu à 25 DA le sachet de un litre, l'Etat consacre une subvention de l'ordre de 15 milliards de dinars, rappelle-t-on de même source. L'Algérie, qui dispose de 900 000 vaches laitières, importe 60% de sa consommation en poudre de lait pour couvrir ses besoins estimés à plus de 3 milliards de litres par an. La production nationale est de 2,2 milliards de litres par an dont 1,6 milliard de litres de lait cru [60]. En Algérie, la filière lait a été concernée pratiquement par tous les plans de développement qu'a connu le pays (triennal, quadriennal et quinquennal). Tous ces plans n'ont pas abouti aux résultats escomptés. Néanmoins, ils ont permis d'asseoir un tissu d'industries de transformation laitière et un début de modernisation d'élevage [61].

### I.9. Marché du lait en Algérie

Le marché algérien des produits laitiers connaît une croissance à deux chiffres en raison des prix administrés du lait pasteurisé en sachets (LPS) qui fait du lait la source de protéines bon marché par excellence et pousse la consommation. Bien que les prix soient très supérieurs à ceux du LPS, les consommateurs sont prêts à payer pour la qualité, la commodité, le goût, l'image, la marque et l'innovation.

Le lait UHT en brique progresse alors qu'il coûte 3,5 fois le prix du LPS.

Le développement des produits laitiers frais/ultra frais (et par voie de conséquence des purées de fruits, arômes, emballages et équipements correspondants) est l'ordre de 10% par an [62].

### I.10. Position de l'Algérie par rapport aux importateurs mondiaux

Répertorié mondialement, comme étant l'un des plus gros importateurs de lait, l'Algérie est classée au deuxième rang des pays après la Chine (**Figure I.7**). Les importations algériennes portent principalement sur des poudres de lait dont poudre industriel (77%), poudre de consommation importé et commercialisé en l'état (9%) et poudre infantile (4%) ainsi que les fromages (5%) et beurre (5%) ; 56 % des importations sont gérés par les

opérateurs publics, 44 % par les opérateurs privés. Les produits laitiers accaparent une place prépondérante dans la structure des importations algériennes de 13 à 14% [63].



	China	Algérie	Indonésie	Mexico	Malaysia	Egypt.	Philippine	Japon	Singapore	Thaïlande
2013	44990	38557	36429	32302	19597	19315	18438	10085	9316	8531

Figure I.7: Position de l'Algérie par rapport aux importateurs mondiaux de poudre de lait [64].

## *Chapitre II : Le l'ben*

## II.1. Introduction

La fermentation du lait conduisant à la formation d'acides organiques, notamment d'acide lactique, entraînent une acidification du lait. Ces laits fermentés peuvent résulter d'ensemencements spontanés à température ambiante, ou d'ensemencement par une flore et à une température contrôlée. Ce contrôle porte sur le choix des espèces et des souches en fonction de leurs intérêts technologiques texturaux ou organoleptiques [65].

## II.2. Généralités sur le lait fermenté

### II.2.1. Définition du lait fermenté

La dénomination "lait fermenté" est réservé au produit laitier préparé avec différents types des laits (écrémés, concentré, en poudre) et ensemencés avec des microorganismes [66].

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 bénéfique pour la santé [67].

Les laits fermentés sont préparés depuis une époque très lointaine en Asie centrale, dans les pays méditerranéens et dans la plupart des régions d'élevage où ils constituent un mode de protection et de conservation du lait grâce à l'abaissement du pH en même temps qu'ils sont un aliment apprécié pour sa saveur [68]. Ils sont obtenus par la multiplication des bactéries lactiques dans une préparation de lait, l'acide lactique produit à partir du lactose contenu dans le lait permet la coagulation du lait et confère une saveur acide aux produits. Les Synthèse bibliographique 6 caractéristiques propres des différents laits fermentés sont dues à la variation particulière de certains facteurs, tels que la composition du lait, la température d'incubation ou les ferments utilisés [69].

### II.2.2. Fermentation

La fermentation est une réaction biochimique qui se produit dans des milieux dépourvus d'oxygène et qui transforme une substance organique sous l'effet d'enzymes, aussi appelées ferments. Ce terme désigne l'ensemble des transformations qui s'effectuent sous l'influence de micro-organismes. Ces derniers contiennent des enzymes comme sortes de clés biologiques permettant à divers réactions chimiques de s'effectuer. La fermentation est due à l'action des levures et des bactéries sur des composés fermentescibles [70]. On classe la

fermentation en plusieurs catégories, selon les produits dominants. La fermentation lactique est la transformation de lactose, le seul sucre de lait, en acide lactique sous l'action des bactéries lactiques du lait ou par l'ajout des ferments lactiques ou levains [71].

L'objectif de la fermentation lactique et tout d'abord d'augmenter la stabilité du produit, par inhibition des altérations microbiennes et enzymatiques éventuelles et par conséquent allongé sa durée de conservation. Elle permet aussi d'obtenir des produits sains c'est-à-dire exempts de micro-organismes pathogènes. Enfin, elle confère aux produits obtenus des propriétés nutritionnelles et organoleptiques particulières (texture, arômes et saveur) [72].

### **II.2.3.Composition et propriété physico-chimique du lait fermenté**

La fermentation du lait par des micro-organismes particuliers induit des changements dans le goût, la texture, la couleur, la saveur, et les propriétés nutritives du lait [73].

La composition chimique du lait fermenté est variable, elle dépend des localités, des régions, des fermes, de la composition chimique du lait cru de départ et de la procédure de fabrication [74].

Le métabolisme microbien produit des composés carbonylés volatils qui participent à la richesse aromatique du raïb et du l'ben (acétaldéhyde (éthanal), diacétyl, l'acétoïne). Dans le l'ben, ces composés volatils sont associés à la présence d'alcool (éthanol) à une concentration significative susceptible de contribuer à l'arôme typique du l'ben, pourtant, sa concentration est trop faible pour donner un goût alcoolique au produit [75].

La fermentation du lactose augmente l'acidité titrable dans le « L'ben » a plus de 0.60 % d'acide lactique, par conséquent le pH et le lactose baissent respectivement au-dessous de 4.7 et 3.7 g 100.g-1. Généralement, Les valeurs moyennes pour les principaux constituants sont les suivantes : pH : 4.2 ; acidité titrable : 8.2 g en acide lactique ; graisses : 8.9 g/l ; protéines totales : 25.6 g/l ; lactose : 26.9 g/l et matière sèche totale : 89 g /l [76].

### **II.2.4.Effet de la fermentation sur la composition du lait**

L'effet majeur de la fermentation lactique sera l'hydrolyse des glucides du lait. Le lactose, quantitativement le principal composant solide du lait, est présent dans le lait fermenté hydrolysé à raison de 30% environ pour donner, pour chaque molécule, une

molécule de galactose et deux molécules d'acide lactique. La production d'acide lactique au cours de la fermentation conduit à un abaissement du pH qui aura pour effet de cailler le lait.

Les autres sources énergétiques, les lipides et les protéines du lait, ça peut modifier par la fermentation. La teneur vitaminique du lait de départ est modifiée par la fermentation ; certains vitamines sont consommées par des bactéries, d'autres sont produites. Les travaux publiés à ce jour sont souvent contradictoires.

Des travaux récents et précis peu nombreux tendent à montrer d'importantes différences dans la digestion des protéines selon la technologie subie par le lait. Ainsi, avec le lait, il se forme rapidement un caillot de caséine dans l'estomac, celle-ci étant évacuée lentement sous forme de peptides. Il a été aussi montré que le temps de transit du lait fermenté dans l'intestin est plus long que celui du lait [77].

### **II.2.5. La microbiologie du lait fermenté**

La flore microbienne du l'ben dépend de la microbiologie du lait cru de départ. Le lait cru utilisé pour fabriquer le l'ben contient une flore microbienne abondante et complexe qui comporte des bactéries lactiques mais aussi des micro-organismes indésirables [78].

### **II.2.6. Intérêt nutritionnel du lait fermenté**

La fermentation du lait conduisant à la formation d'acides organiques, notamment l'acide lactique, entraîne une acidification du lait. Les laits fermentés peuvent résulter d'ensemencements spontanés à température ambiante, ou d'ensemencements par une flore à une température contrôlée. Ce contrôle porte sur le choix des espèces et des souches en fonction de leur intérêt technologique (texture du produit) ou organoleptique [68].

Les produits laits fermentés sont reconnus comme source importante de protéines digestibles, vitamines (vitamine A), sels minéraux (Calcium, fer, cuivre, zinc, magnésium et de phosphore) [79].

Au cours de la fermentation la composition du lait subit un certain nombre de modification, qui en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait. A titre d'exemple, 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 lactase. [80].

### II.2.7. Le rôle des ferments lactiques

Ce sont des germes qui conditionnent l'évolution ultérieure du lait. Ils jouent un rôle important :

Ils possèdent un pouvoir inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes pathogènes ou d'altération [81].

L'impact sur la qualité du produit est fortement dépendant de la souche utilisée et varie entre les souches selon leurs activités et voies métaboliques [82].

Les ferments contribuent également aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sensorielles des produits et à leur sûreté [83].

Ils accroissent la qualité marchande du lait caillé par une fermentation lactique aromatisant [84].

**Tableau II.1:** température optimale de croissance des bactéries lactiques [85].

Genres des bactéries	Température de croissance
Leuconostoc	18-35°C
Lactococcus	27-32°C
Lactobacillus mésophile	30-35°C
Streptococcus thermophile	42-43°C
Lactococcus thermophile	40-45°C

## II.3. Généralités sur le l'ben

### II.3.1. Définition du l'ben

En Algérie le lait est consommé principalement à état naturel de l'ben, de beur, et plus rarement de fromage, issue à partir de lait de vache, de brebis, au de chèvre [86].

L'ben est un produit laitier fermenté qui joue un rôle important dans l'alimentation quotidienne et dans l'industrie alimentaire en raison de ses caractéristiques nutritionnelles, gustative, aromatique, et sanitaire, ce produit obtenu traditionnellement par fermentation spontanée du lait cru à température ambiante, et aujourd'hui fabriqué industriellement en ajoutant des culture de démarrage au lait pasteurisé puis emballé et stocké dans de condition de sécurité et d'hygiénique [87].

### II.3.2. La composition chimique du l'ben

L'ben contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Un litre de ce produit contient environ 50g de lactose, 32g de protéines et 40g de matières grasses. La valeur énergétique d'un litre de l'ben est de 27.2kj environ. Il est aussi riche en minéraux tel que le calcium 1.2g par litre, le phosphore 0.9g le potassium 1.5g, le magnésium 130g et le chlore 1.2g. Il contient aussi des vitamines hydrosolubles en quantités constantes (B et C) et liposolubles en quantités variables (A, D, E et K). L'eau reste finalement l'élément prédominant de ce produit avec un taux de 80% [88].

**Tableau II.2:** Composition chimique du l'ben [88].

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

**Tableau II.3:** Propriétés physique de l'ben [89].

Propriété physique	Valeur
Densité	1.030-1.033
PH	4.4-4.6
Acidité °D	65-75 °D
Extrait sec	76 g/l

### II.3.3. Valeur nutritionnelle du l'ben

La valeur nutritionnelle du l'ben ne diffère du lait que par le léger mouillage dont il faut l'objet, par l'élimination d'une quantité variable de matière grasse, et par la fermentation d'une partie du lactose, et que le développement microbien entraîne même un enrichissement de certaines vitamines [89].

### II.3.4. Définition des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont en général des micro-organismes gram positif, immobiles, sporulés, anaérobies ou aérobies, dépourvus de cytochrome oxydase, de catalase et de nitrate réductase. Cependant, certaines souches sont pseudo catalase [90].

Les bactéries lactiques colonisent de nombreux produits alimentaires tels que les produits laitiers, la viande, les végétaux, et même des céréales et font partie de la flore intestinale et vaginale humaine ou animal [83].

Leur forme peut-être coccoïde, coccobacillaire ou bacillaire. Elles sont généralement mésophiles avec une température optimum de croissance entre 20 °C et 30 °C ou thermophiles entre 30°C et 45°C. La majorité de souches se développent à pH 4 et 5, certaines sont en activité à pH 9,6 et d'autres à pH 3,2 [91].

Sur la base des caractéristiques fermentaires, les bactéries lactiques sont homo-fermentaires ou hétéro-fermentaires [92].

Dans le premier cas seul l'acide lactique est produit, dans le second, en plus de l'acide de lactique sont produit de l'acide acétique, de l'éthanol, de dioxyde de carbone et de l'acide formique [93].

### II.3.5. Intérêts des bactéries lactiques

Grâce à leurs effets bénéfiques, les bactéries lactiques sont utilisées dans plusieurs secteurs d'activité, notamment dans le domaine de l'agriculture, de la santé et de l'industrie agroalimentaire. Les bactéries lactiques sont utilisées dans le domaine de l'agriculture comme agents biologiques de conservation du fourrage par fermentation acidifiante.

L'utilisation des bactéries lactiques dans les ensilages, permet de limiter ou d'inhiber certaines voies métaboliques indésirables telles que l'cétogenèse et la protéolyse, conduisant à l'amélioration de la qualité nutritive du fourrage.

Ainsi, on a pu observer chez le bétail une augmentation de 5 à 11 % des performances zootechniques telles que la digestibilité, le gain de poids ou la production laitière [94].

L'étiologie des effets bénéfiques engendrés par les souches lactiques dans les ensilages reste encore très peu élucidée mais des équipes suggèrent un effet probiotique affectant favorablement l'écosystème et le pH ruminal [95].

Dans le domaine de la santé, certaines bactéries lactiques spécifiques sont utilisées comme probiotique c'est-à-dire des micro-organismes vivants dont l'application à l'homme ou à l'animal exercent un effet bénéfique sur ce dernier par amélioration des propriétés de la flore intestinale [96].

Enfin en industrie agroalimentaire, les bactéries lactiques sont employées pour aider à la fois à la fabrication et à la conservation des produits à partir de certaines matières premières telles que le lait, la viande, le poisson, les végétaux et les céréales. Eu égard à leur pouvoir acidifiant, leur capacité à améliorer la flaveur et la texture des aliments, les bactéries lactiques sont de loin des agents d'amélioration de la qualité organoleptique des aliments [97].

### **II.3.6.Ferments lactiques spécifiques du L'ben**

Les premières études de la composition microbiologique du lait fermenté datent de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle [98]. A l'heure actuelle, des espèces de bactéries lactiques des genres *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* et *Bifidobacterium* ont été identifiées dans les laits fermentés.

Des souches de *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, et *Bifidobacterium* sont principalement utilisées dans les cultures commerciales d'amorçage.

Très peu d'information est disponible sur la flore microbienne impliquée dans la fabrication traditionnelle du lait fermenté [99].

Les espèces *Lactococcus* et *Leuconostoc* sont prédominantes dans le « L'ben », les *Lactobacillus* spp. sont présents à de faibles nombres. Les espèces dominantes sont *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* et subsp. *Lactisbiovar diacetylactis*, et *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremeris* et subsp. *lactis* [100].

### **II.3.7.Effets bénéfiques du l'ben**

L'ben a une valeur nutritive similaire au lait, puisqu'il contient une quantité importante de protéines, de lactose, de calcium, de potassium et de phosphore, et une source importante de vitamines (A, B...) Et ce, en ne fournissant que peu de calories.

D'autre part, le transit intestinal du lait fermenté est deux fois plus long que celui du lait, ce qui améliore l'absorption des nutriments. Ce produit se différencie du lait par le fait

qu'il est plus facile à digérer, tant au niveau de son contenu protéique qu'au niveau de son contenu en carbohydrates [99].

### **II.3.8. Les souches lactiques du l'ben**

#### **II.3.8.1. Genre Bifidobacterium**

Bifidobactéries sont des bactéries lactiques anaérobies claviformes ou fourchues qui constituent la grande majorité des bactéries qui envahissent les fèces des petits enfants. Elles produisent de fortes quantités d'acide acétique en même temps que l'acide d'extro-lactique [101].

C'est des bactéries anaérobies à gram positives, immobiles, non sporulés, non productrice de gaz, catalase négative et nitrate réductase négative. Les bifidobactéries se croîtrent à des températures optimales entre 37°C et 41°C [102].

#### **II.3.8.2. Genres Streptococcus**

Les Streptococcus font partie des bactéries à Gram positif, anaérobie facultatif, immobilier, [103]. De formes coques, catalase négative, asporogène, à un métabolisme homofermentaire produisant principalement de l'acide lactique.

Le Streptococcus thermophilus est la seule espèce à l'intérêt industriel et nutritionnel du genre Streptococcus, ces cellules de formes ovoïde ce groupent en longues chaînes, produisant de l'acide lactique [104] elle se distingue par sa croissance thermophile optimal autour de 42/43°C peut résister jusqu'à 60°C avec un GC % de 40 % [102].

#### **II.3.8.3. Genre Lactococcus**

Ces bactéries lactiques en forme de coques disposés en chaîne de longueur variable, en un métabolisme homonfermentaire, produisent exclusivement de l'acide lactique [105].

Elles se distinguent par leurs température de croissance minimal l'intérieur ou égale à 10°C et optimale voisine de 30°C, par leurs thermosensibilitès et leurs inaptitudes poussent en présence de 6.5% de NaCl at à pH 9.6.

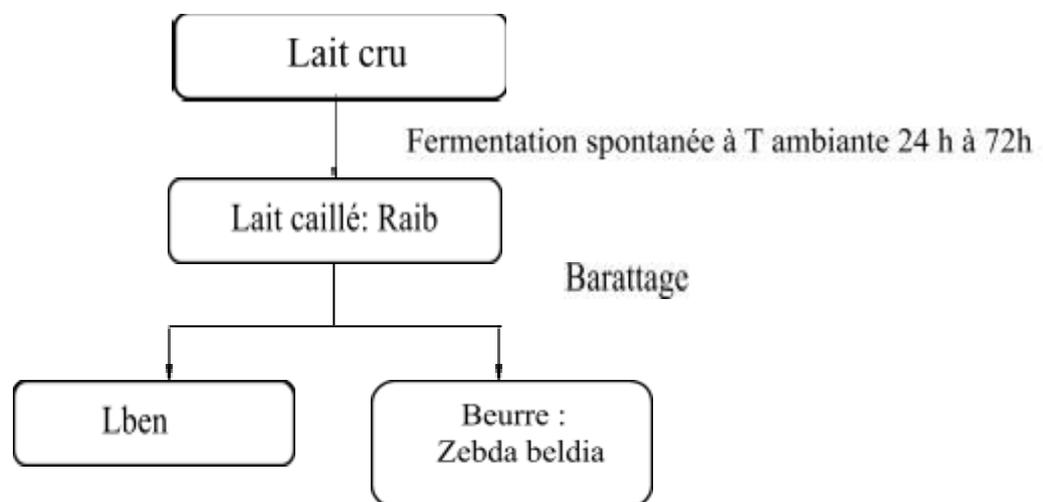
## II.4. Protocole de fabrication du l'ben

### II.4.1. L'ben traditionnel

Le lait cru est laissé se fermenter à lui-même à une température ambiante d'une durée de 24h

À 72h, selon la saison. Après la coagulation du lait le produit obtenu est appelé Raib qui peut être consommé tel qu'il est, et pour l'obtention du Lben, le Raib va subir un barattage qui peut être effectué traditionnellement dans une « Chekoua » (sous forme d'un sac obtenu à partir de la peau de chèvre) d'une durée de 45 à 65 minutes. De nos jours, le barattage avec Chekoua est remplacé par l'utilisation des mélangeurs électriques qui sont des conteneurs métalliques équipés d'un agitateur et d'un moteur au-dessus. Ce batteur électrique a plus d'avantage que Chekoua, il fait gagner du temps, réduit l'effort physique nécessaire pour le barattage manuel [106].

Puis, afin de séparer le Raib en beurre et en lben un volume d'eau froide est ajouté (10 % du volume du lait) dans le but de rassembler les grains de beurre [88]. Ces étapes sont résumées dans la **figure II.1**.



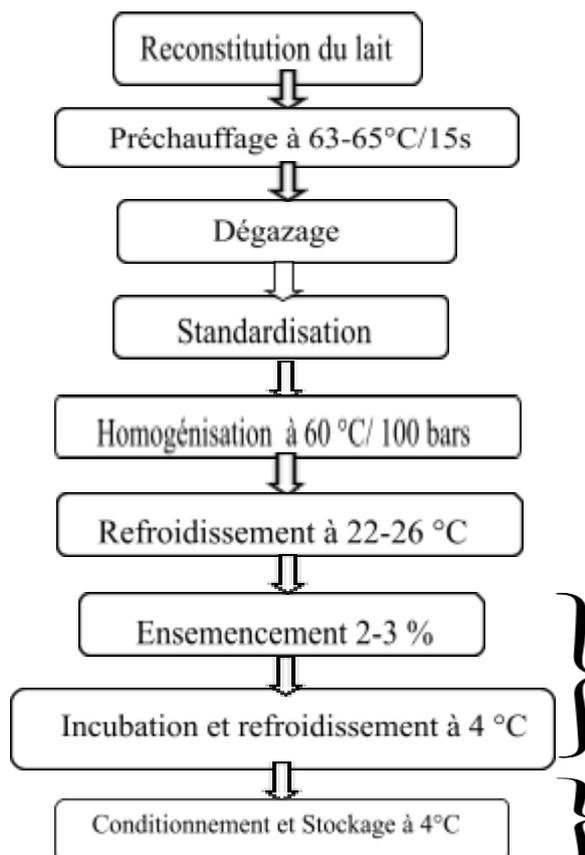
**Figure II.1:** Processus de fabrication du l'ben traditionnel [106].

### II.4.2. L'ben Industriel

Le lait utilisé dans la préparation du l'ben à l'échelle industrielle vas subir d'abord une pasteurisation à 84°C pendant 30 seconds suivis d'un refroidissement à 22°C, puisensemencé.

Avec de levain lactique (*Lactobacillus. lactis* ssp. *cremoris*; *Lactobacillus. lactis* ssp. *lactis* et *Lactobacillus. lactis* ssp. *diacétylactis*, *Ln. dentranicum*, *Ln. citrovorum* et *Ln. mesoteroides*).

Ce L'ben contient plus de matière grasse, protéines et de l'extrait sec total que le l'ben traditionnel mais il est moins acide. La figure 02 représente le protocole de fabrication industrielle du L'ben [107].



**Figure II.2:** Protocole de fabrication du l'ben à l'échelle industrielle [107].

## II.5. Composition chimique de L'ben traditionnel

La composition chimique de L'ben varie selon la composition chimique du lait cru utilisé, qui dépend des régions, des localités et des fermes productrices [106]. La composition chimique du l'ben présenté dans le (tableau II.3 et le tableau II.4) représente les Composés aromatiques.

**Tableau II.4:** Composition chimique d'un L'ben traditionnel [108].

Constituants	Pourcentage dans le lben (%)
pH	4,25
L'acide lactique	0,81
Solides totaux	6,5
Matière grasse	0,9
Les protéines	2,5
Lactose	2,7

**Tableau II.5:** Principaux composés aromatiques d'un l'ben traditionnel [106].

Substances	Valeurs moyenne
Ethanol	179,3
Acétone	7,3
Diacétyl	4,2
Acétaldéhyde	1,6

## II.6. Critères microbiologiques du L'ben

D'après des études au Maroc, la fermentation du lait cru qui aboutit à produire le L'ben implique la présence des bactéries lactiques mésophiles qui sont responsables de la fermentation lactique et du développement de l'arôme dans le l'ben. Elles peuvent atteindre jusqu'à 10 UFC/ml [109].

De même, la qualité microbiologique du l'ben doit être vérifiée et conforme aux normes du JORA N° 35 DU 27/05/1998

## *Chapitre III : Partie expérimentale*

## **Partie 1 : processus de fabrication du l'ben**

### **III.1.1. Présentation de l'organisme d'accueil**

La laiterie « HAMMADITES » ou SARL Etoile Service est une entreprise qui a officiellement

- Type : industrie laitière
- Grosseur : SARL
- Capacité : environ 30 000L/h
- Superficie : 1400 m<sup>2</sup>

### **III.1.2. Situation géographique**

SARL Etoile Service ; Lotissement N° 25 zones d'activité d'El-Kseur Bejaia qui se situe à 25km du chef-lieu de la wilaya et à 200km de la capitale.

### **III.1.3. Produits fabriqués**

- Lait entier pasteurisé.
- Lait partiellement écrémé pasteurisé
- Yaourt brassé gout citron, framboise et fraise
- L'ben et Scharbeth

### **III.1.4. Le procédé technologique de fabrication du l'ben industriel**

#### **III.1.4.1. La réception du lait cru**

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) [110].

#### **III.1.4.2. Pasteurisation**

Elle se fait dans un échangeur à plaque à une température 60°C/30minutes. Selon [111], 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 [112].

#### **III.1.4.3. 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.

#### **III.1.4.4. 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 HAMADITES 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).

#### **III.1.4.5. Maturation**

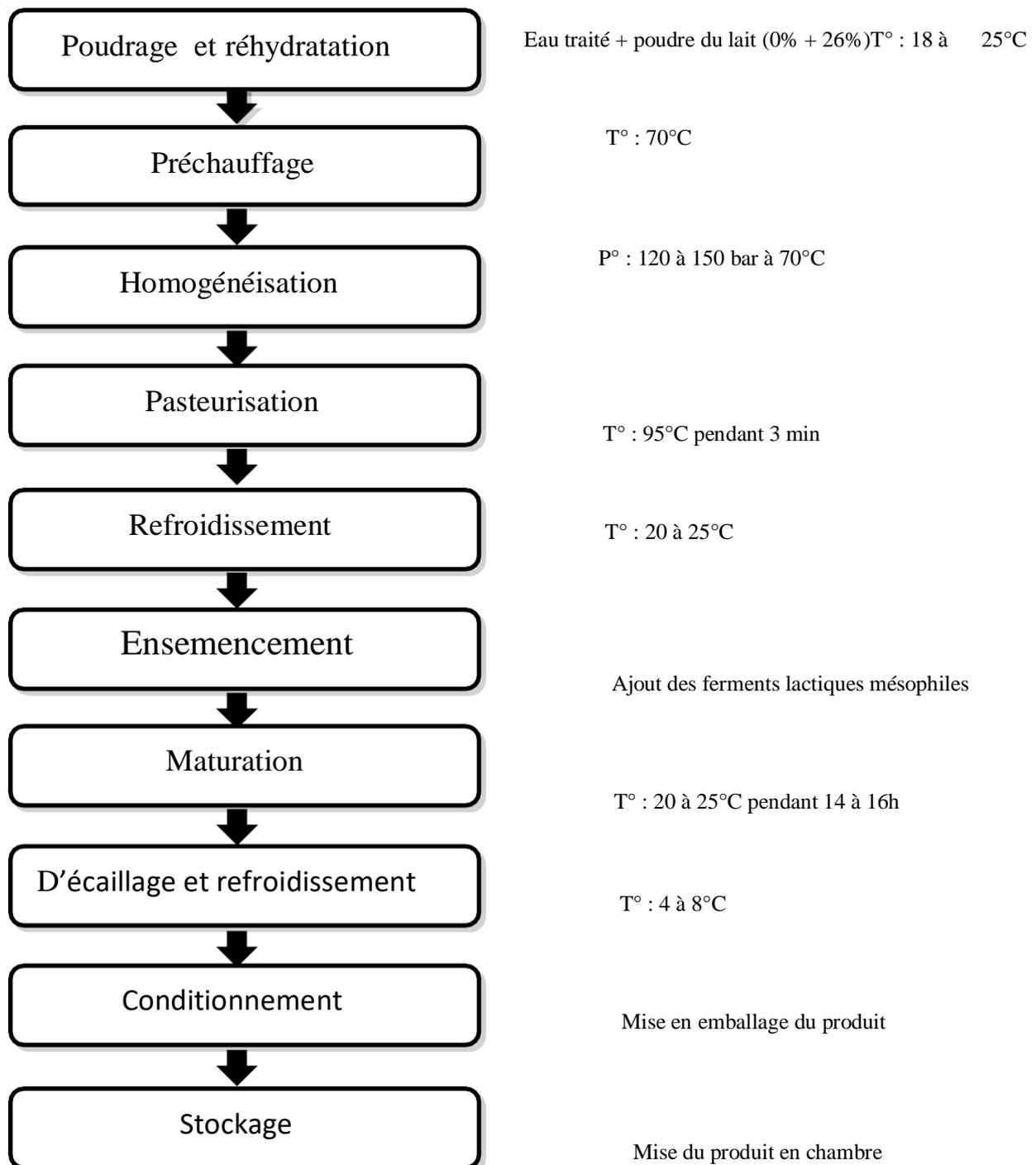
Cette étape généralement appelée phase d'acidification, c'est l'étape caractéristique du développement du l'ben, elle correspond à la transformation du lactose en acide lactique qui joue un rôle majeur en permettant la coagulation et obtention d'une acidité allant de 0,42 à 0,46 % d'acide lactique (de 42 à 46° dornic). 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 [113].

#### **III.1.4.6. Refroidissement**

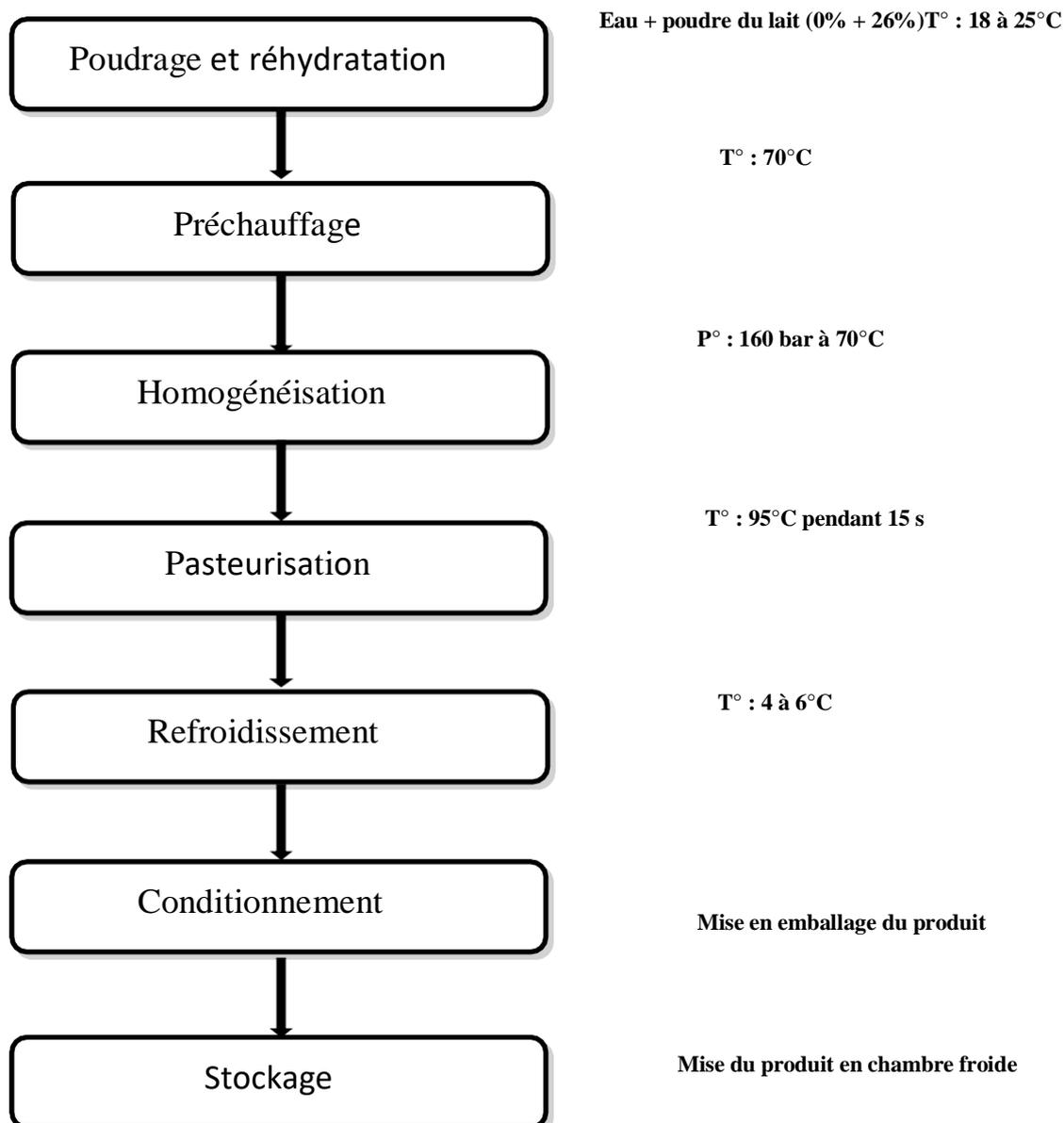
Le refroidissement se fait par passage d'eau refroidie dans la double enveloppe du tank de maturation, quand l'acidité atteint un certain seuil ce dernier est agité jusqu'à l'obtention d'un produit homogène.

**III.1.4.7. 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 où la température ne doit pas dépasser 6°C [114]. La figure (1) représente le diagramme de fabrication de l'ben reconstitué industriellement au niveau de la laiterie HAMMADITES.



**Figure III.1.1** : Diagramme de fabrication du l'ben au niveau de la laiterie «HAMMADITES»



**Figure III.1.2** : Diagramme de fabrication du lait entier pasteurisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES».

## Partie 2 : Analyse et contrôle de qualité du l'ben

Pour rappel, le l'ben est un produit pasteurisé ou non, acidulé par les altérations physico-chimiques, bactériologiques et sensorielles. Mais une variation de température et de la durée de stockage du produit, sont des facteurs susceptibles d'engendrer des modifications des propriétés organoleptiques et physico-chimiques [115].

### III.2.1. Matériel Et Méthode

L'ensemble de matériel utilisé dans cette étude sont présentés dans le **tableau III.2.1**

Tableau III.2.1 : Matériel utilisé dans la partie expérimentale.

Matières premières :	Appareillage	Ustensiles et verreries	Produits et réactifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amidon</li> <li>• Poudre de lait : poudre de lait 0% et 26% de matières grasses</li> <li>• Eau de processus</li> <li>•Produit fini : L'ben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PH mètre</li> <li>• Etuve</li> <li>• Butyromètre de GERBER</li> <li>• Centrifugeuse de paillasse</li> <li>• Balance</li> <li>•Plaque chauffante</li> <li>•Réfrigérateur</li> <li>•Viscosimètre de couette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Béchers</li> <li>•Pipettes graduées</li> <li>•Entonnoir</li> <li>•Eprouvette graduée</li> <li>• Butyromètre</li> <li>• Fiole jaugée</li> <li>• Thermomètre</li> <li>•Thermo</li> <li>• lactodensimètre</li> <li>•Burette</li> <li>•hydrotimétrique</li> <li>•Coupelle</li> <li>•Spatule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Phénophtaléine à 0,01N</li> <li>•Eau distillée</li> <li>•Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,02N et 0,1N)</li> <li>Alcool iso amylique</li> <li>Hydroxyde de sodium (NaOH) 1/9N</li> <li>•Solution Ethylène-Diamine-</li> <li>•Tétra-Acétique (EDTA)</li> <li>•Indicateur de couleur</li> </ul>

### III.2.2.Méthode d'Analyses physico-chimiques

#### III.2.2.1. Echantillonnage

##### III.2.2.1.1. 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.

### III.2.2.1.2. 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. De ce derniers on prélève trois échantillons directement d'un robinet branché à la conduite d'eau de process.

### III.2.2.1.3. Prélèvement de la poudre

Après chaque nouvel arrivage du lait, la laiterie Hammadites 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 (0%, P%).

### III.2.2.1.4. Prélèvement de L'ben

Pour l'analyse physico-chimique du produit fini on prélève trois sachets de l'ben.

## III.2.2.2. Analyse de l'eau de processus

### III.2.2.2.1. Mesure du pH

#### Mode opératoire

La mesure du pH se fait en plongeant la sonde du pH-mètre dans un bécher contenant une quantité d'eau à analyser.

### III.2.2.2.2. Titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrométrique de l'eau est la teneur en ions de calcium et de magnésium présents dans l'eau, qui sont responsables du dépôt de tartre, appelée également la dureté totale de l'eau. Elle est exprimée par la formule suivante :  $TH = (Ca^{2+}) + (Mg^{2+})$ .

#### Principe

La dureté est déterminée par un titrage de  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  à l'aide d'une solution d'EDTA. Le Noir Erichrome T (NET), qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions calcium et magnésium est utilisé comme indicateur coloré. Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions  $Ca^{2+}$  combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque le changement de couleur de la solution du rouge brique au violet puis au bleu.

## Mode opératoire

Introduire 10ml d'eau à analyser dans un Erlèn Meyer et ajouter 2ml de la solution tampon ammoniacal (pH = 10) et une petite quantité du NET. Titrer avec l'EDTA (0,02 N) jusqu'au virage.

## Expression des résultats

La dureté totale de l'eau est exprimée en degré Français (°F) selon la formule :

$$TH (°F) = Cb * NEDTA / Ve * 1000$$

Cb : chute de la burette

NEDTA : normalité de l'EDTA

Ve : volume de l'échantillon

### III.2.2.2.3.Mesure du taux de chlorures (Cl<sup>-</sup>)

#### Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré.

#### Mode opératoire

Introduire 10ml d'eau à analyser dans un Erlèn Meyer et ajouter quelques gouttes de chromate de potassium, titrer avec une solution AgNO<sub>3</sub> (0,02 N) jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune orangée.

#### Expression des résultats

La concentration des ions de chlore est donnée par l'expression suivante :

$$[Cl^-] (mg/l) = Cb * NAgNO_3 * MCl / Ve * 1000$$

MCl<sup>-</sup> = 35,54 g/mol

#### III.2.2.2.4. Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique d'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité. Ce titre se mesure en meq/l et en °F. L'alcalinité d'une eau est fortement liée à sa dureté et donc à son caractère corrosif et à sa capacité d'entartrage des canalisations.

##### Principe

Un volume de l'eau est neutralisé par l'acide sulfurique en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphtaléine.

##### Mode opératoire

Introduire 10ml d'eau à analyser dans un Erlèn Meyer et ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine, titrer avec une solution  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,02 N) jusqu'à la disparition de la coloration rose et la solution finale devient transparente.

##### Expression des résultats

Le TA est donné par l'expression suivante :

$$\text{TA (meq/L)} = C_b * \text{NH}_2\text{SO}_4 / V_e * 1000$$

##### NB:

- Si la solution est transparente avant titrage, le TA est donc nul.
- Si le pH de l'eau est inférieur à 8,3, le TA est aussi nul.

#### III.2.2.2.5. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre TAC exprime l'alcalinité totale de l'eau, il est utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates il a une importance fondamentale dans la connaissance de la capacité d'entartrage, son unité est le degré français (°F) ou meq.

##### Principe

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par une solution d'acide sulfurique en présence de méthyle orange.

### Mode opératoire

Introduire 10ml d'eau à analyser dans un Erlèn Meyer et ajouter quelques gouttes du méthyle orange, titrer avec une solution H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du jaune à l'orange.

### Expression des résultats

Le virage a lieu dès que tous les bicarbonates auront été transformés et le pH est de 4,3, ce qui implique la présence de traces d'acide dans la solution.

$$\text{TAC (meq/l)} = C_b * \text{NH}_2\text{SO}_4 / V_e * 1000$$

**C<sub>b</sub>** : chute de la burette

**NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : normalité de l'EDTA

**V<sub>e</sub>** : volume de l'échantillon

### III.2.2.3. Analyses du l'ben

#### III.2.2.3.1. Détermination de l'acidité titrable

##### Mode opératoire :

- Dans un bécher introduire 10 ml de L'ben prélevé à la pipette.
- Ajouter dans le bécher quatre gouttes de l'indicateur colore de phénolphtaléine (1%).
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0.11N jusqu'à virage au rose, jusqu'à obtention d'une coloration rose persistante.
- On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.
- Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

Expression des résultats L'acidité exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait est égale à:

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

• **AT** : Acidité titrable.

• **V** : Volume de NaOH utilisé en (ml).

### III.2.2.3.2. Mesure du pH

#### Principe de détermination

Le pH par détermination est une mesure de l'activité des ions (H<sup>+</sup>) contenus dans une solution.

#### Mode opératoire

- Le PH-mètre est préalablement étalonné à l'aide de deux solutions tampons (pH=4), (pH=7).
- Avant chaque détermination du pH, l'électrode doit être soigneusement rincée avec de l'eau distillée puis séchée.
- Maintenir l'échantillon à analyser à une température avoisinante de 20°C. La valeur du pH de la solution à analyser est directement lue sur le cadran du pH-mètre exprimé par deux chiffres après la virgule.

### III.2.2.3.3. Détermination de l'extrait sec total et l'humidité Principe

C'est le résidu obtenu après évaporation complète d'eau de l'échantillon par la technique infrarouge.

#### Mode opératoire

Tarer une coupelle en suite en mettre 3g du produit à analyser dans la coupelle et régler le dessiccateur à 105°C enfin baisser le capot de l'appareil, Après quelques minutes le résultat est affiché en pourcentage sur l'écran de l'appareil.

$$\text{EST (\%)} = 100 - \text{H\%}$$

Donc pour déterminer le taux d'humidité c'est avec l'équation suivante :

$$\text{H\%} = 100 - \text{EST\%}$$

### III.2.2.3.4. Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

#### Mode opératoire

Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- A l'aide d'une pipette, mesurer 10 ml d'acide sulfurique et les introduire dans le butyromètre.
- Retourner doucement trois ou quatre fois le récipient contenant l'échantillon préparé.
- Prélever immédiatement à la pipette à lait le volume fixé du produit (11ml de l'ben) et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide.
- A l'aide d'une pipette mesurer 1ml d'alcool iso-amylque et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides.

#### **III.2.2.3.5. Dissolution des protéines**

Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

#### **III.2.2.3.5. Centrifugation**

Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes puis maintenir cette vitesse pendant 8 minutes. Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

#### **III.2.2.3.6. Mesure de la viscosité**

##### **Mode opératoire**

La viscosité du l'ben est mesurée à 20°C avec un viscosimètre de COUETTE mené d'un bain thermostaté .

-Insérer 10ml du produit dans le deuxième cylindre puis le fixer vers le cylindre immobile ;

-ensuite mettez l'appareil en marche. -attendre jusqu'à stabilisation de la mesure.

### **III.2.3. Analyse microbiologique du l'ben**

En microbiologie alimentaire, une large gamme de techniques est utilisée ; technique d'isolement, de numération, d'identification et de recherche dont le but est de définir la qualité microbiologique de l'aliment. Il existe deux types d'analyses en microbiologie

alimentaire : une étude quantitative de la flore par dénombrement et une recherche de certaines bactéries pathogènes [83]. Dans notre étude on a effectué les deux types d'analyses ce soit quantitatives ou bien de recherche des bactéries pathogènes, et l'ensemble des germes recherchés

### III.2.3.1. Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux sont absents dans tous les échantillons de l'ben, contrairement aux résultats rapportés au Maroc par [89] pour 96 échantillons et [106] pour 20 échantillons, qui ont trouvé  $1,8 \cdot 10^4 \pm 9,1$  UFC/ml de Coliformes fécaux et 104 UFC/ml de coliformes totaux. Selon [116]. Les normes acceptée pour la présence des coliformes totaux et coliformes fécaux dans le l'ben es respectivement de  $3 \cdot 10^4$  UFC/ml et 30 UFC/ml. Ces résultats sont conformes aux normes algériens.

### III.2.3.2. Staphylococcus aureus et Salmonelles

Les Staphylocoques présumés pathogènes et les Salmonelles sont totalement absents dans tous les échantillons analysés.

La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires [17].

L'absence ou la faible présence de la flore pathogène peut trouver son explication dans le fait que la contamination initiale va subir l'effet de l'abaissement du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques [33].

Selon [74], les salmonelles ne résistent pas à un pH situés entre 4,6 et 4,8.

Les Staphylococcus aureus sont inhibés par un pH acide [15]. Dans le cas du yaourt et l'ben, ils peuvent être éliminés lors de la fermentation.

Salmonelles : Les résultats obtenus des analyses effectuées sur les trois échantillons de l'ben, sont conformes aux normes établies par [110] (absence). Le pH acide du l'ben peut expliquer l'absence de ce germe pathogène. En effet, [73] ont constaté que les Salmonella ne résistaient pas à des pH compris entre 4,6 et 4,8.

### III.2.4. Résultats et discussion d'analyses physico-chimiques du l'ben

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les matières premières et les produits finis sont représentés dans le **tableau III.2.2**.

Tableau III.2.2 : Résultats des analyses physico-chimiques

Paramètre	Résultat	Norme	Reference
Eau de process			
pH à 20°C	6,80	6,5 – 8,5	ISO
TH	16,5°F	18 - 25 °F	
Cl	124,78mg/l	<250mg/l	
TA	00	00	
TAC	10 °F	22°F	
Poudre de lait (0%)			
Teneur en eau	± 2,73%	<4%max	J.O.R.A 1998
pH à 20°C	6,43	/	
Acidité	12°D	11°D	
MG	0%	1,5% max	
Humidité	3,088%	4%	
Poudre de lait (26%)			
Teneur en eau	± 2,24%	<4%max	J.O.R.A 1998
pH à 20°C	6,50	/	
Acidité	14,20°D	11 à 15°D	
MG	26,2%	26% min	
Humidité	2,08%	3%	
Lait entier			
pH à 20°C	6,64	6,45 – 6,80	NIE
Acidité	14 °D	>11,25 °D	
EST	11,6%	≥10,9%	
MG	2,8%	2,8% min	
Densité	1,031	1,030 – 1,034	
L'ben			
pH à 20°C	4,50	4,30 – 4,60	NIE
Acidité	65,33°D	>30°D	
EST	8,3%	8% à 10%	
MG	1,2%	<10%	CODEX 2011

### III.2.5. Résultats des analyses physico-chimiques du L'ben

D'après les résultats obtenus dans cette présente étude (tableau II.2.2), concernant la teneur en matière grasse de la poudre de lait à 26% et à 0% MG (26,2% et 0% respectivement), qui sont conformes à la norme (>26% et <0,5%), cela nous indique sur le respect de la composition en matière grasse. La valeur de pH obtenue (± 6,50 et ± 6,43) pour

les deux poudres de lait (26% et 0% MG) est conforme aux normes, ce qui explique la fraîcheur du lait utilisé pour la fabrication de cette poudre.

L'acidité obtenue qui est égale à 14,20°D pour la poudre de lait à 26% MG est conforme à la norme par rapport à la poudre de lait à 0% MG où il y'a une légère augmentation de l'acidité pour une teneur de 12°D par apport à la norme fixée par la réglementation qui doit être <0,15%, cela pourrait être due soit à une minime dégradation des protéines soit à une activité microbienne de certains germes mésophiles du lait. Dans ce contexte [118]. A démontré qu'il y a une relation entre l'acidité du lait et sa richesse en matière sèche. Dans ce cas, cette poudre sera inutilisable dans la préparation de lait reconstitué, mais elle peut être destinée à la fabrication d'autres produits tels que le l'ben. D'après nos résultats cités sur le (**tableau III.2**) et comparés aux normes de la réglementation en vigueur, nous avons constaté la conformité de la plupart des résultats obtenus pour les deux poudres de lait quelque soit la 0% ou la 26% MG, cela nous a montré que la poudre de lait utilisé par la laiterie « HAMMADITE » est de bonne qualité physicochimique.

Les résultats d'analyses de tous les paramètres physico-chimiques du l'ben sont conformes aux normes fixées par l'entreprise ce qui reflète le respect de toutes les conditions de production de ce produit.

**Tableau III.2.3 : Résultats et discussion d'analyse Microbiologique du l'ben**

Détermination	Résultats					Normes	Références
	1	2	3	4	5		
Coliformes	0	0	0	0	0	3.10 <sup>4</sup>	ISO 5541
Coliforme fécaux	0	0	0	0	0	30	ISO 5541
Staphylococcus aureus	0	0	0	0	0	3.10 <sup>2</sup>	ISO 6888-1
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence	NA 2688

### III.2.6. Résultats des analyses microbiologique du L'ben

Les résultats obtenus des analyses effectuées sur les cinq échantillons de l'ben, sont conformes aux normes établies par [116]. Le pH acide du l'ben peut expliquer l'absence de ce germe pathogène. En effet, ont constaté que les Salmonella ne résistaient pas à des pH compris entre 4,6 et 4,8.

Le produit est de qualité microbiologique satisfaisante selon les normes de l'arrêté interministériel du 24/01/1998 (JORA n°35 DU 27/05/1998).

## **Conclusion**

Le stage à la laiterie « HAMMADITES » a permis d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait entier pasteurisé l'ben. Produire des aliments de qualité doit être l'objectif de toute entreprise et doit être sensibilisé à tous ceux qui entrent en contact avec la chaîne de production afin de satisfaire le consommateur et de protéger sa santé. Pour cela, le processus de fabrication doit être contrôlé de manière rigoureuse et respecter les bonnes pratiques de fabrication pour détecter à quelle étape le produit est contaminé et l'empêcher de respecter ou non les normes réglementaires. Tous les résultats obtenus ont montré que les matières premières utilisées et les produits finis étaient de qualité physico-chimique et microbiologique satisfaisante.

Ces résultats sont en général la conséquence du respect des normes durant toutes les étapes de fabrication, depuis la préparation jusqu'au conditionnement, aussi l'efficacité des traitements technologiques effectués tels que le traitement thermique (pasteurisation à 95°C), le traitement des eaux et le traitement des équipements.

# *Conclusion Générale*

### **Conclusion Générale**

Dans l'industrie laitière, la qualité est devenue 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 Hammadites El Kseur, nous avons réalisé un contrôle des paramètres physico-chimique des matières premières (poudre de lait 26 % et 0 % MG), l'eau de processus et le produit fini «l'ben ».

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 4,50 une acidité titrable de 65,33 D° une matière grasse 1,2 %, matière sèches (EST) est de 8.3%.

Après avoir examiné ces résultats, nous sommes arrivées à la conclusion que le produit fini l'ben de l'unité Hammadites est conforme aux normes a la lumière des résultats, en déduit que la laiterie Hammadites prend des mesures strictes et optimales, dans le respect des conditions de production et de bonnes qualités d'hygiènes. Cela par le contrôle impératif et l'inspection des matières premières et le produit fini ainsi que la maîtrise du processus de fabrication.

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 Hammadites a pu arriver à fabriquer et a contrôlé ses produits et satisfaire ses consommateurs.

# *Référence Bibliographie*

## *Référence Bibliographique*

---

- [1] Tamine A.Y et Obinson R.K.(1999):Background to manufacturing practice.In Youghurt. Science and technology.(Eds), Pergamon Press, Paris,P619.
- [2] Gamiroune M.,Boubekeur S.(2014). Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel de Blida (Algérie)et Impact sur la santé publique.Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV)El Harrach.Alger.
- [3] Savadogo A.et Alfred S.(201):La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés Traore.Int. J.Biol.Chem. Sci-Ouagadougou,Burkina Faso.5(5),P2057-2075.
- [4] Luquet F.M.(1990): Lait et produits laitiers, vache brebis, chèvre : Transformation et Technologie, Edition Technique et Documentation. Lavoisier, Paris. Tome 2, P64-637.
- [5] Béal,C.et Sodini I.(2012). Fabrication des yaourts et des laits fermentés, techniques de l'ingénieur f 6 315, Paris-France, P16.
- [6] Walstra, P., Wouters, J., Geurts, T., 2006. Milk for liquid consumption. Dairy Science and Technology, 2nd edition. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 421-445.
- [7] Johnson, M., Law, B., 2010. The origins, development and basic operations of cheesemaking technology. Technology of cheesemaking 2, 68-69.
- [8] CL. Vignola. Science et technologie du lait, transformation du lait. Éditrice scientifique 2002.
- [9] mémoire en ligne/ mémoire TS contrôle de qualité des produits agro-alimentaire ENSFP Sétif.
- [10] Journal Officiel de la République Algérienne N° 69-1993.
- [11] Mathieu. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Paris: édition Tec et Doc. ISBN2-7430-0233-6, P:11,12.
- [12] Pougheon et Goursaud. Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Ecole national vétérinaire.Toulouse.P 14-15.
- [13] Labussière J.(1985).Composition du lait et techniques de traite chez quelques espèces domestiques .Bull. Technologie.61,P49-58.
- [14] Croguennec T et all. Fondement physicochimique de la technologie laitière Ed Tec et Doc.Lavoisier.P5.
- [15] Guiraud,J.P.,(1998). Microbiologie alimentaire.Ed.Dunoc,Paris,P:136-139,399.
- [16]Bourgeois, C.M.,Mexle,J.F.,Zucca, J.(1996).Microbiologie alimentaire, Tomel.Edition.Technologie et Documentation. Lavoisier, Paris, P : 98-274.

## *Référence Bibliographique*

---

- [17] Vignola. C. L. (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. Edition: Presses inter Polytechnique. Canada. p29, 600 p.
- [18] Leyral G et Vierling E., 2007. Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaire. 4<sup>ème</sup> éd Reuil-Malmaison : Doin; Bordeaux : CRDP d'Aquitaine. P290.
- [19] Amariglio S., 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques. - 3<sup>ème</sup> éd – Paris : ITSV. P1030.
- [20] Jean C., et Dijon C., (1993). Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3. P56.
- [21] LUQUET F.M., 1985. Lait et produits laitiers ; Vache Brebis et Chèvre, Edition Techniques et Documentation, Lavoisier. Paris , France, P61-233.
- [22] Veirling E. (2008). Aliments et boissons : filières et produits . 3<sup>ème</sup> édition Biosciences et techniques. Paris. P : 15-16.
- [23] cahier nutrition diététique (1979), E-vieling- cours nutrition 2002.
- [24] MATINE M., 2000. Technologie des laits de consommation. Ed: ENILAIT. Canada Direction Développement Technique. P135.
- [25] Amiote G et Lapointe-vignola C. 2002. science et technologie du lait : transformation du lait . Presses intl. Polytechnique Québec. 600.
- [26] Thieulin G, Vuillaume R. (1967). Éléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs - revue générale des questions laitières 48 avenue, président Wilson, Paris p 71-73.
- [27] Mekhaneg B. (2020). Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation : aptitude à la coagulation par une protéase purifiée extraite du proventricule de dinde (Meleagris Gallopavo). Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique-El-Harrach. Faculté des sciences alimentaires, Alger, 178p.
- [28] Himoud H., Mouffok S., Rouabeh R., 2009. Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique du lait pasteurisé conditionné des deux laiteries « SAFIA » et « Edough ». Mémoire d'ingénieur en biologie. Université de 08 Mai 1945, Guelma. 48 pages.
- [29] Luquet F. M., (1985). Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.
- [30] Antzoulatos VQ5 (2016). FORMULATION. <http://eduscol.education.fr/physique-chimie>.
- [31] Bragere, H. (1996). Le lait, cours d'HIDAOA. École nationale vétérinaire de Toulouse.
- [32] Jenness, R. (1988). Composition of milk. In Fundamentals of dairy chemistry (pp.138). Springer, Boston, MA.

## Référence Bibliographique

---

- [33]Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin Q., Simpson R et Turgeon H., (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).
- [34]Mathieu J., (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Tec. Et Doc. Lavoisier, 18,26, 61,62.
- [35]Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G., 2008. Science des aliments. Stabilisation biologique et physico-chimique.Tec.et Doc. Lavoisier, 8, 9,65.83.
- [36]Grappin, R., Pochet, S. (1999). Le lait, P 3 – 22.
- [37]Boubezari M.T, (2010). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Thèse de magister en médecine vétérinaire. Université de Mentouri de Constantine, 15, 16.
- [38] Collomb M. et Spahni M., (1995). Revue des méthodes de dosage des acides gras libres dans le lait et les produits laitiers, Academic Press Limited, 355 ; Debry G., (2001). Lait nutrition et santé. Tec. et Doc. Lavoisier, 6-26, 30, 566.
- [39] Couvreur S et Hurtaud C., (2007). Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctionset facteurs de variation. INTRA. Prod. Anim., 20, 369-382.
- [40] Dillon, J.C. (2008). Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaude. Edition A.P.G (Agro Paris Tech.
- [41]Romain, J., Thomas, C., Michel, M. Pierre, S., Gerard, B., (2008). Les produits laitiers 2ème Ed. Tech et Doc. Lavoisier. p185.
- [42] (FAO, 1995) : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, collection FAO a la nutrition humaine dans l'alimentation et nutrition n°28 ; FAO., (2010): Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaines-laits de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>.
- [43] Aguirre, H. (2009). Evaluation de la qualité hygiénique du lait, Méd. Vét, 160, 12, p590.
- [44] Mahaut M. Jeantet R.Schuck P.brulé G.Les produits industriels laitiers. Editions.TEC&DOC ;Londres –paris –new york.
- [45] Mahaut, M., Schuck, P., Brule, G.(2008). Les produits laitiers, 2ème édition, Tech et Doc, Lavoisier 1,3,13,14,17(185p) ; Aguirre, H.(2009).Evaluation de la qualité hygiénique du lait, Méd .Vét, 160,12, P590.
- [46] Jeantet , R.,Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Brule, G.(2008). Les produits laitiers, 2ème édition, Tech et Doc, Lavoisier 1, 3, 13, 14,17(185p) ; Aguirre, H. (2009).Evaluation de la qualité hygiénique du lait, Méd .Vét, 160,12, P590.

[47] HARDING F., (1995): Milk quality, Blackie academic et professional : 113(166 pages).

[48]<https://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/gastronomie-lait-cru-pasteurise-tradition-hygiene-1712/page/3/> consulté le 27/05/2019 à 17h37.

[49] 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).

[50] LESEUR, R. et Melik, N. Lait et produits laitiers, vache. Brebis. Chèvre. Paris : 2ème édition. 1990, P. 3. ISBN 2-85206-587-8.

[51] Rosenberg, (2002). L’emballage et la durée de conservation du lait : développements récents. Module de référence en sciences de l’alimentation 2019.<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22646-2>. ; Kontominas, (2019). Produits laitiers liquides : lait stérilisés UHT. Encyclopédie des sciences laitières (deuxièmes édition), P288 à 296.

[52] VIERLING E., (2003) : Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

[53] CLAUDE MICHEL J., POULIOT M., RICHARD J. et VALLERAND C., (2002) Lait de consommation In VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:298 (600 pages).

[54] APRIA., (1980), Les laits reconstitués-Leurs utilisations, Association pour la Promotion Industrie Agriculture, Paris: 48-49-50 (345 pages).

[55] Journal, L'Echo d'Algérie, 25 mars 2019.

[56] Kaouche-Adjlane.S (2015): la filière laitière en Algérie .état des lieux et focus sur quelques contraintes de développement.Journées ITELV santé et prévention animales Université BLIDA Juin 2015.

[57] MADRP, (2016). Ministère de l’agriculture et de développement rural.

[58]Daoudi A. (2020). La sécurité alimentaire de l’Algérie à l’épreuve de la pandémie de la COVID-19. Les Cahiers du Cread, 36 (03) : 185-207 ; Abdelli R., Sadia Y., Kaouche S.

[59] Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL). 2019. Résumé de la stratégie ONIL pour le développement de la filière lait en Algérie.<http://onil.dz/resume-de-la-strategie-onil-pour-le-developpement-de-la-filiere-lait-en-algerie/>

; . Abdelli R., Sadia Y., Kaouche S., Benhacine R. (2021). Etat des lieux de la filière en Algérie et perspectives de développement. Département d’Agronomie, faculté des sciences, Universités Boumerdes 35000, Algérie. Rev 07 february 2021.

[60] BOUDEJA N.2007. Journal El-Watan.

- [61] NOUAD M.A., 2007. 5 ème journée de recherche sur les productions animales. Séminaire sur : la filière animale pole de compétitivité dans l'économie Algérienne, Tizi-Ouzou, (Mars, 2007), 54p.
- [62] Belaid. (2016). Recueil d'articles sur l'élevage caprins en Algérie.
- [63] Kacimi EL-Hassani, S. (2013). La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? Méditerranéen Journal Of Social Sciences Vol 4, N°11 ; Chemma N. (2017). La dépendance laitière : Ou en est l'Algérie ? Revue d'études en Management et Finance d'Organisation N°5 juillet 2017.
- [64] Janvier-Mars 2014 comparé à Janvier-Mars 2013.ONFAA, 2014. N°01, juin.
- [65] FAO,2003. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Département del'agriculture, P31-40.
- [66] Stiles M.E. et Holzapfel W. (1997): Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int. J. Food Microbial*, 36(1), p 1-29.
- [67]Fredot E, (2006): Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier, 25 p 397.
- [68] FAO, (1995): Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
- [69] Luquet F.M. et Corrieu G. (2005): Bactéries lactiques et probiotique. Edition Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, p 307.
- [70] Audrey V (2012). La fermentation :définitions et applications, GRALON.
- [71] Lamontagne Michel Claud P.,Champagne J., Reitz A., Stylvain M., Nancy G.,Maryse L.,Julie J. Et Ismail F.(2002). Microbiologie de lait. Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Montréal.
- [72] Béal C.& Sodini I. (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques de l'ingénieur, traite Agroalimentaire, Doc. F6 315.
- [73] Duboc, P., and Mollet, B. (2001). «Applications of exopolysaccharides in the dairy industry». *Int. Dairy J.* 11, 759-768.
- [74] El Baradei, G., Delacroix-Buchet, A. and Ogier, J.C. (2008). «Bacterial biodiversity oftraditional Zabady fermented milk». *Int. J. Food Microbiol*, 121, 295-301.
- [75] Tantaoui-Elaraki. A. and El Marrakchi, A. (1987).Study of Moroccan dairy products: Lben and smen. *Mircen journal de microbiologie appliquée et de biotechnologie* 3(3):211-220.
- [76] Tantaoui-Elaraki A, Berrada M, Marrakchi A et Berramou A.(1983). Étude sur le Lben maroczin.63:230-245.

- [77] FAO/WHO (2002) Report of Joint FAO-WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food.
- [78] Hanchi, H., SaiedKourda, R., Ben Hamida, J. (2009). « Étude comparative de la microflore industrielle et artisanale des laits caillé « raïb » et fermenté « l'ben » tunisiens ». *Revue de l'Association africaine de microbiologie et d'hygiène alimentaire*, vol. 21, n° 62, 73-78.
- [79] Debry G, (2001): Lait, nutrition et santé. Edition Technique et Documentation, Lavoisier, p 566.
- [80] Michel M., Romain J., Gerard B. et Pierre S. (2000): les produits industriel laitiers, Edition technique et documentation.
- [81] [Larpen, S.P. (1997). Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 729 P.
- [82] Hylekama, J. E. T., Huguen, J. (2007). « Mining natural diversity of lactic acid bacteria for flavour and health benefits ». *International Dairy Journal*, 17, 290–1297.
- [83] Dortu, C. et Thonart, P. (2009). « Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêt pour la bioconservation des produits alimentaires ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13, 143-154. ;349-356.
- [84] Badis, A., Laouabdia-Sellami, N., Guetarni, D., Kihal, M., Ouzrout, R. (2005). « Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales «Arabia et Kabyle». *Sci. Technol.*, 23, 30-37.
- [85] Dellaglio, F., Desmazeud, M., Weber, F. (1994). Bactérie lactique : Aspects fondamentaux et technologie, vol 2. *Lorica Uriage*, Paris, 605 P.
- [86] Harrati E. (1977). Recherche sur le leben, institut national agronomique. Laboratoire de microbiologie. Alger. 22-29P.
- [87] Sarhir S.T, Amanpour A., Bouseta A et Selli S. (2019). Key odorants of a Moroccan fermented milk product ‘Lben’ using aroma extract dilution analysis. *Journal of Food Scientists & Technologists*. India. 1-10P.
- [88] Tantaoui-Elaraki. A. and El Marrakchi, A. (1987). Study of Moroccan dairy products: Lben and smen. *Mircen journal de microbiologie appliquée et de biotechnologie* 3(3):211-220.
- [89] Tantaoui-Elaraki A, Berrada M, Marrakchi A et Berramou A. (1983). Étude sur le Lben marocain. 63:230-245
- [90] Robert W, Hthinks 2006. Microbiology and technology of fermented food. Blackwell edition Marcel Dekker INC, pp: 75.

- [91] Jozala AF, de Lencastre Novaes LC, Cholewa O, Moraes D, et Penna TVC . 2005. Increase of nisin production by *Lactococcus lactis* in different media. *Afr J Biothechnology*, 4: 3 :262-265.
- [92] Bjorkroth J. Et Holzapfel W. 2003. Genera *Leuconostoc*, *Oenococcus* and *Weissella*. In *The prokaryotes : An Evolving Electronic Ressource for Microbiological Community*. Edited by M.Dworkin. New York, Springer-Verlag. Epub March 28.
- [93] Holzapfel W, H, Haberer P, Geisen R, Bjorkroth J, and Schillinger U. 2001. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *An J Clin Nutr*, 73 :365S-73S.
- [94] Kuntia, A. & Chaudhary, L. C. (2002). Performance of male crossbred calves as influenced by substitution *Journal of Animal Sciences* 15, 188-194.
- [95] Gollop, N., Zakin, V. & Weinberg, Z. G. (2005). Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. *Journal of Applied Microbiology* 98, 662-666.
- [96] Salminen, S., Gorbach, S., Yuan-Kun, L. & Benno, Y. (2004). Human studies on probiotics : What is scientifically proven today. In *Lactic Acid bacteria : Microbiological and functional Aspects*. Eds Salminen, S., von Wright, A. And Ouwerhand A., New York Dekker M. pp 515-530.
- [97] Bigret, M. (1989). Probiotics-from Empirism to Science. *Biofutur*, 62-64.
- [98] Oberman, H. And Libudzisz, Z. (1998). Fermented milks, In : B.J.B. Wood (Ed.), *Microbiology of Fermented Foods*, second ed., vol. 1, Blackie Academic & Professional, pp. 308-350.
- [99] Cogan, T.M., Barbosa, M., Beuvier, E., Bianchi-Salvadori, B., Cocconcelli, P.S., Fernandes, I., Gomez, J., Gomez, R., Kalantzopoulos, G., Ledda, A., Media, M. e. a. s., M. C. and Rodriguez, E. (1997). Characterization of lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *J. Dairy Res.* 64 :409-421.
- [100] Tontaoui-Elaraki, A., Berrada, M., El Marrakchi, A. and Berramou, A. (1983a) Préparation de L'ben Marocain à l'aide de souches bactériennes sélectionnées. *Actes de l'Int. Agro. Vet. (Maroc)* 3 : 49-58.
- [101] S. Orla-Jensen. (1924): *La CLASSIFICATION DES BACTÉRIES LACTIQUES*. Le Lait, INTA Éditions, hal-894774(36), P468-474.
- [102] Leveau J.Y, Bouix M., Lavoisier (1993): *microbiologie industrielle ^les microorganismes d'intérêt industriel*, P560.

- [103] Roussel Y., debay M.,Guedon G., Simonet J.P., and Decaris B.(1994): Physical and genetic map of *Streptococcus thermophilus* AO 54. *Journal of bacteriology*, 176(24),P7413-7422.
- [104] Roissart H. Et Luquet F.M.,(1994): bactéries lactiques (aspect fondamentaux et technologiques) ISBN=2-9507477-0-1(1),P25-58.
- [105] Roissart H. et Luquet F.M.(1994): bactéries lactiques (aspect fondamentaux et technologiques )ISBN=2-9507477\_0\_1(1),P25-58] et [ Tamime A.Y. (2002) microbiology of starter cultures. In: *Dairy microbiology handbook* (Robinson R.K.). 3e Edition. John Wiley and Sony, Inc, New, York P 261-366.
- [106] Benkerroum, N et Tamime, A (2004). "Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale." *Food Microbiology* 21(4): 399-413.
- [107] Essma, M, G. (2019)." Modélisation mathématique de quelques activités à intérêt technologique chez des souches de bactéries lactiques isolées de lait fermenté" Iben"algerien", Université de Mostaganem.
- [108] Council, N, R. (1992). *Applications of biotechnology in traditional fermented foods*, National Academies Press.
- [109] Mouna, O. (2009). "Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine.
- [110] *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.
- [111] Luquet F.M. (1990 ). *Lait et les produits laitiers, vache brebis, chèvre : les produits laitiers. Transformation et technologie*, Tom 2edition tec et doc . Lavoisier. Pp 301-317.
- [112] Loone S A. (1994 ). *Laites fermentés par les Bactéries lactiques in bactéries lactiques TOME 2* Edition Lorica. Paris pp 139-182.
- [113] Goursaud J.(1999). *Coagulation enzymatique du lait*. In : Scriban R. *Biotechnologie*. Lavoisier, Paris, 1999, 365-401.
- [114] 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.
- [115] Luquet. F. M, De Roissant. H, 1994 : *Les bactéries lactiques*, tome 2, Ed. LORICA. Uriage, 571 pages.

## *Référence Bibliographique*

---

[116] JORA. (1998). Arrêté interministériel de 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté de 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certains denrées alimentaire. pp 7-25.

[117] Kabir A, 2015. Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (Constats et perspectives). Thèse de doctorat : Microbiologie alimentaire. Oran : Université d'Oran 1 (Ahmed ben bella), 153 p.

[118] Ouelde Ali O, 1995. Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique du lait pasteurisé partiellement écrémé fabriqué par l'OROLAIT – Unité «El Emir».

# *Annexes*

**Annexe n°1 :**

**1-Appareillage et autre matériels :**

- PH mètre
- Etuve
- Butyromètre de GERBER
- Centrifugeuse de paillasse
- Balance
- Plaque chauffante
- Réfrigérateur
- Viscosimètre de couette
- Béchers
- Pipettes graduées
- Entonnoir
- Eprouvette graduée
- Butyromètre
- Fiole jaugée
- Thermomètre
- lactodensimètre
- Burette
- Coupelle

**2-Spatule Produits chimiques et réactifs :**

- Phénophtaléine à 0,01N
- Eau distillée
- Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,02N et 0,1N)
- Alcool iso amylique
- Hydroxyde de sodium(NaOH) 1/9N
- Solution Ethylène-Diamine-
- Tétra-Acétique (EDTA)
- Indicateur de couleur

### **3-Présentation de l'organisme d'accueil**

La laiterie « HAMMADITES » ou SARL Etoile Service est une entreprise qui a officiellement

- Type : industrie laitière
- Grosseur : SARL
- Capacité : environ 30 000L/h
- Superficie : 1400 m<sup>2</sup>

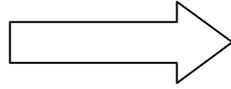
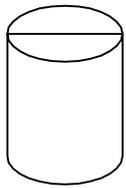
### **4-Situation géographique**

SARL Etoile Service ; Lotissement N° 25 zones d'activité d'El-Kseur Bejaia qui se situe à 25km du chef-lieu de la wilaya et à 200km de la capitale.

### **5-Produits fabriqués**

- Lait entier pasteurisé.
- Lait partiellement écrémé pasteurisé
- Yaourt brassé gout citron, framboise et fraise
- L'ben et Scharbeth

Annexe n° 2 :

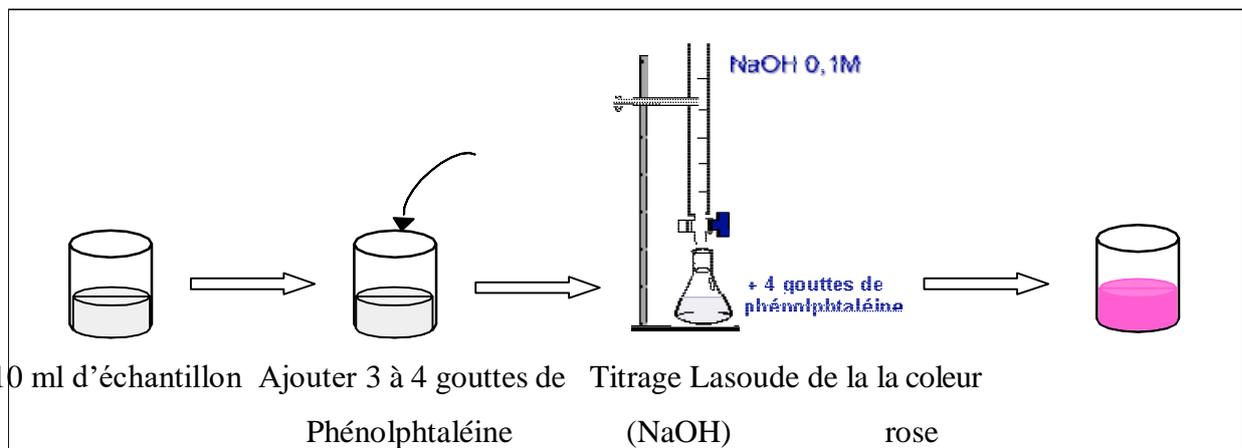


10 ml de l'échantillon

ph mètre

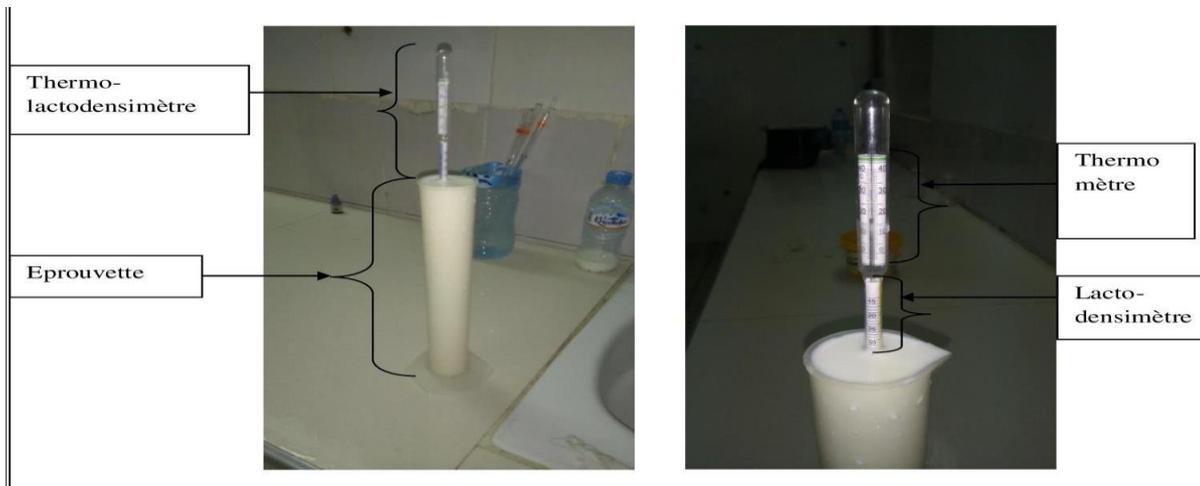
Annexe n° 2 : mesure de la densité

Annexe n°3 :



Annexe n°3 : mesure de l'acidité titrable

Annexe n°4 :



Annexe n°4 : mesure de la densité

Annexe n°5 :



Coupelle  
Démarrer le dessiccateur

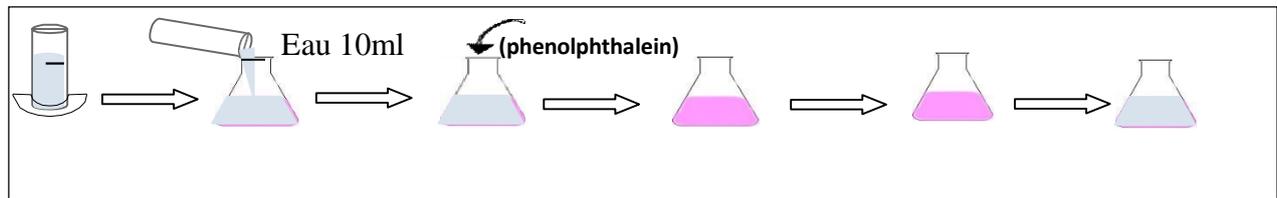


Peser 3 g d'échantillon infrarouge pendant 20 min



Annexe n°5 : mesure de l'extrait sec total.

Annexe n°6:



10ml d'eau

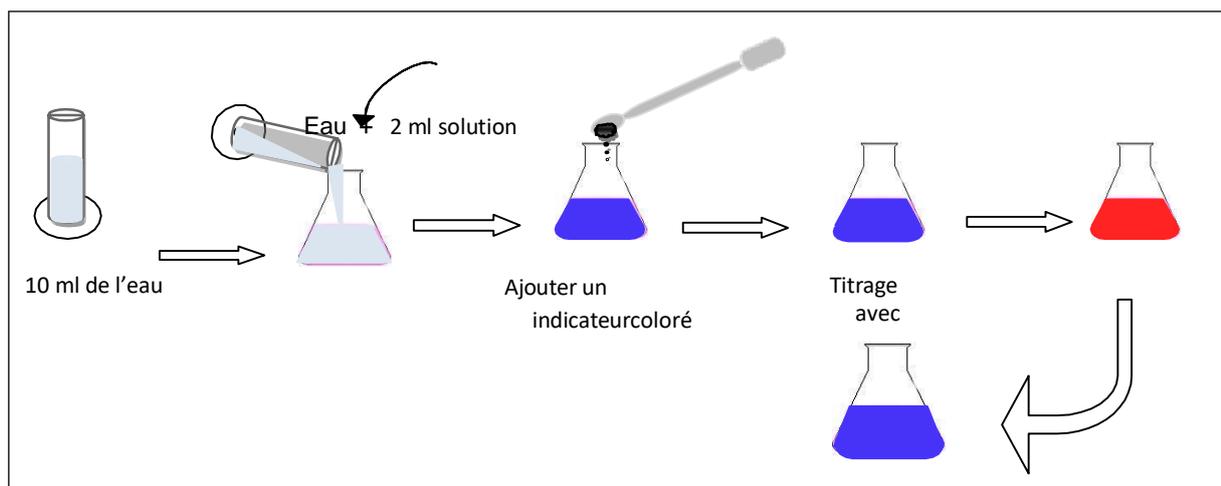
2 à 3 gouttes de  
Phénolphthaleine

couleur rose

titrage avec  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Annexe n°6 : titre alcalimétrique simple (TA).

Annexe n° 7 :



10 ml de l'eau

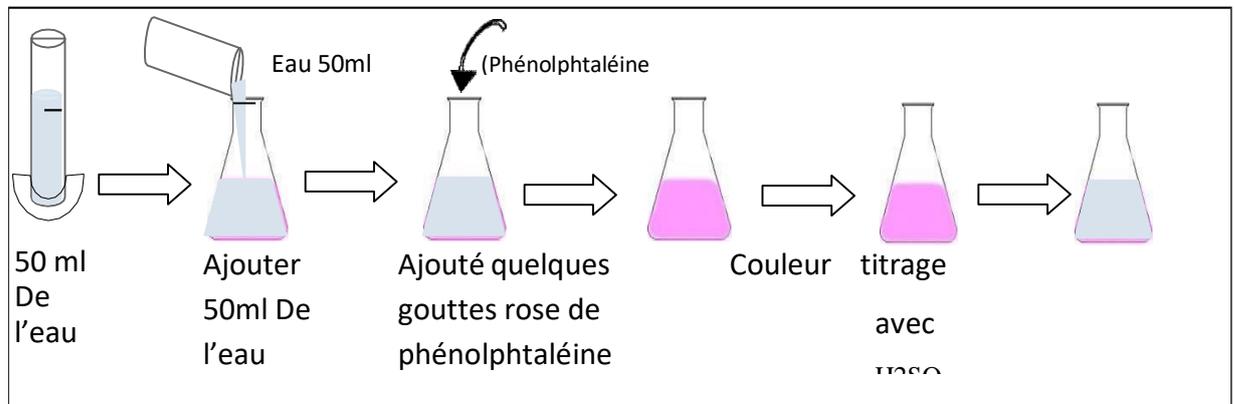
Eau 2 ml solution

Ajouter un  
indicateur coloré

Titrage  
avec

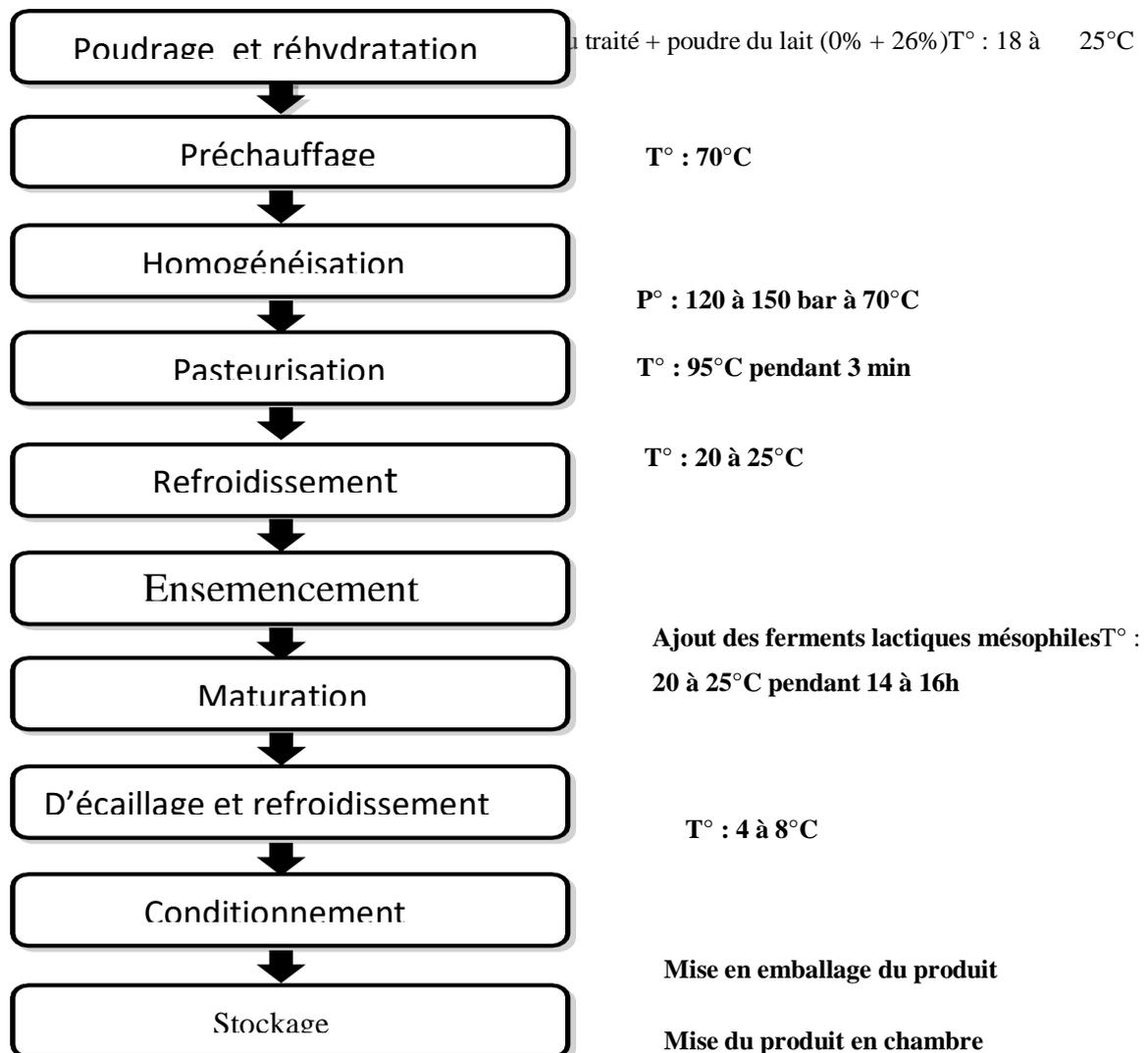
Annexe n°7 : détermination de la dureté totale (TH).

Annexe n° 8 :



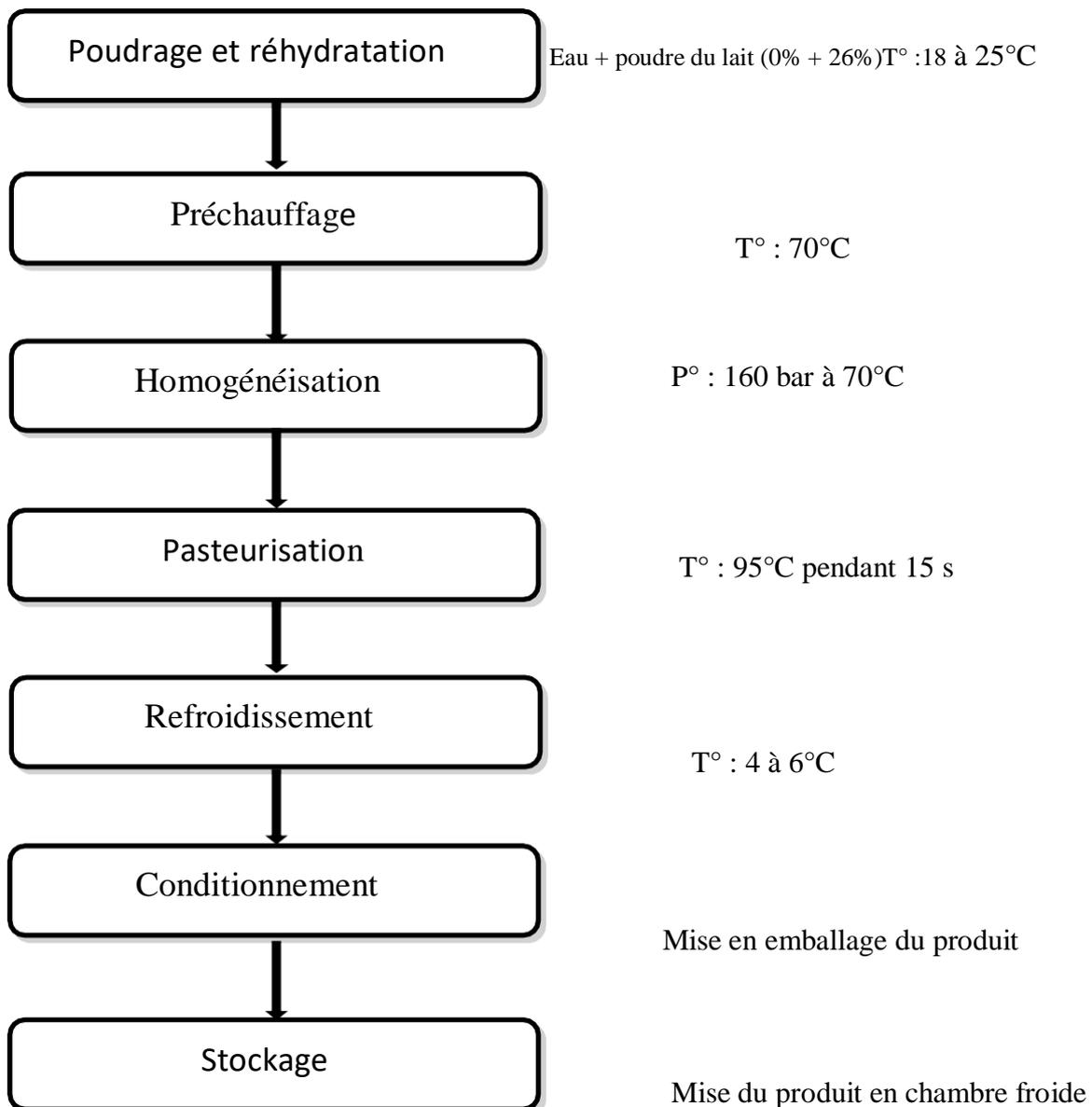
Annexe n°8 : titre alcalimétrique simple (TA).

Annexe n° 09 :



Annexe n°9 : Diagramme de fabrication du l'ben au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Annexe n° 10



Annexe n °10 : Diagramme de fabrication du lait entier pasteurisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES»