

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

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



Département de biologie

Laboratoire des produits naturels la PRONA

MEMOIRE

Présenté par

Larbaoui Mehdi

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Sciences des aliments

Thème

Analyse microbiologique et physico-chimique d'un lait
pasteurisé de la région de Tlemcen

Soutenu le jeudi 22 juin 2017, devant le jury composé de :

Président :	Mme Belarbi Meriem	Pr	Université de Tlemcen (Département de biologie)
Encadreur :	Mr Benammar Chahid	MCA	Université de Tlemcen (Département de biologie)
Examineur :	Melle Ghanemi Fatima	MAA	Université de Tlemcen (Département d'agronomie)

Année universitaire 2016-2017

DÉDICACES

Avant tout, je remercie le grand dieu qui nous a aidés à élaborer ce modeste travail.

Je dédie ce mémoire :

- A ma grand-mère Farida qui a laissé un grand vide.
- A mes grands-parents.
- A mes parents à qui je dois tout.
- A ma sœur qui rit de tout.
- A mes oncles et tantes avec toute ma tendresse.
- A mes cousins et cousines avec tout mon amour fraternel.
- A mes amis qui m'ont encouragé durant mon cursus.

« Puisque l'on dit que la nature fait bien les choses, il aurait lieu d'ajouter : qu'il appartient à l'homme de découvrir ses secrets afin de pouvoir l'imiter »

R.LARBAOUI

REMERCIEMENT

Le présent travail a pu être mené à bien, grâce à la particulière attention de tous ceux qui m'ont enseigné, encadré et soutenu.

Puissent-ils trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance et ma sincère gratitude.

L'occasion m'est offerte pour remercier particulièrement :

- Monsieur BENAMMAR Chahid qui fut pour moi le meilleur guide comme encadreur.
- Madame BELARBI Meriem qui malgré sa lourde tâche a bien voulu examiner mon travail et me faire l'honneur par sa présence en qualité de présidente de jury.
- Mademoiselle GHANMI Fatema-Zohra qui a bien voulu examiner ce travail.
- A tous mes professeurs, qui, durant tout le cycle universitaire ont su me transmettre leurs savoirs.
- A tous les gens qui m'ont aidé et qui ont participé à l'élaboration de mon travail, en particulier Mr BRIXI N., Mr ZEKRI N. et le directeur du centre vétérinaire Dr BENDIMERAD Khateb.

Résumé

Le lait de vache pasteurisé est un aliment presque complet, il contient la plupart des éléments nécessaires au développement et au maintien des fonctions de l'organisme: riche en minéraux(en particulier en calcium sauf en fer), protéines, vitamines et matières grasses. C'est pour cela qu'il favorise le développement des microorganismes lactiques et pathogènes.

Notre travail est porté sur l'étude du lait de vache pasteurisé, ainsi que sur le contrôle microbiologique selon les normes du journal officiel, et la qualité physicochimique ; pour vérifier que le produit analysé ne présente pas de risque pour la santé du consommateur.

Les analyses microbiologiques de ce lait de vache pasteurisé montrent que les résultats de la flore mésophile aérobie totale, des coliformes totaux, des coliformes fécaux, des *staphylococcus aureus* ne dépassent pas le seuil d'acceptabilité.

La qualité physicochimique de ce lait de vache pasteurisé analysé est dans les normes, avec une densité de 1,032, l'acidité titrable est de 18°D, le taux de matière grasse est de 3,2%, la teneur en matière sèche totale est de 10,99%, et un PH de 6,55.

Ces résultats indiquent que le lait de vache pasteurisé analysé est de très bonne qualité de point de vue microbiologique et physicochimique.

Mots clés : lait de vache pasteurisé, analyse microbiologique, analyse physicochimique

Abstract

Pasteurized cow's milk is almost a complete aliment. It contains most of the necessary elements of development and maintaining body's functions. It's rich on minerals (particularly in calcium except in iron), protein, vitamins & fatty material. That's why it improves lactic and pathogenic microorganisms development.

Our work is focused on the study of pasteurized cow's milk, so it is for the microbiological control according to the standards of the official gazette & physiochemical's quality to check that the analyzed product does not involve any medical risk for the consumer.

Microbiological's analysis of pasteurized cow's milk show that the results of total aerobic mesophilic flora, of total coliforms, of fecal coliforms, of *staphylococcus aureus* do not exceed the threshold of acceptability.

The physiochemical quality of this analyzed pasteurized cow's milk is in the standards, with a density of 1,032, titratable acidity is 18°D, the fat content is about 3.2%, the total of the dry matter content is 10.99% & a 6.55 of PH.

This results show that the analyzed pasteurized cow's milk is of very good quality in terms of microbiologic & physicochemical.

Key words: pasteurized cow's milk, microbiological analysis, physiochemical analysis.

التلخيص :

حليب البقر المبستر هو غذاء شبه كامل، أنه يحتوي على معظم العناصر اللازمة لتطوير وصيانة وظائف الجسم: غنية بالمعادن (وخصوصا الكالسيوم إلا من الحديد) والبروتينات والفيتامينات والدهون. هذا هو السبب في أنه يفضل تطوير حامض اللبنيك والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. ويتركز عملنا على دراسة حليب البقر المبستر، وكذلك إجراء الاختبارات الميكروبيولوجية وفقا لمعايير الجريدة الرسمية، ونوعية الفيزيائية. للتحقق من أن المنتج حلل لا تشكل خطرا على صحة المستهلك. الميكروبيولوجية تحقيقات تظهر حليب البقر المبستر هذا بأن نتائج مجموع النباتات متوسطة الحرارة الهوائية، ومجموع القولونيات، القولونيات البرازية، المكورات العنقودية الذهبية لا يتجاوز عتبة القبول. جودة الفيزيائية والكيميائية للحليب البقر المبستر تحليلها هي في المعايير، مع كثافة 1032، الحموضة هي 18 درجة D، ومحتوى الدهون 3.2% محتوى المواد الصلبة الكلية من 10.99% والرقم الهيدروجيني من 6.55. وتشير هذه النتائج إلى أن حليب البقر المبستر وتحليلها هو جيد جدا لنقطة الميكروبيولوجية والفيزيائية وجهة نظر.

كلمات البحث: المبستر حليب البقر، الميكروبيولوجية وتحليل الفيزيائية

Sommaire

<u>INTRODUCTION</u>	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
<u>I. DÉFINITION DU LAIT</u>	4
<u>II. COMPOSITION DU LAIT</u>	4
A. EAU	4
B. MATIÈRE GRASSE	4
C. PROTÉINES	5
D. MATIÈRES AZOTÉES NON PROTÉIQUES (ANP)	6
E. LACTOSE	6
F. MINÉRAUX	6
G. VITAMINES	7
<u>III. LA LACTATION</u>	8
A. LA COMPOSITION DU LAIT ET DU COLOSTRUM	8
B. MÉCANISMES DE SÉCRÉTION	9
C. CONTRÔLE HORMONAL DE LA LACTATION	10
<u>IV. APERÇU GÉNÉRAL DU MARCHÉ MONDIAL DU LAIT</u>	10
A. PRODUCTION MONDIALE DU LAIT	10
B. COMMERCE	11
C. CONSOMMATION	12
<u>V. LE LAIT EN ALGÉRIE</u>	14
A. PLACE DU LAIT DANS LA CONSOMMATION ALGÉRIENNE	14
B. LES IMPORTATIONS DU LAIT ET DES PRODUITS LAITIERS	14
C. LES CONTRAINTES D'ÉLEVAGE BOVIN	16
<u>VI. LES DIFFÉRENTS TYPES DE LAIT CRU ET LEURS CARACTÉRISTIQUES</u>	16
A. COMPARAISON DES COMPOSITIONS DES LAITS DE DIFFÉRENTES ESPÈCES	16
B. PARTICULARITÉS DES LAITS DE DIFFÉRENTES ESPÈCES	16

<u>VII. LA RÉCOLTE DU LAIT CRU</u>	18
A. <i>TRAITE (CAS DE LA TRAITE MÉCANIQUE)</i>	18
B. <i>PROTECTION SANITAIRE</i> :	20
C. <i>ENTRETIEN DU MATÉRIEL DE TRAITE</i> :	20
D. <i>CONSERVATION DU LAIT A LA FERME</i> :	20
E. <i>TRANSPORT JUSQU'À LA LAITERIE</i> :	21
<u>VIII. LA PASTEURISATION</u>	23
A. <i>DÉFINITION ET OBJECTIFS</i>	23
B. <i>LES PROCÉDÉS DE LA PASTEURISATION</i>	23
C. <i>PARAMÈTRE DE PASTEURISATION</i>	24
D. <i>AUTRE TRAITEMENT THERMIQUE</i>	25
 DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPÉRIMENTALE	
<u>I. L'ÉCHANTILLONNAGE</u>	28
<u>II. ANALYSE MICROBIOLOGIQUE</u>	28
A. <i>L'OBJECTIF</i> :	28
B. <i>DÉNOMBREMENT DE LA FLORE MÉSOBIOLOGIQUE AÉROBIE TOTALE</i>	29
C. <i>DÉNOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX</i>	30
D. <i>DÉNOMBREMENT DES COLIFORMES FÉCAUX</i>	31
E. <i>DÉNOMBREMENT DES STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	32
F. <i>INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS</i>	33
<u>III. ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES</u>	34
A. <i>L'OBJECTIF</i> :	34
B. <i>PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS EN VUE DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE</i>	34
C. <i>DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ</i>	34
D. <i>DÉTERMINATION DE L'ACIDITÉ TITRABLE</i>	36
E. <i>DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE (MÉTHODE ACIDO-BUTYROMÉTRIQUE)</i>	37
F. <i>MESURE DE LA TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE TOTALE</i>	39
G. <i>PH/T°</i> :	40
H. <i>INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS</i>	41
 CONCLUSION	42
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	43
ANNEXE	47

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition lipidique du lait

Tableau 02 : Teneur moyenne des principales vitamines du lait

Tableau 03 : Composition du lait en minéraux

Tableau 04 : Evolution des exportations du lait entier en poudre (unité en milliers de tonnes)

Tableau 05 : Evolution des exportations du lait écrémé en poudre (unité en milliers de tonnes)

Tableau 06 : Consommation humaine par habitant dans le monde (2012)

Tableau 07 : Evolution des importations du lait et des produits laitiers

Tableau 08 : Composition des différents laits en g/L

Tableau 09 : Récapitulatif des règles pratiques d'hygiène de traite

Tableau 10 : Les différents barèmes de pasteurisation

Tableau 11 : Durée de vie du lait en fonction des traitements thermiques

Tableau 12 : résultats de Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

Tableau 13 : Résultats du dénombrement des coliformes totaux

Tableau 14 : Résultats du dénombrement des coliformes fécaux

Tableau 15 : Résultats de Dénombrement des *Staphylococcus Aureus*

Tableau 16 : Résultats de la densité

Tableau 17 : Résultats de l'acidité titrable

Tableau 18 : Résultats de la matière grasse

Tableau 19 : Résultats de matière sèche totale

Tableau 20 : Formule de la gélose P.C.A

Tableau 21 : Formule de la gélose VRBL

Tableau 22 : Formule de la gélose Braid Parker

Liste des figures

Figure 01 : Structure des importations alimentaires algériennes(en %)

Figure 02 : Diagramme de production du lait pasteurisé.

Introduction

Le lait le premier aliment de l'homme .Il est le seul à pouvoir revendiquer en tout temps et tous lieux le statut d'aliment universel, au moins pour la première partie de la vie de l'être humain.

L'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb avec une consommation près de 3 milliards de litres par an (**KIRAT ; 2007**)

La production du lait en Algérie, reste très insuffisante malgré tous les efforts déployés par l'état pour subvenir à une demande qui ne cesse d'accroître d'une année à l'autre.

La production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru. C'est donc près d'un milliard de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme de poudre de lait". Chaque année, l'Algérie importe 60% de sa consommation de lait en poudre, et la croissance annuelle moyenne du marché algérien des produits laitiers est estimée à 20%. Ubifrance affirme que le marché algérien du lait est dominé par le secteur privé. "On recense 19 laiteries publiques et 52 laiteries privées. On compte environ 190 000 exploitations laitières, dont 80% sont familiales (**TRANSACTION D'ALGIE., 2010**).

Le lait est un aliment riche en protéines de haut valeur biologique, des sucres des macros et des oligo-éléments, surtout le calcium, l'eau ; il renferme également des vitamines.

Ce type d'alimentation diminue fortement la densité nutritionnelle des aliments. Elle baisse considérablement le taux de micronutriments (vitamines, oligoéléments) et favorise indéniablement des carences, on peut dire que la société moderne se nourrit de «calories vides ».

Il a souvent été dit que le lait avait des bienfaits souvent des méfaits par excès.

Ainsi la consommation de produit laitiers est encouragée notamment pour l'apport en calcium. Ces messages classiques sont souvent publicitaires cette approche est donc critiquable d'un point de vue nutritionnel d'autant plus qu'il existe une multitude d'autres aliments riches en calcium.

Actuellement, la nécessité d'une consommation de lait et de produits laitiers suscite débat et controverse.

Ainsi l'objectif général de cette étude est d'évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique de lait de vache pasteurisé.

Dans la qualité microbiologique il s'agira de rechercher et de dénombrer :

- La flore aérobie mésophile totale ;
- Les coliformes totaux et fécaux ;
- Les *staphylococcus aureus*.

Pour ce qui est de la qualité physico-chimique on doit déterminer ou mesurer :

- La densité ;
- L'acidité titrable ;
- La matière grasse ;
- Matière sèche totale ;
- Le PH.

Le présent mémoire comporte deux parties :

- ❖ Une synthèse bibliographique.
- ❖ Une étude expérimentale.

PREMIERE PARTIE :
Synthèse bibliographique

I. Définition du lait

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant :

« Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (ALAIS ; 1975)

Le **Codex Alimentarius** en **1999**, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

II. Composition du lait

Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait d'origine animal peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale. (FAO ; 2017)

a) Eau

L'eau est un élément quantitativement le plus important, elle représente environ 9/10 (81 à 87 %) du lait. Le lait est riche en eau : ½ litre de lait (2 grands verres) apporte 450 ml d'eau Il participe donc à la couverture des besoins hydriques de l'organisme (FREDOT ; 2005).

b) Matière grasse

Les matières grasses du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β – carotène. Le tableau 1 indique les proportions des différents constituants de la fraction lipidique du lait (GRAPPIN, R., POCHET, S., 1999).

Tableau 01 : Composition lipidique du lait (GRAPPIN, R., POCHET, S., 1999).

Constituants	Proportions de lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipides	01
Fraction insaponifiable	01

Les matières grasses du lait ont la forme de petits globules sphériques qui sont invisibles à l'œil nu. La dimension des globules de matière grasse est d'environ 0.1 à 20 μm ($1\mu\text{m} = 0.001\text{ mm}$). Il est bon de noter que la dimension des globules de matière grasse varie selon l'espèce (les globules sont plus petits dans le lait de chèvre) ; selon la race (les globules sont plus petits chez la race Holstein que chez les Ayrshire et les Jersey) et selon la période de lactation (la dimension des globules diminue vers la fin de la lactation). Le diamètre moyen des globules étant de 3 à 4 μm , on estime qu'il y a environ de 3 à 4 milliards de globules de gras par millilitre de lait entier (GRAPPIN. R., POCHET S., 1999).

c) Protéines

Elles constituent avec les sels la partie la plus complexe du lait. Leur importance tient à plusieurs raisons : quatrième groupe de substances par son abondance après l'eau, le lactose et les matières grasses (MATHIEU, 1998). On distingue deux grands groupes de protéines dans le lait : les caséines et les protéines (POUGHEON et al ; 2001)

- Les caséines ont une teneur de 27 g/l ; elles se répartissent sous forme micellaire de phosphocasinatate de calcium et elles sont facilement dégradées par toutes protéolytique.
- Les protéines solubles du lactosérum se répartissent entre (LUQUET ; 1985) :
 - Les albumines : β lactoglobuline : 3 g
Lactalbumine : 1,2 g
Sérum albumine : 0,4 g
 - Les globulines : Immunoglobulines : 0,7 g
Lacto-transferrine : 0,3 g
 - les enzymes : Lipase, protéase, phosphatase alcaline,

Xanthine-oxydase, lactoperoxydase

La majeure partie des protéines du lait est naturellement synthétisée dans les cellules sécrétoires de la glande mammaire. Cependant certaines proviennent de plasmocytes spécialisés, d'autres du sang (**RIBADEAU-DUMAS et al ; 1989**).

d) Matières azotées non protéiques (ANP)

Il représente chez la vache 5% de l'azote total du lait. Il est essentiellement constitué par l'urée (33 à 79% de l'azote non protéique du lait). On y trouve également et par ordre d'importance les acides aminés, l'acide urique, l'ammoniac, la créatinine. Il y a une corrélation étroite entre la teneur en urée du lait et celle du sang (**HANZEN ; 1999**).

e) Lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40 % des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose.

En outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines. Ainsi, le lait contient près de 4,8 % de lactose, tandis que la poudre de lait écrémé en contient 52% et la poudre de lactosérum, près de 70% (**JUILLARD, V., RICHARD, J., 1996**).

f) Minéraux

La quantité des minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,60 à 0,90%. Ils prennent plusieurs formes ; ce sont le plus souvent des sels, des bases, des acides (**JUILLARD, V., RICHARD, J., 1996**).

À cette liste s'ajoutent certains éléments, comme le soufre présent dans les protéines et les oligo-éléments suivants, qui sont présents à de faibles concentrations ou à l'état de trace : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane, lithium et probablement certains autres. Cette composition est sujette à d'importantes variations selon les saisons et l'alimentation des vaches. Ainsi, un lait provenant de vaches en pâturage sera plus stable lors des traitements thermiques puisque sa teneur en citrate sera plus élevée ; ce composé fixe le calcium qui peut avoir un effet déstabilisant. Il est important de noter que la composition en minéraux d'un lait mammitieux tendra à se rapprocher de la composition du

sang ; c'est pourquoi il sera plus riche en chlorures et en sodium, mais moins riche en calcium, magnésium, potassium et phosphore (**Juillard. V., Richard. J., 1996**).

Les minéraux du lait se trouvent sous deux formes principales, surtout sous forme de sels ionisés et solubles dans le sérum et sous forme micellaire insoluble. Les éléments basiques majeurs comme le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium forment des sels avec les constituants acides que sont les protéines, les citrates, les phosphates et les chlorures. En outre, le calcium, le magnésium, les citrates et les phosphates se trouvent sous forme colloïdale dans les micelles de caséines (**Juillard. V., Richard. J., 1996**).

Tableau 02 : composition du lait en minéraux (**Juillard. V., Richard. J., 1996**).

Minéraux	Teneur (mg/kg)	Minéraux	Teneur (mg/kg)
Sodium (Na)	445	Calcium (Ca)	1180
Magnésium (Mg)	105	Fer (Fe)	0,50
Phosphore (P)	896	Cuivre (Cu)	0,10
Chlore (Cl)	958	Zinc (Zn)	3,80
Potassium (K)	1500	Iode (I)	0,28

g) Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. On les retrouve en très petite quantité dans les aliments. Le lait figure parmi les aliments qui contiennent la plus grande variété de vitamines, toutefois, les teneurs sont souvent assez faibles (**Juillard. V., Richard. J., 1996**).

Tableau 03 : teneur moyenne des principales vitamines du lait. (VEISSEYRE, 1975)

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles :	
Vitamine A (+ carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2,4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles :	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0,45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5,5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3,5µg/100ml

III. La Lactation

À la naissance du jeune, la glande est fonctionnelle mais sa capacité de la synthèse est faible; elle devient très rapidement considérable après la première tétée. Ce phénomène se traduit par une hyperplasie importante de la cellule épithéliale mammaire. Chaque cellule épithéliale s'enrichit en organites pour atteindre une activité synthétique et sécrétoire maximale. La production laitière est liée au nombre de cellules sécrétoires. (GAYRARD, V., 2007)

a) La composition du lait et du colostrum

Le lait est synthétisé par l'acinus mammaire à partir d'éléments simples provenant du sang. La sécrétion dans la lumière de l'acinus des produits synthétisés, ou transférés directement du sang, se fait au niveau des villosités apicales. En moyenne, la glande mammaire produit 50 à 120 ml/kg de poids vif par jour.

Le lait maternel permet une croissance rapide du jeune. Le lait est composé d'eau, de protéines, de sucres (essentiellement le lactose), de lipides, de sels minéraux et de vitamines.

L'eau est le composant le plus important sauf pour certaines espèces arctiques pour lesquelles le lait est plus riche en lipides. La teneur en eau est régulée par la concentration en lactose qui dépend de la vitesse de synthèse de l' α -lactalbumine. Les protéines majeures spécifiques du lait sont les caséines. Les principales caséines β et α sont des phosphoprotéines riches en proline (8 à 17% des acides aminés) mais pauvres en cystéine. Le coagulum en séparant les lipides et les sucres, assure une absorption lente des caséines. Plusieurs minéraux sont associés aux micelles de caséines, essentiellement le calcium.

Le lait est une source essentielle de calcium particulièrement assimilable sous la forme de caséinates.

Les protéines mineures sont solubles dans l'eau et se retrouvent dans le lactosérum après coagulation du lait. Ce sont des protéines de liaison de métaux comme le fer et le cuivre. Les protéines solubles les plus abondantes sont les immunoglobulines, l' α -lactalbumine, la β -lactoglobuline, la WAP (whey acidic protein) et l'albumine sérique.

Le lactose est le sucre spécifique du lait. Les mammifères marins et les monotrèmes ont un lait très pauvre en lactose. D'autres sucres sont présents en petite quantité dans le lait, il s'agit de monosaccharides neutres, comme le galactose, ou acides, d'oligosaccharides et de sucres liés aux peptides et aux protéines.

Le lait protège le jeune contre les pathogènes car il contient ses cellules du système immunitaire (lymphocytes, macrophages), des immunoglobulines de type IgG (en provenance du plasma sanguin) et IgA (synthétisées par les lymphocytes implantés dans la glande mammaire), une protéine qui lie la vitamine B12 et réduit ainsi la disponibilité de cette vitamine pour certaines bactéries.

Le colostrum est sécrété pendant un ou deux jours après la naissance. Il fournit au jeune les anticorps de la mère avant que ses défenses immunitaires soient fonctionnelles; c'est le cas pour les espèces à placentation épithéliochoriales (ruminants, suidés) pour lesquelles le transfert de l'immunité ne se fait pas durant la gestation. (GAYRARD V., 2007)

b) Mécanismes de sécrétion

Les protéines sont synthétisées au niveau du système réticuloendothélial et du reticulum endoplasmique où elles sont phosphorylées, éventuellement glycosylées puis conditionnées dans des vésicules membranaires. La membrane des vésicules fusionne avec la membrane plasmique et les protéines sont libérées dans la lumière de l'alvéole.

La cellule épithéliale de l'alvéole mammaire est polarisée. Les cellules alvéolaires sont liées entre elles par des jonctions qui créent une séparation étanche entre le milieu intérieur et la lumière de l'acinus. La structure interne de la cellule traduit une activité synthétique élevée: mitochondries très développées, appareil de Golgi très abondant.

La sécrétion du lactose, des autres sucres et des sels se fait par l'intermédiaire des vésicules de sécrétion qui transportent les protéines du lait. (GAYRARD V., 2007)

c) Contrôle hormonal de la lactation

La tétée ou la traite sont à l'origine de stimulations des récepteurs sensoriels du mamelon ou du trayon, ce qui provoque, d'une part la libération des hormones hypothalamiques hypophysiotropes puis d'hormones hypophysaires (réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation) et, d'autre part, la libération d'hormones hypothalamo-neurohypophysaires (réflexe neuro-endocrinien d'éjection du lait). (GAYRARD V., 2007)

Les 2 réflexes bien qu'empruntant une voie nerveuse ascendante probablement commune et de nature imparfaitement connue, s'expriment indépendamment.

De nombreuses substances peuvent faciliter ou inhiber le réflexe d'éjection du lait :

- Les antagonistes des récepteurs cholinergiques, nicotiques et muscariniques interrompent le réflexe d'éjection du lait (un des éléments du réseau de neurones afférents d'origine mammaire est cholinergique).
- La noradrénaline exerce une double contrôle (activation via les récepteurs (1-adrénergiques et inhibition via récepteurs (-adrénergiques).
- La dopamine augmente les quantités d'ocytocine libérée.
- Les neurones sérotoninergiques contrôlent la rythmicité des activations neurosécrétrices
- L'ocytocine présente dans les espaces extracellulaires des noyaux magnocellulaires contrôle l'activité des neurones ocytocinergiques pendant la tétée et la parturition (l'ocytocine ne passe pas à travers la barrière hématoencéphalique). (GAYRARD V., 2007)

IV. Aperçu général du marché mondial du lait

a) Production mondiale du lait

Selon la **FAO(2006)** la production mondiale du lait (tous type de lait) avoisine les 580 million de tonnes en 2001 elle progresse assez régulièrement, d'un peu plus de 1% par an à un rythme toute fois moins élevé que la population mondiale sur ce total environ 85% est constitué par le

lait de vache, le reste étant principalement du lait de bufflonne (65 millions de tonnes) et , dans une moindre mesure, de lait de chèvre et de brebis (12 et 8 millions de tonnes respectivement), cette production stimulée par les cours internationaux élevés ces dernières années a atteint 675 millions de tonnes en 2007. Parmi les pays bénéficiaires de l'augmentation des prix : nous avons la Chine, l'Argentine, le Brésil.

b) Commerce

- Principaux pays exportateurs des produits laitiers :

Tableau 04 : évolution des exportations du lait entier en poudre (unité en milliers de tonnes) (FAO, 2006)

Pays	2004	2005	2006
Nouvelle-Zélande	673	588	646
25 pays de l'UE	510	484	464
Argentine	177	165	165
Australie	117	105	126
Monde	1 785	1 653	1 727

Tableau 05 : évolution des exportations du lait écrémé en poudre (unité en milliers de tonnes) (FAO, 2006)

Pays	2004	2005	2006
Etats Unis	232	277	235
25 pays de l'UE	284	198	186
Nouvelle-Zélande	250	181	185
Australie	155	141	154
Monde	1 149	1 013	987

c) Consommation

Selon la **FAO(2006)** la consommation de lait par habitant est la suivante:

- Elevée (> 150 kg/habitant/an) en Amérique du Nord, en Argentine, en Arménie, en Australie, au Costa Rica, en Europe, en Israël, au Kirghizistan et au Pakistan;
- Moyenne (30 à 150 kg/habitant/an) en Inde, au Japon, au Kenya, au Mexique, en Mongolie, en République islamique d'Iran, en Nouvelle-Zélande, en Afrique du Nord et en Afrique australe, dans la plupart du Proche-Orient, de l'Amérique latine et des Caraïbes;
- Faible (< 30 kg/habitant/an) en Viet Nam, en Sénégal, dans la plupart des pays d'Afrique centrale, d'Asie de l'Est et du Sud-Est.

Tableau 06 : Consommation humaine par habitant dans le monde (F.I.L. ; 2012)

2012		
Pays	Millions d'habitants	Laits liquides (kg/hab)
Chine	1350	15,9
Etats-Unis	314	76,4
Brésil	199	59
France	64	54,3
Royaume-Unis	63	106,2
Afrique du sud	52	23,8
Argentine	41	42,4
Australie	23	109,3

Ces perspectives de production de lait ont été publiées dans un rapport conjoint de l'Organisation de Coopération Economique et de Développement (OCDE) et de l'Organisation pour l'Alimentation et l'agriculture des Nations unies.

V. Le lait en Algérie

a) Place du lait dans la consommation algérienne

Le lait a une valeur importante dans la consommation algérienne, Selon **Srairi**, 2008, le lait est retenu par les pouvoirs publics comme une source principale des protéines animales des populations dans les pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie), cependant, des politiques d'état ont été adoptées dans ces pays, des instruments sont mis en place depuis l'indépendance à partir de l'importation contenue des produits laitiers sous l'effet de développement démographique et le taux d'urbanisation a considérablement augmenté (**SRAIRI et al, 2007**).

En Algérie, la politique de prix favorise et encourage la consommation du lait par rapport à la production, ce qui conduit à une augmentation de la demande influencée par le développement démographique, l'état se tourne vers l'importation (**BOURBOUZE ET AL, 1989; MEZANI ; 2000**).

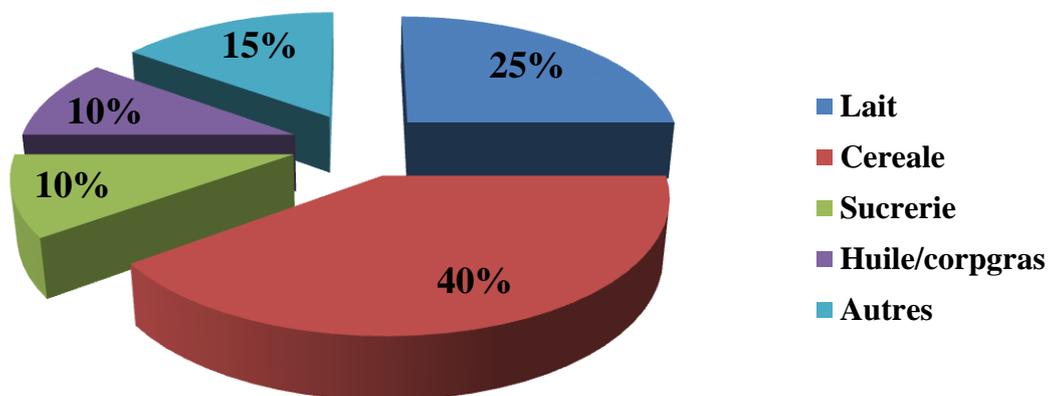
En outre, vu sa richesse en éléments nutritifs, le lait représente 65,5% des protéines animales, supérieure à celles de la viande 22,4% et les œufs 12,1%, ainsi un gramme de protéine obtenu à partir du lait, coûte huit fois moins cher que la même quantité obtenue de la viande (**AMELLAL ; 1995**), ce qui favorise l'augmentation de la consommation qui est jugée de 110 kg/an (**FERRAH ; 2000 ; DILMI ; 2008**), l'évolution de cette consommation a bondi de 90 litres à 115 litres (**BOURBOUZE ; 2001**), cette forte consommation est plus élevée que celle de la Tunisie qui est de 80 kg (**KHALDI et NAILI ; 2001**) et celle du Maroc 32 kg (**Arraba et al, 2001**), elle reste très éloignée de celle de la France où elle est estimée de 400L/habitant/an (**Boumghar, 2000**).

b) Les importations du lait et des produits laitiers

Répertorié mondialement, comme étant le deuxième importateur du lait et produits laitiers après le Mexique et avant l'Egypte, les importations du lait ont relativement progressé durant la période 2000 à 2006 (Tableau 07), elles sont passées de 121661 à 250098 tonnes, la moyenne annuelle de la facture de la production du lait durant cette période est estimée de 511 Millions d'unité D'USD (**DJEBBARA ; 2001**), la part des importations du lait est estimée de 25% du total des importations des produits alimentaires des pays (Figure1) avec une facture de 2.5 Milliard de dollars, après les céréales avec 40% soit 1 milliard de dollars (**BENCHARIF ; 2001**).

Tableau 07 : Evolution des importations du lait et des produits laitiers (DJEKBARA ; 2008)

Année	Quantités (tonnes)	Valeur (Millions USD)
2000	188 089	373.7
2001	121 661	258.0
2002	235 016	434.6
2003	211 118	455.3
2004	251 565	745.5
2005	250 281	672.2
2006	250 098	640.1

Figure 01 : Structure des importations alimentaires algériennes % (BENCHARIF, 2001)

c) Les contraintes d'élevage bovin

L'élevage bovin est un indicateur important dans l'économie algérienne, car il est la source qui couvre les besoins nationaux en protéines animales et valorise la main d'œuvre employée en milieu rural, cependant il est influencé par de multitudes contraintes qui dépendent principalement de l'environnement, matériel animal et la politique d'état depuis l'indépendance (MOUFFOK ; 2007).

VI. Les différents types de lait cru et leurs caractéristiques**a) Comparaison des compositions des laits de différentes espèces****Tableau 08 :** Composition des différents laits en g/L

Espèce	Eau	Matières sèches	Matières grasses	Lactose	Matières minérales	Matières protéiques	
						Caséine	Albumine
Vache	900	130	35-40	47-52	9	27-30	3-4
Chèvre	900	115-120	30-40	43-48	9	31-32	6-7
Brebis	860	185-200	65-75	43-45	11	45-50	8-10
Bufflonne	850	175	70-80	45-50	10	40-50	
Jument	925	105-110	10-20	60-65	4	10	7-8
Anesse	925	100	10-15	60-65	4	10-12	9-10

b) Particularités des laits de différentes espèces**1. Lait de vache**

D'après la **FAO(2017)** le lait de vache représente plus de 83% de la production mondiale de lait.

Les matières grasses constituent environ 3 à 4 pour cent des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5 pour cent et le lactose 5 pour cent, mais la composition chimique brute du lait de vache varie en fonction de la race. Par exemple, la teneur en matière grasse est généralement plus élevée chez les bovins *Bos indicus* que chez *B. taurus*. La teneur en matière grasse du lait de bovin *B. indicus* peut atteindre 5,5 pour cent.

2. Lait de bufflonne

D'après la **FAO(2017)** le lait de bufflonne représente le deuxième élevage laitier avec plus de 12% de la production mondiale. Il est principalement produit en Inde et au Pakistan et représente la moitié de la production laitière en Inde.

Il a une teneur très élevée en matières grasses, qui est en moyenne deux fois plus élevée que celle du lait de vache. Le rapport matière grasse sur protéine dans le lait de bufflonne est d'environ 2/1. En comparaison avec le lait de vache, le lait de bufflonne a également un rapport caséine sur protéine plus élevé. La forte teneur en calcium de la caséine facilite la fabrication du fromage.

3. Lait de chèvre

D'après la **FAO(2017)** le lait de chèvre représente environ 2% de la production mondiale.

Il a une composition semblable au lait de vache. Dans les pays méditerranéens et en Amérique latine, le lait de chèvre est généralement transformé en fromage; en Afrique et en Asie du Sud, il est généralement consommé cru ou acidifié.

4. Lait de brebis

D'après la **FAO(2017)** le lait de brebis contient plus de matières grasses et de protéines que les laits de vache et de chèvre; seuls les laits de bufflonne et de yak contiennent plus de matières grasses. Le lait de brebis possède aussi généralement une teneur plus élevée en lactose que les laits de vache, de bufflonne et de chèvre. Grâce à sa haute teneur en protéines et à l'ensemble de ses constituants solides, le lait de brebis est particulièrement approprié pour la fabrication de fromage et de yaourt. Le lait de brebis tient un rôle important dans la région méditerranéenne, où la plus grande partie de la production est transformée en fromages comme le pecorino, le caciocavallo et la feta.

5. Lait de jument

D'après la **FAO(2017)** le lait de jument est très pauvre en matières grasses ce qui fait que la teneur en énergie brute est faible (500 à 600 kcal/kg) et donc la part d'énergie brute provenant des lipides est très réduite (25% vs 50% pour la vache)

VII. La récolte du lait cru

Les vaches laitières passent généralement leurs jours à manger, à dormir, et à ruminer ou à mâcher leur bol alimentaire. Les vaches de certaines exploitations laitières errent et mangent de l'herbe fraîche (c.-à-pâturage). Dans d'autres fermes, elles sont nourries au grain, au foin ou à l'ensilage (de fourrages conservés) et restent toute la journée dans des quartiers proches connus comme des opérations d'alimentation des animaux confinés (CAFO), dont certains abritent des milliers d'animaux.

Beaucoup de grandes fermes laitières utilisent des hormones de croissance et d'antibiotiques au cours du processus d'élevage pour augmenter artificiellement la production de lait de vache et de réduire la propagation des maladies infectieuses chez leurs vaches.

a) Traite (Cas de la traite mécanique)

Afin de maximiser la rentabilité des tâches reliées à l'opération de traite, on insiste sur l'organisation des travaux de la traite qui se composent en trois parties: avant, pendant et après la traite (EL HIMDY; 1997).

➤ Avant la traite, il faut:

- Trier les vaches laitières, selon l'infection mammaire (il faut traire les vaches saines en premier, suivies des vaches atteintes de mammites, en commençant par celles ayant des mammites latentes et en terminant par celles atteintes de mammites cliniques et subcliniques) et le degré de stress (le stress des vaches au moment de la traite entrave la sécrétion du lait, c'est pourquoi on recommande de traire les vaches les plus sensibles en premier et laisser les moins sensibles vers la fin);
- Inspecter le matériel: vérifier le bon fonctionnement des différents organes de l'installation afin d'éviter toute possibilité de panne pendant le déroulement de la traite;
- Préparer des conditions favorables au bon déroulement de la traite, sans occasionner des pertes en temps pour réaliser un travail de qualité et de façon efficace. Le trayeur doit avant tout se laver les mains et les avant-bras, puis revêtir une tenue propre spécifique pour la traite;
- Faire un lavage.

➤ Déroulement de la traite :

Préparation de la mamelle: consiste en un lavage, un essuyage (qui permettent de nettoyer la mamelle des germes pathogènes afin d'éviter l'atteinte en mammites et l'obtention d'un bon lait) et une stimulation de la vache (pour déclencher le réflexe d'éjection du lait hors des acinis permettant d'obtenir le maximum de lait), suivie par l'éjection des 4 premiers jets de chaque mamelon (pour éliminer le lait qui a séjourné longtemps dans le canal du trayon, ce lait est généralement plein de bactéries);

La pose des faisceaux trayeurs. Vue la courte durée de l'effet de l'ocytocine "6min environ", il est très important de procéder à la pose des gobelets trayeurs immédiatement après la préparation des vaches. Notant que la préparation doit être individuelle et non collective;

La surveillance de la traite, afin d'intervenir en cas de besoin (chute du faisceau trayeur, glissement des manchons...) et d'éviter la sur traite qui a des implications très néfastes sur la santé mammaire;

L'égouttage des mamelons qui permet de recueillir les dernières fractions du lait, qui sont les plus riches en matière grasse et donc peut améliorer la qualité du lait;

La dépose des gobelets-trayeurs qui doit être faite avec délicatesse, dès que l'écoulement du lait est insuffisant. Il faut couper l'arrivée du vide au niveau de la griffe au moyen de la valve, destinée à cet effet, placée sous ou près de la griffe.

Ceci permet de rétablir la pression atmosphérique à cet endroit et donc, éviter les entrées d'air brutales et enlever délicatement les manchons-trayeurs;

La désinfection des trayons, qui permet d'améliorer et de réduire de 50% les risques d'infection mammaires pendant la lactation. Elle agit sur les bactéries dont le réservoir est la peau du trayon.

➤ Après la traite :

Après la traite, le trayeur doit nettoyer le matériel et le lieu de traite. Cette suite des tâches est importante puisqu'elle est en relation avec la qualité du lait.

Le nettoyage de la machine consiste à laver l'ensemble des éléments qui sont en contact direct avec le lait. Le lavage s'effectue en trois phases:

- Un rinçage en circuit ouvert avec de l'eau tiède (30 à 35°);
- Un lavage avec une solution détergente désinfectante chaude en circuit fermé;
- Un rinçage à l'eau froide potable.

➤ Désinfection de l'unité de traite (optionnel) :

Pour empêcher la transmission des infections entre vaches, il devient de plus en plus courant, de désinfecter l'unité de traite avant de la placer sur la vache suivante. L'unité peut être trempée dans un seau rempli d'eau claire pour rincer le lait qui y reste; ensuite, les manchons sont submergés dans un seau contenant une solution désinfectante, pendant 2,5 minutes; finalement, l'unité doit être séchée avant de l'attacher à la vache suivante. Si cette étape n'est pas faite correctement, elle peut propager les mammites, plus qu'elle ne les empêche. Certaines machines à traire, sont maintenant équipées avec un système de désinfection rapide des unités (**BACKFLUSHING**) (**WATTIAUX ; 1996**).

b) Protection sanitaire :

Afin d'éviter l'apparition d'éventuels problèmes sanitaires, il est recommandé:

- de choisir à l'achat, des animaux en bon état de santé.
- de faire un test de tuberculination et vacciner les animaux contre les maladies légalement contagieuses.
- de procéder au déparasitage interne et externe des animaux sur la base des résultats d'analyses coproscopiques effectuées dans les laboratoires d'analyses et de recherches vétérinaires (**MADR**).

c) Entretien du matériel de traite :

Le contrôle annuel de l'installation de traite par un agent agréé, ainsi que le changement annuel des manchons de traite, sont primordiaux (la durée de vie d'un manchon est de 3500 traites). Il convient aussi d'examiner l'état de l'ensemble de la tuyauterie de l'installation (tuyaux percés, déformés,..... etc.), ainsi que la collerette des manchons, qui doit être bien circulaire.

Selon les modèles de pulsateurs, et pour tous les types de régulateurs, il convient de nettoyer régulièrement les filtres (**LABBE ; 2003**).

d) Conservation du lait a la ferme :

La réfrigération du lait à la ferme, constitue un grand progrès d'un point de vue hygiénique (le taux de contamination des laits collectés en bidons non réfrigérés dépassait souvent 10^6 germes/ml alors qu'il est, maintenant, inférieur à 50 000 germes/ml).

Mais, la flore dominante n'est pas la même car le froid favorise le développement d'espèces psychrotrophes qui peuvent générer des enzymes protéolytiques et lipolytiques susceptibles d'altérer la qualité et la stabilité des laits (**VEISSEYRE ; 1979**).

Après la traite, le lait doit être conservé à une température inférieure à six (6°C) Le froid peut également entraîner des perturbations de nature physico-chimique ou biochimique avec des conséquences sur la qualité technologique des laits (stabilité thermique, aptitude à la transformation en fromage).

Les plus importants sont la solubilisation de la β -caséine, la solubilisation des sels minéraux, la tendance à la cristallisation de la matière grasse et l'altération de l'équilibre des bactéries dans le lait (**BENNETT ET AL, 2005**). C'est pourquoi il est recommandé, pour certaines fabrications, de ne pas prolonger la réfrigération au-delà de 48 heures.

De plus, cette évolution s'est traduite par un mélange de laits issus de plusieurs traites et provenant de plusieurs troupeaux, ce qui peut avoir un impact négatif pour les producteurs qui font des efforts de qualité (**Académie des Technologies, Académie d'Agriculture de France, 2004**).

Ainsi et afin d'obtenir un lait cru de bonne qualité microbiologique, deux paramètres sont à considérer le premier étant de réduire au minimum la contamination initiale; l'autre est représenté par le refroidissement à basse température (< 4°C), rapide du lait afin de ralentir le développement des microorganismes. C'est ainsi que l'on a souvent tendance à surestimer les avantages que présentent l'utilisation du froid artificiel en oubliant que la qualité microbiologique du lait dépend avant tout des soins qui sont apportés au moment de sa récolte : le froid n'améliore pas la qualité microbiologique du lait, il ne fait que la conserver (**DIENG, 2001**).

e) **Transport jusqu'à la laiterie :**

Le lait est recueilli à la ferme tous les 24 ou 48 heures au maximum. Les camions citernes qui sont utilisés ont un corps en acier inoxydable spécial et sont fortement isolés afin de garder le lait froid pendant le transport vers l'usine de traitement. Les chauffeurs de camion-citerne de lait sont accrédités niveleuses de lait, qualifiés pour évaluer le lait avant la collecte. Les chauffeurs de camion-citerne de qualité et, si nécessaire rejettent le lait basé sur la température, la vue et l'odorat. Un échantillon représentatif est prélevé à chaque ramassage agricole avant d'être pompé sur la citerne. Après la collecte, le lait est transporté à des sites d'usine et stockés dans des silos réfrigérés avant le traitement, le délai entre la traite et le premier traitement thermique est fixée à soixante - douze (72) heures au maximum.

Tableau 09 : Récapitulatif des règles pratiques d'hygiène de traite (CHARRON, 1986)

	Recommandé	Acceptable	A éviter
Lavage des mamelles	Lavette individuelle pour le lavage et l'essuyage	Douchette et essuyage avec des serviettes individuelles de papier	Une même lavette pour plusieurs vaches Mamelles dégoulinantes à la pose des gobelets Suppression du lavage
Elimination des premiers jets	Dans un récipient	Au sol en salle de traite	Sur les mains Au sol en étable entravée
Pose des gobelets	Immédiatement après le lavage Pas d'entrée d'air		Attente prolongée après le lavage Entrée d'air importante
Ordre de traite	Traite en dernier des vaches infectées (cas clinique, CMT ou taux cellulaires élevés)	Un ou deux faisceaux supplémentaires en salle de traite pour les vaches infectées	Absence totale de précaution
Fin de traite	Egouttage bref sans entrée d'air Dépose des gobelets par gravité après coupure du vide	Suppression complète de l'égouttage Utilisation de systèmes de décrochage automatique fonctionnant bien	Egouttage long, avec entrée d'air Dépose par arrachage avec entrée d'air Longue sur-traite
Désinfection des trayons	Systématiquement après chaque traite après trempage	Utilisation de certains systèmes de pulvérisation	Pas de désinfection ou désinfection mal faite et intermittente
Autres	Traite en douceur Pas de modifications brutales de la routine		Coups, bruits, chocs élec. Modifications brutales de la routine

Pour obtenir un lait de bonne qualité bactériologique à la laiterie, il est nécessaire d'obéir à certaines règles d'hygiène : une réfrigération à basse température ($< 4^{\circ}\text{C}$) et en continu du lait, de la traite à l'usine ; une conservation la plus courte possible du lait cru et un nettoyage et une désinfection stricts de tout le matériel de récolte et de collecte. A la laiterie le lait doit être traité dès réception (**MAHIEU, 1985**).

VIII. La pasteurisation

a) Définition et objectifs

Plusieurs définitions ont été données à cet effet par divers auteurs qui s'accordent tous à mettre l'accent sur l'assainissement correct du lait par la chaleur tout en se souciant de préserver la haute valeur nutritive du lait. Pasteuriser le lait, c'est détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de la flore banale, la totalité de la flore pathogène, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à sa structure physique, à ses équilibres chimiques et à ses éléments biochimiques. (**O., MUSTAPHA et al., 2012**). En autres termes d'assurer sa salubrité et de prolonger sa durée de vie. (**MEUNIER-GODDIK et SANDRA ; 2002**).

b) Les procédés de la pasteurisation

La pasteurisation est un procédé consistant à chauffer du lait cru pendant quelques minutes ou secondes à une température la plus basse possible, entre 63 et 95°C , puis à le refroidir à 4°C de manière à détruire les germes nocifs qui pourraient être présents dans le lait, et réduire le nombre de microorganismes nullement dangereux pour la santé. (**O., MUSTAPHA et al., 2012**). Pour que le lait soit pasteurisé, il doit être soumis:

- Soit à une température de 63°C pendant une durée de 30 minutes à basse température cette pasteurisation est presque abandonnée
- Soit à une température de 85°C pendant une durée de 15-20 secondes (HTST/température moyenne) (HTST : high-temperature short-time)
- Soit encore instantanément à une température de 95°C HTSTI haute température. (**ARRETE; 1993**). Ce type de pasteurisation haute température courte durée, est très répandu ces dernières années, où les deux préoccupations de sécurité alimentaire et le désir de prolonger la durée de conservation du lait liquide ont incité de nombreux transformateurs de produits laitier à augmenter la pasteurisation à des températures au-dessus des conditions minimales spécifiées par le décret A du lait pasteurisé (72°C pour 15s). (**RANIERI et al., 2009**). C'est le principe des procédés HTST. Les barèmes

de température de pasteurisation sont liés proportionnellement aux temps. Le couple température/ temps joue un rôle essentiel dans la pasteurisation chaque fois que la température de pasteurisation augmente le temps est réduit.

Tableau 10 : les différents barèmes de pasteurisation. (MEUNIER-GODDIK ET SANDRA., 2002).

Température (°C)	Temps
63	30 minutes
72	15 secondes
89	1.0s
90	0.5s
94	0.1s
96	0.05s
100	0.01s

Exemple: une température de pasteurisation située entre 70 et 72 sans durée de chambrage est optimale. Dans l'industrie du lait, le chambrage est un processus dans laquelle le lait séjourne dans un tube calorifugé à une température voisine de celle de la pasteurisation pendant un temps limité, pour assurer une parfaite homogénéité thermique.

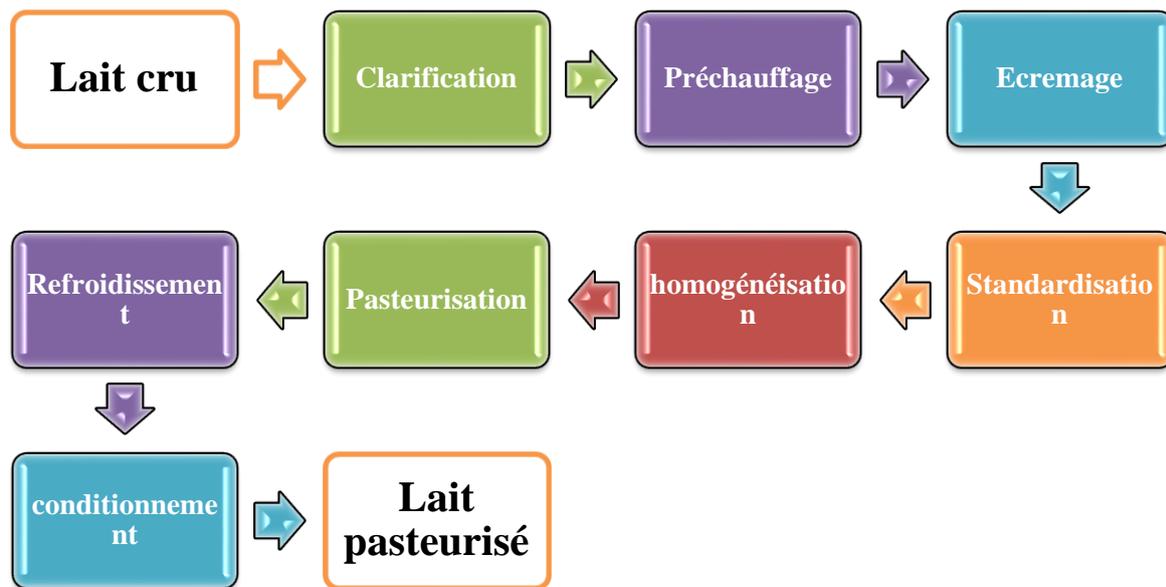
c) Paramètre de pasteurisation

La conception des lignes de traitement du lait pasteurisé du commerce varie beaucoup d'un pays à l'autre, et même d'une laiterie à l'autre, en fonction de:

- La législation et la réglementation locale.
- La standardisation éventuelle de la matière grasse qui peut se faire avant, après ou pendant la pasteurisation.
- L'homogénéisation peut être totale ou partielle D'autre part, la rapidité de ce traitement (quelques secondes) permet de conserver intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait. (OULD MUSTAPHA et al., 2012).
- Les appareils les plus souvent utilisés pour la pasteurisation du lait sont les échangeurs de chaleur à plaques. Ceux-ci sont construits selon une structure modulaire, autrement dit toutes les sections nécessaires au processus de pasteurisation sont situées dans une même installation sous forme de modules. Les différentes sections sont ordonnées de

telle façon qu'à la zone la plus chaude succède la zone la plus froide, ce qui a des avantages du point de vue énergétique. Avec cette technologie, la récupération de chaleur s'élève à environ 85 %. La figure (2) présente le diagramme de production du lait pasteurisé.

Figure 02 : Diagramme de production du lait pasteurisé.



d) Autre traitement thermique

1. Ultra pasteurisation (UP)

Permet aux transformateurs laitiers de produire des laits et des produits laitiers avec une durée de conservation prolongée similaire aux processus UHT, Elle emploie un traitement thermique plus élevée que la pasteurisation, mais inférieure aux processus UHT. Le lait doit être stocké de 4 à 8°C avant et pendant l'utilisation. (SIMON et HANSEN., 2001).Le lait ultra pasteurisé vendu en emballage aseptique est traité à des températures allant de 137 à 143 °C avec des temps de maintien de 2 à 3s. (TOMASULA et al., 2004).L'ultra pasteurisation est parmi les nouvelles techniques de fabrication introduites pour la production de lait ESL(extended sheif life) comme un lait à durée de vie étendue avec un goût du lait frais et dont la durée de conservation maximal est de 4 semaines dans la chaîne de distribution à froid.(SCHMIDT et al., 2012).

2. Procédé ultra haute température UHT:

Le traitement UHT du lait et des produits laitiers c'est l'application continue de la chaleur qui se déroule à des températures élevées entre 135-150° C durant un bref moment qui rend le produit commercialement stérile, lorsqu'il est combiné à un conditionnement aseptique (SIDDAPPA et al., 2012). Les bactéries aussi bien que les spores sont détruites, et un certain nombre d'enzymes sont inactivés, ce qui fait que le lait emballé se conserve plus longtemps (3 mois au minimum). Une fois l'emballage ouvert, le lait ne se conserve toutefois que quelques jours au réfrigérateur. (VANDERCAMMEN, 2011).

3. La stérilisation:

La dénomination « lait stérilisé » est réservée au lait préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé pendant 15 à 20 minutes à une température de 115-120°c afin de détruire tous les germes susceptibles de s'y développer. Le lait est ensuite rapidement refroidi. Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert (MERIGAU et al. 2009).

Tableau 11: Durée de vie du lait en fonction des traitements thermiques. (VANDERCAMMEN, 2011)

	Types de traitements thermiques	Caractéristiques
Lait cru	Pas de traitement thermique ou de chauffages à plus de 40°C	Il se conserve 48h avant l'ouverture réfrigérateur
Lait pasteurisé	Chauffé à une température inférieure à 100°C puis refroidi rapidement	Il se conserve 7 jours au réfrigérateur avant ouverture
Lait UHT (ultra haute température)	Chauffé à une température entre 130 et 150°C pendant 2 secondes	Durée de conservation +1-4 mois à température ambiante
Lait stérilisé	Chauffé à une température entre 100°C et 115°C pendant 20 minutes	Durée de conservation +1- 6 mois à température ambiante
Lait en poudre	Déshydratation qui permet de réduire la teneur en eau à 3 %	Durée de conservation 2 ans à température ambiante

D'après ce tableau la température joue un rôle positif sur la durée de conservation du lait, car chaque fois qu'on augmente la température on obtient une prolongation du délai de conservations de ce produit fini.

DEUXIEME PARTIE : Partie expérimentale

I. L'échantillonnage

On a acheté 4 sachets de lait de vache pasteurisé X qui étaient bien conservés chez le vendeur, on les a transportés au laboratoire dans une glacière, une fois au laboratoire on les a entreposés au réfrigérateur, deux sachets seront utilisés pour les analyses microbiologiques et les deux autres pour les analyses physicochimiques.

II. Analyse microbiologique

a) L'objectif :

Rechercher d'une certaine gamme de micro-organismes, indicateurs d'un ou de plusieurs problèmes rencontrés lors du procédé de fabrication ou susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine lors de la mise sur le marché.

- **Règles générales** « Bonne Pratique du Laboratoire »

La manipulation de base est celle du transfert de germes d'un récipient à un autre, il faut donc respecter certaines règles lors des manipulations (**MANUEL DE SÉCURITÉ BIOLOGIQUE EN LABORATOIRE, 2005**) :

- Se laver les mains avant et après manipulation ;
- Nettoyer et aseptiser les paillasse avant et après manipulation ;
- Travailler le plus près possible du bec bunsen avec ustensiles stériles ;
- Travailler de façon absolument aseptique ;
- Toutes les boîtes de pétri, bouillonsensemencés, ainsi que les ustensiles souillés (Pipettes, tube...) devront être autoclavés ou décontaminés.

Notre analyse microbiologique se base sur le dénombrement des germes recherchés dans le produit laitier (lait de vache pasteurisé) qui sont :

- La flore mésophile aérobie Totale ;
- Les coliformes totaux ;
- Les coliformes fécaux ;
- Les *staphylococcus aureus*;

b) Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

1. Définition

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air à une température moyenne, plus précisément dans une température optimale de croissance située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération.

2. Objet

Cette méthode consiste à la recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale présente dans le lait pasteurisé.

3. Mode opératoire

Le dénombrement de cette flore est Réalisé par un ensemencement en profondeur.

- Le milieu utilisé : gélose (PCA).
- L'incubation est conduite à 30°C pendant 72 heures.
- On commence par de la solution mère de lait pasteurisé, puis on fait des dilutions de facteur 10.
- Prendre aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétrie stérile préparée à cet usage et numérotée, pour chaque dilutions
- Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose PCA liquifié puis refroidie à 50°C ;
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose ;
- Laisser solidifier sur paillasse ;
- Placer les boîtes de pétrie retournées dans une étuve à 30 °C pendant 72h.

4. Expression des résultats

On tiendra compte des boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300. Le dénombrement des germes totaux obtenue après incubation est de : 2.10^2 UFC par rapport à la norme indiqué dans le tableau ci-dessous après 72h d'incubation a une T° d'environ 30°C dans la gélose PCA. Donc les résultats sont négatifs.

Tableau 12 : résultats de Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

Bactérie	Milieu de culture	T° d'incubation	Temps d'incubation	Résultats	Norme	Référence
Germe Totaux	P.C.A	30°C	72h	2.10^2	$m = 3.10^4$	Journal officiel N°35 27 mai 1998

c) Dénombrement des coliformes totaux

1. Définition

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en

2. Objet

Cette méthode est une méthode de routine, consiste en la recherche et le dénombrement des coliformes totaux dans le produit laitier, par comptage de colonie obtenues en milieu solide après incubation à 30°C.

3. Mode opératoire

- A partir de l'échantillon (dilution, solution mère) retenue, transférer 1 ml d'échantillon dans une boîte de pétrie stérile, préalablement préparer et numéroter pour cet usage ;
- Ensuite couler dans la boîte de pétrie environ 15ml de gélose VRBL ;
- Mélanger soigneusement le milieu et laisser le mélange se solidifier sur une paille ;
- Lorsque le milieu est solidifié, couler environ 4ml de la même gélose ;
 - On ajoute une 2^{em} couche de V.R.B.L pour éviter une contamination , est une couche protectrice.
- laisser solidifier à nouveau ;
- Placer les boîtes de pétrie retournées dans une étuve à 30 °C pendant 24h..

4. Expression des résultats

Après 24h d'incubation à une T° de 30°C, aucune des colonies caractéristiques violacées n'a été trouvée dans la gélose VRBL, dans ce cas nos résultats sont négatifs, et ceci en comparaison avec la norme.

Tableau 13: Résultats du dénombrement des coliformes totaux.

Bactérie	Milieu de culture	T° d'incubation	Temps d'incubation	Résultats	Norme	Référence
Coliforme totaux	V.R.B.L	30 °C	24h	Négative (-) ABS	m = 10	Journal officiel N°35 27 mai 1998

m=10 c'est à la vente

m=1 a la sortie de l'usine

m : nombre de germes présents dans 1g ou dans 1ml de produit analysé

d) Dénombrement des coliformes fécaux

1. Définition

Les coliformes fécaux sont des micro-organismes vivant dans les intestins d'animaux ou humains. Ils sont généralement en nombre inférieur ou égal aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination d'origine fécale.

2. Objet

Cette méthode est une méthode de routine, consiste en la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux dans le produit carné, par comptage de colonie obtenues en milieu solide après incubation à 44°C.

3. Mode opératoire

- A partir du mélange retenu, transférer 1 ml d'échantillon dans une boîte de pétrie stérile, préalablement préparée et numérotée pour cet usage ;
- Ensuite couler dans la boîte de pétrie environ 15ml de gélose VRBL ;
- Mélanger soigneusement le milieu et laisser le mélange se solidifier sur une paillasse ;
- Lorsque le milieu est solidifié, couler environ 4ml de la même gélose ;
 - On ajoute une 2^{em} couche de V.R.B.L pour protéger l'inoculum, est une couche protectrice.
- laisser solidifier à nouveau ;
- Placer les boîtes de pétrie retournées dans une étuve à 44 °C pendant 24h.

4. Expression des résultats

Après 24h d'incubation à une T° de 44°C, aucune des colonies caractéristiques violacées n'a été trouvée dans la gélose VRBL, dans ce cas nos résultats sont négatifs, et ceci en comparaison avec la norme.

Tableau 14 : Résultats du dénombrement des coliformes fécaux

Bactérie	Milieu de culture	T° d'incubation	Temps d'incubation	Résultats	Norme	Référence
Coliforme Fécaux	V.R.B.L	44 °C	24h	Négative (-) ABS	ABS	Journal officiel N°35 27 mai 1998

e) Dénombrement des *Staphylococcus aureus*

1. Définition

Staphylococcus aureus, est une bactérie de type cocci gram+, il a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5 µm, non sporulé, immobile et facultativement anaérobique.

2. Objet

Cette méthode consiste à faire un dénombrement et une identification des *Staphylococcus aureus*.

3. Mode opératoire

Par cette méthode, les *Staphylococcus aureus* font l'objet d'une recherche et dénombrement sur le milieu Baird Parker + émulsion jaune d'œuf tellurite (250ml BP +10ml JOT a 50°)

- A l'aide d'une pipette pasteur, distribuer dans la boîte de pétrie 0.1 ml de l'échantillon (solution mère, dilution ...) sur la surface de 15ml du milieu mis en boîte, étaler soigneusement l'inoculum le plus rapidement possible à la surface du même milieu en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec l'étaleur stéril. La boîte sera incubée à 37°C pendant 48h ;
- Après 48h d'incubation, la surface de la boîte doit présenter des colonies caractéristiques (centre noir avec un halo blanchâtre);

4. Expression des résultats

Après 48h d'incubation, on remarque que la surface des boîtes ne présentent aucune colonies, Dans ce cas nos résultats son conforme aux normes indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Résultats de Dénombrement des *Staphylococcus Aureus*

Bactérie	Milieu de culture	T° d'incubation	Temps d'incubation	Résultats	Norme	Référence
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Baird Parker	37°C	48h	Négative (-) ABS	m= 1	Journal officiel N°35 27 mai 1998

f) Interprétation des résultats

Les analyses microbiologiques permettent de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé du consommateur, en tenant compte des conditions de conservation, des habitudes de consommation et des caractéristiques du produit.

(Il convient donc de s'assurer, par des tests microbiologiques, que le produit va être sain et de bonne qualité marchande tout au long de sa durée de vie.)

Le produit est de qualité microbiologique satisfaisante, en comparaison avec les normes

Notre analyse microbiologique a montré une absence totale des germes recherchés tel que la flore mésophile aérobie totale, Les coliformes totaux, Les coliformes fécaux, les *staphylococcus aureus*, , dans les différents milieux de culture et à une T° qui diffère selon le temps d'incubation.

- Donc, notre produit est de qualité microbiologique satisfaisante concernant tous les germes recherchés et ceci conformément à l'arrêté interministériel n°35 du 27/05/98 JO.

III. Analyse physico-chimiques

a) L'objectif :

Dont le but d'évaluer la qualité physico-chimique de certains laits pasteurisé commercialisés dans l'ouest algérien nous allons procéder aux analyses suivantes :

- Détermination de la densité (par lactodensimètre),
- Détermination de l'acidité titrable (par titration),
- Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique),
- Mesure de la teneur en matière sèche totale (par dessiccation),

b) Préparation des échantillons en vue de l'analyse physico-chimique

L'échantillonnage est un point clef de l'obtention de résultats analytiques valides. En effet, sa bonne mise en œuvre permettra d'obtenir une bonne représentativité de l'échantillon prélevé (**POINTURIER, 2003**).

D'après **SALGHI (2010)**, la préparation de l'échantillon et le prélèvement de la portion servant à l'analyse sont les deux premières étapes d'une analyse physico-chimique. Ces étapes sont importantes pour la réussite d'une analyse, car l'exactitude du résultat en dépend. Les techniques qui seront utilisées lors de ces étapes devront permettre de respecter le principe suivant: L'aliquote prélevé pour l'analyse doit être le plus représentatif possible du lot.

c) Détermination de la densité

1. Définition

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (**POINTURIER, 2003**).

2. Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

3. Appareillage

- Lactodensimètre avec thermomètre incorporé,
- Eprouvette cylindrique sans bec, de hauteur apportée à celle de lactodensimètre et de diamètre intérieur supérieur de 9 mm au moins au diamètre de la carène de lactodensimètre.

4. Mode opératoire

- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air,

- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre (il est commode de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette),
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture,
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20°C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18°C et 22°C,
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre,
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

5. Expression des résultats

La densité du lait est une grandeur sans dimension

Corrections

Si le lactodensimètre est utilisé à une température autre que 20°C, une correction de la lecture doit être faite de façon suivante :

- Si le lactodensimètre est utilisé à une température autre que 20°C, une correction de la lecture doit être faite de façon suivante :
- Si la température du lait au moment de la mesure est supérieure à 20°C, augmenter la densité lue de 0.0002 par degré au-dessus de 20°C.
- Si la température du lait au moment de la mesure est inférieure à 20°C, diminuer la densité lue de 0.0002 par degré au-dessus de 20°C.

Tableau 16 : Résultats de la densité

Détermination	Résultats	Norme	référence
La densité	1,032	1,028-1,032	AFNOR

d) Détermination de l'acidité titrable

1. Définition

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (AFNOR, 1985).

2. Principe

S'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

3. Réactifs

- Solution de NaOH N/9
- Solution de phénolphthaléine à 1% dans l'éthanol

4. Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment :

- Pipette à lait de 10 ml.
- Bêchers.
- Burette graduée en 0.05 ou en 0.1 ml permettant d'apprécier la demi-division.

5. Mode opératoire

- Introduire dans un Becher 10 ml d'échantillon à analyser, auxquels on ajoute 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré.
- Titrer avec la solution NaOH (N/9) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose

6. Expression des résultats

L'acidité exprimée en degré dornic est égale à:

$$AT = V \times 10(^{\circ}D)$$

AT: Acidité titrable

V: le volume en ml correspond à la chute de la burette.

$$1\text{ml} = 10^{\circ}D$$

Tableau 17 : Résultats de l'acidité titrable

Détermination	Résultats	Norme	référence
L'acidité titrable	18 ^{°D}	L'idéal 15-17	AFNOR

e) Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)**1. Définition**

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C (27°C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985).

2. Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

3. Réactifs

- Acide sulfurique 89%, incolore ou à peine ambré ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat.
- Alcool iso amylique.

4. Appareillage

- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié,
- Pipette à lait,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer 10.0 ml \pm 0.2ml d'acide sulfurique,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer 1.00 ml \pm 0.05ml d'alcool amylique,
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à \pm 50 tr/mn maximum près,
- Bain d'eau à la température de 65°C \pm 2°C,
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.

5. Mode opératoire**a) Préparation du butyromètre à la prise d'essai**

- ♣ A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique, 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 de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche audessus de l'acide,

♣ A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer 1ml d'alcool amylique et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides,

♣ Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

b) 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.

c) 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 4 minutes.

d) Lecture

♣ Placer le butyromètre dans un bain d'eau à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 2 à 3 minutes,

♣ Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas, ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche,

♣ Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque.

6. Expression des résultats

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

$$\text{MG (g/l)} = (\text{B}-\text{A}) \times 100$$

A: la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.

B: la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

Tableau 18 : Résultats de la matière grasse

Détermination	Résultats	Norme	référence
la matière grasse	3.2%		AFNOR

f) Mesure de la teneur en matière sèche totale

1. Définition

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985).

2. Principe

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu.

3. Appareillage

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai de forme cylindrique de préférence avec couvercle,
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires,
- Étuve à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- Dessiccateur,
- Balance analytique,
- Pipette à lait de 5ml.

4. Mode opératoire

- Dans la capsule séchée et tarée à 0.1mg près introduire 5ml de l'échantillon pour essai à l'aide de la pipette ou peser à 1mg près environ 5g de lait,
- Placer la capsule découverte pendant 30 minutes sur le bain l'introduire dans l'étuve
- Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante,
- Peser à 0.1mg près, effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé

5. Expression des résultats

La matière sèche exprimée en % est égale à :

$$\frac{P2}{P1} * 100$$

P1 : Poids de l'échantillon humide

P2 : Poids de l'échantillon après dessiccation

Tableau 19: Résultats de matière sèche totale

Détermination	Résultats	Norme	référence
la matière sèche totale	10,99%	8-13%	AFNOR

g) PH/T° :**1. Mode opératoire**

- Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.
- Introduire l'électrode dans le bécher contenant le lait reconstitué à analyser dont la température doit être 20°C.

A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

2. Expression des résultats

Lecture de résultat : la valeur indiquée sur le PH-mètre.

Tableau 20 : Résultats du PH

Détermination	Résultats	Norme	référence
PH	6,55	6,5-6,6	AFNOR

h) Interprétation des résultats

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et loyaux.

Ces analyses permettent de vérifier :

- la composition des produits (loyauté de la transaction commerciale),
- les fiches techniques du produit,
- le respect des normes et des dispositions réglementaires,

Notre analyse physico-chimique a précisé que le produit est conforme pour les déterminations effectuées conformément à l'arrêté interministériel n°58 du 04/11/2015 (journal officiel), vue les différentes valeurs d'analyse accomplit, tel que la matière grasse totale pour une valeur de 3,2% , la matière sèche total qui égale 10.99% , le PH qui est à 6.55, l'acidité titrable 18°D, et la densité $d=1,032$

Conclusion

Cette étude réalisée sur le lait de vache pasteurisé nous a permis de connaître et d'apprendre la technologie de l'industrie laitière et en particulier les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées en général.

En raison de sa valeur nutritive et énergétique, le lait de vache occupe une place importante dans le ratio alimentaire de l'homme puisqu'il va permettre à l'organisme de :

- Disposer de tous les acides aminés essentiels.
- Satisfaire les besoin en calcium.
- Disposer de vitamine A

Au cours de notre travail, nous nous sommes intéressés à des analyses physico-chimiques du lait de vache, nos résultats montrent que ces produits sont de très bonne qualité à partir de sa teneur d'acidité Titrable, sa Densité, sa Température ainsi que sa teneur en Matière Grasse respectée selon les normes (AFNOR).

D'après Les analyses microbiologiques il y a l'absence totale des germes recherchés.

Les essais physico-chimiques et microbiologiques montrent également que les résultats sont dans les normes.

S'agissant des analyses physico-chimiques et microbiologiques, les résultats sont encourageants, néanmoins la vigilance et la rigueur tout au long de la préparation restent de mise à fin d'assurer toujours au consommateur un produit de première qualité.

Par conséquent, nous recommandons aux entreprises laitières d'augmenter la fréquence de ses analyses physico-chimiques et microbiologiques et d'appliquer le système de prévention, de surveillance et d'identification des risques (méthode HACCP) dans la laiterie au moins une fois par trimestre pour le matériel du laboratoire et une fois tous les six mois pour l'équipement de production.

Perspectives dans le futur, nous allons doser les acides aminés essentiels, les minéraux, vitamines etc...

Références bibliographique

1. **Académie des Technologies, Académie d'Agriculture de France AAF. (2004).** Rapport: Progrès technologiques au sein des industries alimentaires. Impact sur la qualité des produits. La filière laitière.
2. **AFNOR., (1985).** Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition : 107-121-125-167-251(321 pages).
3. **ALAIS, C. (1975).** Science du lait. Principe des techniques laitières. paris: Edition sepaic.
4. **ALAIS, C., LIDEN, G., 2004.** Biochimie alimentaire. 5^{ème} Ed : Lavoisier Paris. 520p (162-164).
5. **AMELLAL, R., 1995.** La filière lait en Algérie : Entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Options
6. **ARRABA, A., BENJELLOUNS., HAMAMA, A., HAMIMAZ, R., ZAHAR, M., 2001.** Organisation de la filière laitière au Maroc. In : les filières et marchés du lait et dérivés en méditerranée. Option méditerranéennes, Série B, 32 : 4762.
7. **Arrêté Interministériel (1993).** D'après le journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire.n°69 correspondant aux spécifications et a la présentation de certains laits de consommation. P 2-5.
8. **BENCHARIF, A., 2001.** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : les filières et marchés du lait et dérivés en méditerranée. Options méditerranéennes, Série B 32/ 25-45.
9. **BENNETT, E.M., PETERSON, G.D., GORDON, L.J. (2005).** Understanding relationships among multiple ecosystem services. Ecol Lett
10. **BOUMGHAR M.Y., 2000.** La filière lait en Algérie : une production largement insuffisante. Agroligne, n°3,8-9.
11. **BOURBOUZE, A., 2001.** Le développement des filières lait au Maghreb ; Algérie, Maroc, Tunisie : trois images, trois stratégies différentes. Agroligne, n° 14, 9-19.
12. **BOURBOUZE, A., CHOUCHEH, A., EDDEBBARHA., PLUVINAGE, J., YAKHLEF, H., 1989.** Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. Options méditerranéennes, Série séminaires 6 : 247-258.
13. **CHARRON, G. (1986).** Les produits laitiers Vol1 les bases de la production. Edition Tec et Doc. 347p.
14. **CODEX ALIMENTARIUS. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp: 1-4.
15. **DIENG, M. (2001).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. These Doctor vétérinaire, Université de Dakar Senegal.

16. **DILMI, B., 2008.**Recommandation pour une stratégie générale du secteur laitier en Algérie : Séminaire international sur la filière lait : production et biotechnologie, Chlef 02,03 Décembre, 2008.
17. **DJEBBARA M., 2008.**Durabilité et politique de l'élevage en Algérie. Le cas du bovin laitier. Colloque international « développement durable des productions animales : enjeux, évaluations et perspective, Alger, 20-21 Avril. 2008.
18. **El HIMDY; 1997.**Situation de la traite mécanique des bovins au Maroc, mémoire de 3^{ème} cycle rapporteur
19. **F.I.L., 2012.** Fédération internationale du lait
20. **FAO, 2017.** La production laitière et les produits laitiers. http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/la-lait-et-les-produits-laitiers/la-composition-du-lait/fr/#.WUD7fus1_IU. 15 mars 2017
21. **FAO. (2017).** Le lait et produits laitiers. La composition du lait.
22. **FERRAH, A., 2000.** L'élevage bovin laitier en Algérie : problématique, question et hypothèses pour la recherche 3^{ème} JRPA « Conduite et performances d'élevage » Tizi-Ouzou : 40-47.Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches, n° 14, 229-238.
23. **GAYRARD, V., 2007.** PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES MAMMIFERES. Ecole nationale vétérinaire Toulouse. PP 191-198
24. **GRAPPIN, R., POCHE, S. (1999).** Le lait, P 3 – 22.
25. **HANZEN, CH., (1999).** Pathologie de la glande mammaire de la vache laitière: Aspects individuels et d'élevage. 4^{ème} Edition Université de Liège, 235 p.
26. **JUILLARD, V., RICHARD, J., (1996).** Le lait, P 24 – 26.
27. **KHALDI., NAILI., 2001.** Dynamique de la consommation de lait et produits laitiers Tunisie. In: "Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée : état des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche", Options méditerranéennes, série B, n°32, CIHEAM Montpellier, pp. 75-86.
28. **KIRAT, 2007.** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM.13p.
29. **LABBE, J.F., 2003.** PATHOLOGIE MAMMAIRE BOVINE. Conduite a tenir.
30. **LUQUET, F-M. (1985).** « Lait et produits laitiers: vache, brebis, chèvre». 3 volumes, Paris, Technique et documentation, Lavoisier, 150 p.
31. **MADR :** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
32. **MAHIEU, H (1985).** A propos de la teneur des laits individuels et de mélange e, matières minérales et urée. Le lait. 1985, N 561-562, 55-112
33. **MATHIEU, J., (1998).** « Initiation à la physico-chimie du lait». Edition Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 220 p.
34. **MERIGAUD, J.P., LEMOINE, T., AGUER, D., GILLIS, J.C., JOUANNEAU, F., KOUUBI, L., LEPECHEUR, E., MADIOT, T., (2009).** Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers Groupes d'étude des marchés de restaurations collective et de nutrition (GEM RCN).
35. **MEUNIER-GODDIK, L., SANDRA, S., (2002).** Liquid Milk Products / Pasteurized Milk. Encyclopedia of Dairy Sciences. Amsterdam: Academic Press 3, 1627-1632.

36. **MOUFFOK C., (2007).** Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister en sciences animales- Institut national agronomique INA Alger2007
37. **OID MUSTAPHA, A., N'DIYAE, D., OUID KORY, B., (2012).** Etude de la qualité du lait pasteurisé des industries laitières situées à Nouakcote (Mauritanie) Sciences du vivant Biologie. Editions Mersenne: Volume 4 N 0120804 ISSN 2111 - 4706.
38. **POINTURIER, H., (2003).** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).
39. **POUGHEON, S., et GOURSAUD, J., (2001).** « Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques», In : DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.
40. **RANIERI, ML., HUCK, JR., SONNEN, M., BARBANO, DM., BOOR, KJ., (2009).** High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized milk. J. Dairy Sci., 92(10): 4823-4832.
41. **RIBADEAU-DUMAS, B., et GRAPPIN, (1989).** « Milk protein analysis » Lait, 416p.
42. **SALGHI, R., (2010).** Cours d'analyses physico-chimiques des denrées alimentaires, Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir, <http://www.adrmessage-review3>.
43. **SCHMIDT, VSJ, KAUFMANN, V., KULOZIK, U., SCHERER, S., WENNING M., (2012).** Microbial- biodiversity, quality and shelf life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland. International Journal of Food Microbiology. 154:1-9.
44. **SIDDAPPA, V, NANJEGOWDA, DK, VISWANATH, P., (2012).** Occurrence of aflatoxin M1 in some samples of UHT, raw & pasteurized milk from Indian states of Karnataka and Tamilnadu. Food and Chemical Toxicology 50: 4158-4162
45. **SIMON, M, AP HANSEN., (2001).** Effect of Various Dairy Packaging Materials on the Shelf Life and Flavor of Ultrapasteurized Milk. Journal of Dairy Science Vol. 84, No. 4.
46. **SRAIRI M.T., 2008.** Perspective de la durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune de défis futurs : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements.
47. **SRAIRI, MT., BEN SALEM, M., BOURBOUZE, A., ELLOUMI, M., FAYE, B., 2007.** Perspectives de durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune des défis futur : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements. Colloque international « Développement durable des productions : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 avril 2008.
48. **STRAHM, W., EBERHARD, P., (2010).** Technologies du lait prêt à la consommation, Agroscope Liebefeld-Posieux ALP. ISSN 1661-0814. p12.
49. **TOMASULA P.M., KOZEMPEL M.F., KONSTANCE R .P., GREGG D., BOETTCHER S. BAXT B., RODRIGUEZ L., (2004).** Thermal Inactivation of Foot-and-Mouth Disease Virus in Milk Using High Temperature, Short-Time Pasteurization. J. Dairy Sei. 90:3202-3211.

- 50. -TRANSACTION D'ALGIE., (2010)** Selon un rapport d'UBI France l'Algérie premier importateur africain de denrées alimentaires, <http://transactiondalgerie.com/>
- 51. VANDERCAMMEN, M., (2011).** quel Lait choisir Crioc centre de recherche et d'information des organisations de consommateurs.015-11.pl-3.
- 52. VEISSEYRE, R. (1979).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition. Edition la maison rustique, Paris.
- 53. VEISSEYRE, R., (1975).** Technologie du lait. 3ème édition, Paris, La maison rustique, 714 p. P 25
- 54. WATTIAUX, M., (1996).** Procédure de traite. Publication #: DE-LM-7-031596-F.

Annexe 01 : ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

I. Différents milieux de cultures pour les analyses microbiologiques

a) **Gélose P.C.A :**

Gélose pour le contrôle bactériologique des aliments, de l'eau, du lait et autres produit laitiers.

Tableau 20 : Formule de la gélose P.C.A

Composants	Concentration
Tryptone	5,0 g/litre
Dextrose	1,0 g/litre
Extrait de levure	2,5 g/litre
Agar	12,0 g/litre
PH final : 7,0 ± 0,2	

- **Conservation :**

Toutes le boites doivent impérativement être bien fermées et stockées jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette dans un endroit sec a une température de 10 à 25°C.

- **Interprétation des résultats :**

Après incubation compter toutes les colonies (utiliser les boites dont le rendement est compris entre 30 et 300 colonies) puis en tenant compte des facteurs de dilution, calculer le nombre de colonies formées (Unité Formant Colonie) par ml d'échantillon d'origine.

b) Gélose VRBL (Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)

Milieu sélectif pour la détection et la numération des coliformes dans les produits alimentaires et les équipements industriels.

Tableau 21 : Formule de la gélose VRBL

Composants	Concentration
Peptone	7,0 g/litre
Extrait de levure	3,0 g/litre
Lactose	10,0 g/litre
Chlorure de sodium	5,0 g/litre
Sels biliaires	1,2 g/litre
Rouge neutre	0,03 g/litre
Cristal violet	0,002 g/litre
Agar	12,0 g/litre
PH final : 7,4 ± 0,2	

- **Conservation :**

Toutes les boîtes doivent impérativement être bien fermées et stockées jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette dans un endroit sec à une température de 10 à 25°C.

- **Interprétation des résultats :**

Après incubation examiner la croissance dans les boîtes. Les entérobactéries forment des colonies rouges entourées d'une zone ou d'un halo également rouges. Compter toutes les colonies (utiliser des boîtes produisant entre 30 et 300 colonies) puis en tenant compte des facteurs de dilution calculer le nombre d'Unité Formant Colonie (UFC) par ml d'échantillon d'origine.

c) **Gélose Baird Parker**

Gélose utilisée pour l'isolement et la numération des staphylocoques coagulase positifs dans les aliments et autres prélèvement.

Tableau 22 : Formule de la gélose Baird Parker

Composants	Concentration
Mélange de peptone	12,0 g/litre
Extrait de levure	3,0 g/litre
Pyruvate de sodium	10,0 g/litre
Glycine	7,5 g/litre
Chlorure de lithium	5,0 g/litre
Agar	19,0 g/litre
PH final : 6,8 ± 0,2	

- **Conservation :**

Toutes les boîtes doivent impérativement être bien fermées et stockées jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette dans un endroit sec à une température de 10 à 25°C.

- **Interprétation des résultats :**

Après incubation, noter la croissance des germes. Les caractères typiques à noter comprennent : la taille de la colonie, sa couleur et la présence ou non d'un halo dû à l'activité lécithinase (zone claire) autour de la colonie.

1. Jaune d'œuf tellurite

Description

Emulsion stérile de jaunes d'œufs contenant du tellurite de potassium à utiliser avec le milieu de Baird-Parker. Ce dernier est largement utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour la recherche des staphylocoques pathogènes. Les boîtes de milieu de Baird-Parker contenant de l'émulsion de jaunes d'œufs avec tellurite doivent être protégées de tout dessèchement par une enveloppe plastique ou tout autre emballage imperméable.

Utilisation

Ajouter 50 ml à un litre de milieu de Baird-Parker; 50 ml d'émulsion de jaunes d'œufs avec tellurite contiennent l'équivalent de 3 ml de tellurite de potassium à 3,5 %. Cette quantité est celle recommandée pour un litre de milieu de Baird-Parker, c'est-à-dire que la concentration dans l'émulsion est de 0,21 %. La concentration finale dans le milieu de Baird-Parker est de 0,01 %.

II. Matériels utilisés pour les analyses microbiologiques

- ✓ Pipettes graduées 10 ml, 1 ml ;
- ✓ Tubes à essais en verre de 25 ml ;
- ✓ Flacon de verre de 500 ml et 250 ml ;
- ✓ Boîtes de pétri ;
- ✓ Etuves de 30° C, 37° C, 44° C (HERAEUS) ;
- ✓ Autoclave au tester -G ;
- ✓ Agitateur électromagnétique ;
- ✓ Petits sacs en plastique stérilisés ;
- ✓ Gants stérilisés ;
- ✓ Capsule cylindrique en verre et son couvercle ;
- ✓ Sonde stérile (Spatule stérile) ;
- ✓ Bec Bunsen ;
- ✓ Flacon pour milieu de culture ;
- ✓ Dessiccateur.

Annexe 02 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

I. Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai de forme cylindrique de préférence avec couvercle,
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires,
- Étuve à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- Dessiccateur,
- Balance analytique,
- Pipette à lait de 5ml.
- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié,
- Pipette à lait,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer $10.0 \text{ ml} \pm 0.2\text{ml}$ d'acide sulfurique,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer $1.00 \text{ ml} \pm 0.05\text{ml}$ d'alcool amylique,
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à $\pm 50 \text{ tr/mn}$ maximum près,
- Bain d'eau à la température de $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.
- Pipette à lait de 10 ml.
- Béchers.
- Burette graduée en 0.05 ou en 0.1 ml permettant d'apprécier la demi-division.
- Lactodensimètre avec thermomètre incorporé,
- Eprouvette cylindrique sans bec, de hauteur apportée à celle de lactodensimètre et de diamètre intérieur supérieur de 9 mm au moins au diamètre de la carène de lactodensimètre.

II. Réactifs utilisés

- Solution de NaOH N/9
- Solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol
- Acide sulfurique 89%, incolore ou à peine ambré ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat.
- Alcool iso amylique.

