



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أحمد بوقرة بومرداس

Université M'hamed Bougara de Boumerdes

Faculté des technologies

Département de Génie des procédés

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en Génie alimentaire

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie alimentaire

THÈME

**Processus de fabrication et pasteurisation de
lait**

Présenté par :

ALLALOU Riad, DJOUAMAI Abdelkarim

Soutenu devant le jury composé de :

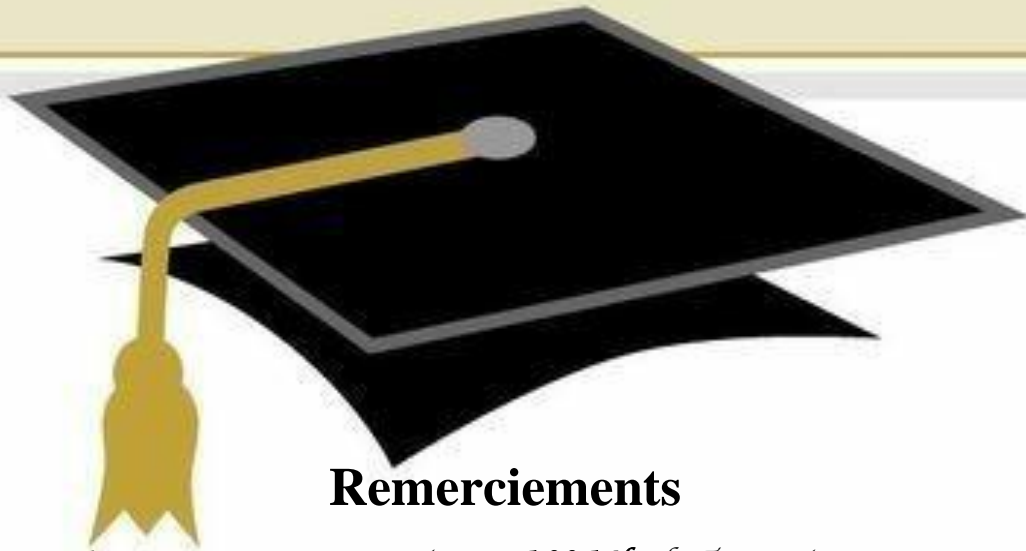
Promotrice

Mme ANNOU

UMBB

Promotion

2021-2022



Remerciements

*Avant tout, nous remercions « **ALLAH** » le Tout puissant pour nous avoir donné la force, le courage, la volonté, la patience et la santé pour terminer ce modeste travail.*

*On tient à exprimer particulièrement nos profonds remerciements et nos entières reconnaissances pour notre promotrice Mme **ANNOU**, pour nous avoir encadrées, pour sa présence et sa disponibilité et ses **conseils**, pour son intégrité scientifique et intellectuelle et pour nous avoir guidées tout au long de ce travail. On est fières d'avoir été vos étudiants.*

*Mes vifs remerciements vont également à madame **CHAHAD** chef de laboratoire de nous avoir si bien accueillis au sien du laboratoire de **la laiterie et fromagerie de Boudouaou**.*

*Enfin, Nos remerciements vont également à toutes et tous les étudiants de notre promotion de **Génie alimentaire** et on leur souhaite une bonne continuation dans les études doctorales, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*



Dédicace

En tout premier lieu, je remercie le Bon Dieu, le Tout Puissant, de m'avoir donné la force et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire, ainsi que beaucoup de courage pour dépasser toutes les difficultés.

*A la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études, je te dédie ce travail. Puisse Dieu, le tout puissant te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur, à toi maman que j'adore **LADRA**.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu, le très haut, vous accorde la santé, le bonheur et longue vie, toi mon père **SAID** la joie de ma vie.*

*A mes chères frères **SOHAIB** et **AMINE** qui sont toujours là pour moi, merci pour tout ce que vous êtes, je vous souhaite toute la réussite du monde.*

*A mes très chères sœurs **SAFAA** et **MAROUA** qui m'accompagne chaque jour, dans les meilleurs moments comme dans les moins bons, je ne saurais décrire ma vie sans vous à mes côtés.*

A mes grands-parents, ma source d'inspiration et de force, je vous souhaite une bonne santé et une longue vie pleine de joie.

*A mes familles **DJOUAMAI** et **TEBIB***

*A mon binôme **RIAD**.*

*A toutes mes chères amies qui m'ont toujours encouragés **OTHMANE**, **WAHLAB** et **HAMZA**, et je vous souhaite plus de succès.*

...ABDELKARIM



Dédicace

Pour exprimer ma gratitude, je dédie cet humble travail à ceux à qui, quels que soient les termes adoptés, je ne pourrai jamais exprimer mon amour sincère.

*A L'homme, ma précieuse offre de dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père, **AHMED***

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit jamais à mes exigences et n'a ménagé aucun effort pour me rendre heureux : Ma mère bien-aimée **DJAMILA***

Et mes sœurs, qui se sont tenus à mes cotes et m'ont soutenu, que dieu les préserve et leurs accordés succès et bonheur.

A ma grand-mère, mes oncles et tantes, dieu leurs donne une longue vie et heureuse.

*A toute la famille **ALLALOU** et **ARAR** et les amis, je vous remercie pour vos amours et vos encouragements.*

*Sans oublier mon partenaire **ABDELKARIM** pour leur soutien moral leur patience et leur compréhension tout au long de ce projet.*

...RIAD



SOMMAIRE

Introduction.....	1
1 La présentation de la filière lait en Algérie	1-3
2 La production nationale du lait.....	2-3
2.1 Zones de productions laitières	2-3
2.2 L'élevage bovin	2-4
A.1 Définition du lait cru	2-5
2. Composition du lait	2-5
2.1 L'eau	2-5
2.2 La matière grasse.....	2-6
2.3 Minéraux	2-6
2.4 Matières azotées totales.....	2-7
2.5 Les protéines	2-7
2.5.1 Caséines	2-7
2.6 Glucides	2-8
2.7 Constituants divers.....	2-8
3. Caractéristiques organoleptiques	2-9
3.1-Couleur.....	2-9
3.2-Odeur.....	2-9
3.3-Saveur.....	2-9
4. Les propriétés physico-chimiques.....	2-9
B.1 Définition de la poudre de lait.....	2-9
2. Différents types de poudre de lait	2-10
C- Différence entre les deux procédés de séchage cylindres pulvérisation du lait sec « SPRAY ».....	2-11
C.1 Technologie.....	2-12
III.1 Nettoyage et désinfection.....	2-14
III 1.1 Etapes de nettoyage	2-14
III.2 Au niveau de la ferme.....	2-14
2.1 La traite	2-14
2.1.1 La traite manuelle.....	2-14
2.1.2 La traite mécanique	2-15
III.3 La Collecte du lait.....	2-15
III.4 Réception du lait à la laiterie	2-15
4.1 Préchauffage	2-16

4.2 Standardisation.....	2-16
4.3 L'homogénéisation	2-17
4.4 Pasteurisation.....	2-17
4.5 Conditionnement	2-18
4.6 Commercialisation.....	2-18
4.6.1 Les laits commercialisés	2-18
I. Présentation du lieu de stage :	2-19
II. Objectifs de l'étude.....	20
III. Echantillonnage et prélèvement.....	20
III.1 Eau de procès	20
III.2 Poudre de lait	20
III.3 Produit fini.....	20
3.1. Analyses physico-chimiques	21
3.1.1. Titre hydrométrique (TH)	21
3.1.2. Mesure du PH	22
3.1.3. Titre alcalimétrique simple (TA)	22
3.1.4. Détermination de la conductivité.....	23
3.1.5. Dosage des chlorures : (Méthode DE MÔHR, ISO 9297:1984).....	23
3.1.6. Dosage des nitrates : (méthode spectrophotométrique au dimethyl-2,6 phénol,ISO 7890/1:1986).....	24
3.1.7. Détermination de l'humidité.....	24
3.1.8 . Détermination du taux de la matière grasse	25
3.1.9. Antibiotique	25
3.1.10. Détermination de l'acidité titrable	26
3.1.11. Détermination de la densité	27
3.1.12. Détermination de l'extrait sec total (EST)	27
3.2. Les tests de stabilité physique du lait.....	28
3.3.1. Teste de stabilité à l'alcool	28
3.3.2. Test de stabilité à l'ébullition.....	28
3.3 Analyses microbiologiques	28
3.3.1 Préparation des dilutions décimales.....	29
3.3.2 Dénombrement des coliformes totaux et coliforme fécaux	30
b) Méthode (ISO-4831).....	31
b.1 Test de présomption.....	31
b.2 Test de confirmation (test de Mac Kenzie)	32
3.3.3 Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	32
a) Matériels utilisés	32
b) Méthode (NA, 1207).....	32
3.3.4 Dénombrement de Streptocoques fécaux.....	33
b) Méthode (ISO 7899)	33
b.1 Test de présomption	33
b.2 Test de confirmation	33
3.3.5 Dénombrement de Staphylococcus aureus	34
a) Matériels utilisés	34
b) Méthode (ISO 6888-1).....	34
3.3.6 Dénombrement des salmonelles	35
a) Matériels utilisés	35
b) Méthode (NA, 1203).....	35
I.1. Résultats d'analyses physico-chimiques	2-37
I.1.1. Eau de procès utilisée.....	2-37

1.2. Poudres de lait.....	2-37
1.3. Produit fini	2-38
<i>I.2. Les tests de stabilité.....</i>	<i>2-38</i>
1.2.1. Test d'ébullition	2-38
2.2. Test à l'alcool	2-38
<i>II Analyses microbiologiques</i>	<i>2-39</i>
II.1 Germes aérobies mésophiles totaux.....	2-39
II.2 Coliformes totaux	2-39
II.3 Coliformes fécaux.....	2-40
II.4 Streptocoques fécaux.....	2-41
II.5 Staphylocoques aureus.....	2-41
II.6 Salmonelles.....	2-42
Conclusion	43
Références bibliographiques	44
Résumé.....	

LISTE DES ABREVIATIONS

CF : Coliforme fécaux.

CT : Coliforme totaux.

Da : Dalton.

EST : Extrait Sec Total.

FAO : Organisme des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

GAMT : Germe aérobic mésophile totale.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

L/V/J : litre par vache par jour.

LFB : Laiterie et Fromagerie de Boudouaou.

MG : Matière Grasse.

NNP : Azote Non Protéique.

PCA : Plat Count Agar.

TP : Taux Protéique.

TB : Taux Butyreux.

UFC : Unité Formant Colonie.

UHT : Ultra Haute Température.

VL : Vache Laitière.

TH : Titre hydrométrique

TA : Titre alcalimétrique

°F : degré Français.

°D : Degré dornic

PNDA : Plan National du Développement de l'Agriculture

PRAR : programme du renouveau agricole et rural

EST : Extrait sec total

BTLS : Bouillon Tryptose Lauryle Sulfate

NPP Nombre le plus probable

MG matière grasse

BP : Boîte de Pétri

TA : Titre alcalimétrique

LISTE DES TABLEUX

<u>TABLEAU 1. PROTEINES DU LAIT (D'APRES CAYOT ET LORIENT, 1998 DANS FAYOLLE, 2015).</u>	2-7
<u>TABLEAU 2. EXEMPLES DE POUDRES LAITIÈRES (LAIT DE VACHE) ET LEURS APPLICATIONS POTENTIELLES ZOUARI A. (2019).</u>	2-11
<u>TABLEAU 3. APERÇU DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT EN POUDRE (KON S. K., 1995).</u>	2-12
<u>TABLEAU 4. LES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DE L'EAU, POUDRE, LAIT RECONSTITUÉ, PRODUIT FINI.</u>	21
<u>TABLEAU 5. LES GERMES RECHERCHÉS POUR L'EAU, POUDRE, LAIT RECONSTITUÉ, PRODUIT FINI.</u>	29
<u>TABLEAU 6. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DE PROCÈS UTILISÉE.</u>	2-37
<u>TABLEAU 7. RÉSULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES POUDRES DE LAIT (0 ET 26%).</u>	2-37
<u>TABLEAU 8. RÉSULTAT DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT RECONSTITUÉ.</u>	2-38
<u>TABLEAU 9. LES RÉSULTATS DE GERMES TOTAUX POUR LES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS (UFC/ML).</u>	2-39
<u>TABLEAU 10. LES RÉSULTATS DE COLIFORMES TOTAUX POUR LES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS (UFC/ML).</u>	2-40
<u>TABLEAU 11. LES RÉSULTATS DE COLIFORMES FÉCAUX POUR LES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS (UFC/ML).</u>	2-40
<u>TABLEAU 12. LES RÉSULTATS DE STREPTOCOQUES FÉCAUX POUR LES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS (UFC/ML).</u>	2-41
<u>TABLEAU 13. LES RÉSULTATS DE STAPHYLOCOQUES AUREUS POUR LES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS (UFC/ML).</u>	2-42
<u>Tableau 14. Les résultats de Salmonelles pour les échantillons analysés (UFC/ml).</u>	2-42

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. CLASSEMENT DES WILAYAS SELON LES NIVEAUX DE PRODUCTION ET LEURS EFFECTIFS BOVINS LAITIERS (M.A.MESLEM,2019).	2-4
FIGURE 2. COMPOSITIONS MOYENNES DE LAIT DE VACHE (POUGHEON ET GOURSAUD, 2001).	2-5
FIGURE 3. UN SECTEUR QUI REPRESENTE LA COMPOSITION MINERALE DU LAIT.	2-6
FIGURE 4. MODELE DE MICELLE DE CASEINE AVEC SOUS-UNITES (AMIOT ET AL., 2002).	2-8
FIGURE 5. ASPECT DE LAIT ECREME EN POUDRE.	2-10
FIGURE 6. CYCLONE DES DIFFERENTES ETAPES DE LA PRODUCTION DE LA POUDRE DE LAIT (SOYB, 2011).	2-13
FIGURE 7. DIAGRAMME DE FABRICATION DE LAIT EN POUDRE (TOURE O., 2001).	2-13
FIGURE 8. PRINCIPE DE STANDARDISATION DE LA MATIERE GRASSE.	2-16
FIGURE 9. PRINCIPE DE STANDARDISATION DIRECTE EN LIGNE DE LA CREME ET DU LAIT.	2-17
FIGURE 10. DIAGRAMME DE FABRICATION DE LAIT PASTEURISE.	2-18
FIGURE 11. LA LAITERIE ET FROMAGERIE DE BOUDOUAOU.	2-19
FIGURE 12. SAC DU LAIT PASTEURISE (LFB).	21
FIGURE 13. MESURE D'ACIDITE TITRABLE EN °D POUR LE LAIT RECONSTITUE.	26
FIGURE 14. PHOTO REELLE DE LA PREPARATION DES DILUTIONS DECIMALES AU SEIN DE LABORATOIRE.	30
FIGURE 15. SCHEMA DE PREPARATION DES DILUTIONS DECIMALES.	30
FIGURE 16. TEST DE PRESOMPTION DE COLIFORMES TOTAUX.	31
FIGURE 17. PREPARATION DES BOITES DES GERMES AEROBIES MESOPHILES.	32
FIGURE 18. TEST CONFIRMATION DE STREPTOCOQUES FECAUX.	34
FIGURE 19. BOITE DES GERMES DE STAPHYLOCOQUES AUREUS POUSSE.	35
Figure 20. Recherche des salmonelles.	36

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction

Introduction

Le lait occupe une place stratégique, dans l'alimentation quotidienne de l'homme, par sa composition équilibrée en nutriments de base : protéine, glucide, lipide, sa richesse en vitamines et en éléments minéraux ; notamment le calcium.

La dénomination « lait » et les dénominations utilisées pour désigner les produits laitiers peuvent également être employées conjointement avec un ou plusieurs termes pour désigner des produits composés dont aucun élément ne remplace ou est destiné à remplacer un constituant quelconque du lait et dont le lait ou un produit laitier est une partie essentielle, soit par sa quantité, soit par son effet caractérisant le produit.

Comme dans les autres domaines de l'agriculture, la production laitière en Algérie devient progressivement une activité commerciale. Mais, le problème de l'hygiène alimentaire est important car les conditions sanitaires s'avèrent médiocres lors de la production, de la fabrication et de la commercialisation des produits laitiers.

De plus, la qualité du lait produit traditionnellement est souvent moyenne du fait des conditions de traite peu hygiéniques, de récipients sales ou encore de l'eau utilisée souvent non traitée. Le manque de connaissance sur la manipulation des produits laitiers, l'inexistence de réseaux électriques et de systèmes de réfrigération peuvent être également des facteurs influant sur la qualité des produits.

Les conditions climatiques rendent difficile le transport du lait, et donc le maintien de sa qualité mais aussi, la mauvaise qualité des routes ainsi que la dispersion géographique des fermes qui engendre une collecte souvent difficile.

En l'année 2000 l'Algérie a lancé, un plan National de Développement Agricole (PNDA), à fin de booster le secteur laitier. Cette procédure a permis d'augmenter la production laitière nationale à trois milliards de litres en 2011, soit un accroissement de 84% par rapport à l'année 2000, mais cela est resté insuffisant, et l'Algérie importe ce produit alimentaire et se classe comme deuxième importateur au monde après la Chine, et le plus grand consommateur de lait au Maghreb, avec 120 litres par an et par habitant (**Kacimi El Hassani, 2013**).

L'industrie laitière a donc mis en place au niveau de la production une politique qualité qui a permis au cours des dernières années d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques

Introduction

microbiologiques et physico-chimiques du lait. Pour le producteur, la qualité est une absence d'impuretés et une présence de taux de matière utile élevés ; l'industriel réclame une matière première au rendement de transformation élevé, tandis que le consommateur désire un produit sans risque pathogène aux qualités organoleptiques satisfaisantes.

L'objectif principale de ce mémoire consiste à la réalisation d'une étude bibliographique englobe des informations vaste et bien précisé pour l'identification d'un aliment nécessaire a notre vie « le lait » ; notre étude comporte alors une première partie décrivant la filière laitière en Algérie, quelques généralités sur le lait et les facteurs de variation de sa composition chimique, et le processus de fabrication et pasteurisation du lait ; une seconde partie présentant le matériel et les méthodes utilisés. Les résultats obtenus sous l'influence de quelques paramètres de production.





CHAPITRE I :
LA FILIÈRE LAIT

D'après (Bekhouché 2011), La filière lait définie comme un ensemble de segments qui vont de la production de lait à la ferme jusqu'à sa consommation, en passant par la transformation au niveau de l'industrie et la distribution sur les marchés.

1 La présentation de la filière lait en Algérie

La filière lait en Algérie est un des secteurs privilégiés dans le cadre du soutien à la croissance économique. L'aval de la filière lait est le maillon le plus dynamique grâce à la politique de subvention des prix à la consommation. En outre, l'état intervient dans la régulation du marché du lait en ajustant par tous les moyens entre l'offre et la demande. Cependant, cette situation n'a pas eu d'effet d'entraînement sur l'amont de la filière malgré l'intérêt porté à l'élevage laitier (Souki, 2009).

La politique du lait entreprise par le Ministère de l'agriculture, dans le cadre du Plan National du Développement de l'Agriculture « PNDA » (2000-2006) ainsi que le programme du renouveau agricole et rural « PRAR » (2006-2014) ont permis des améliorations notables que ce soit au niveau de la production ou de sa collecte. En effet, un accroissement notable de la production a été remarqué, car la production est passée de 1,5 Milliards de litres en 2000 à 2,2 Milliards de litres en 2007, avec un taux annuel de (+6%) par an depuis 2000, pour atteindre les 3,08 milliards de litres en 2012 (Mansour, 2015).

2 La production nationale du lait

La production laitière est assurée en grande partie (plus de 80 %) par le cheptel bovin, le reste est constitué par le lait de brebis et le lait de chèvre (Bencharif *et al.*, 2001).

Le taux de croissance annuel de la production du lait cru est resté relativement faible, compte tenu du potentiel des bassins laitiers existants et comparativement à l'essor de la demande en lait et produits laitiers qui ne cesse d'augmenter, en relation avec le soutien de l'Etat aux prix à la consommation du lait industriel (TAMMAR, 2007).

2.1 Zones de productions laitières

On distingue trois zones de productions déterminées sur la base des conditions de milieu, principalement le climat :

- ❖ **Une zone littorale** et sublittoral à climat humide. Cette zone représente 60% de l'effectif bovin laitier et 63% de la production de lait, fortement liée à la production fourragère, où elle présente une superficie de 60.90% des superficies fourragères totales.
- ❖ **Une zone agropastorale** et pastorale à climat semi-aride et aride, représentant 26% de l'effectif bovin laitier et 26% de la production du lait cru. Cette zone renferme 31.8% des superficies fourragères totales.
- ❖ **Une zone saharienne** à climat désertique, représente 14% de l'effectif de bovin laitier, et 11% de la production de lait cru, et un apport fourrager ne dépassant pas les 7,3% de l'ensemble des superficies (Temmar, 2005).

2.2 L'élevage bovin

Avec un effectif bovin total d'environ 1 514 000 têtes (MADR, 2009), cet élevage joue un rôle important dans l'économie agricole algérienne. Il contribue à 30% à la couverture des besoins nationaux en protéines animales mais aussi à la création d'emplois en milieu rural. un classement des wilayas en fonction de la production national du lait est mentionné dans (la figure 01) ci-dessous.

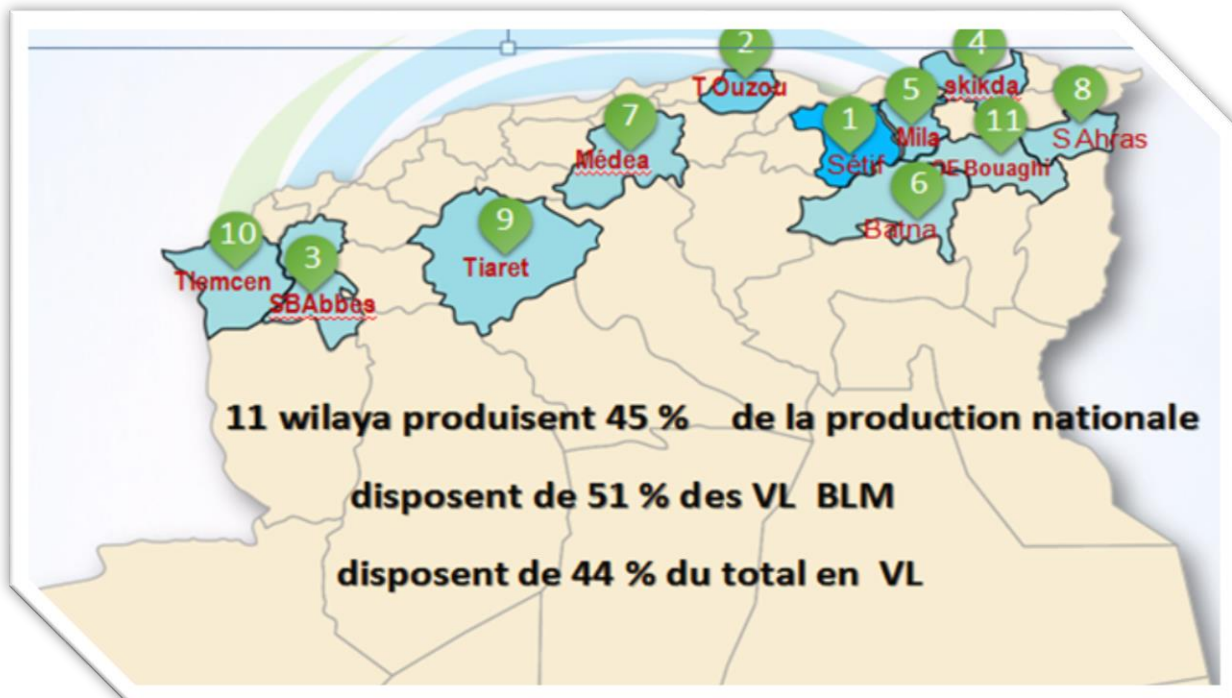


Figure 1. Classement des wilayas selon les niveaux de production et leurs effectifs bovins laitiers (M.A.Meslem,2019)

CHAPITRE II :

LE LAIT

A.1 Définition du lait cru

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes nourissants (ABOUTAYEB, 2009).

Le lait est un liquide blanc aqueux opaque, d'une saveur douceâtre et d'un pH légèrement acide (6.6 à 6.8) sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune (Sandra, 2001).

Le lait a été défini au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève en 1908 comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum (Debry, 2006)

2. Composition du lait

Le lait en générale ; est un substrat très riche fournissant à l'homme et au mammifère un aliment presque complet. Protides, glucides, lipides, sels minéraux et vitamines sont présents à des concentrations tout à fait satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire.



Figure 2. Compositions moyennes de lait de vache (Pougheon et Goursaud, 2001).

2.1 L'eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion, dans laquelle sont dispersés tous les autres constituants (MATHIEU, 1998). Elle se trouve sous deux formes :

- ❖ L'eau extra micellaire représente environ 90 % de l'eau totale, et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles, de l'azote soluble,...

- ❖ L'eau intra micellaire représente environ 10 % de l'eau totale ; une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés solvants (MAHAUT *et al.*, 2003)

2.2 La matière grasse

Les matières grasses du lait confèrent aux produits laitiers des propriétés physiques, organiques, voire des spécificités nutritionnelles qui dépendent de leur composition en acides gras. Cette composition en acides gras varie entre autre selon la nature de la ration (Delaby, 2009).

Les acides gras font partie de la famille des lipides, molécules organiques insolubles dans l'eau, ce sont des molécules peu abondantes sous forme libre dans les matières grasses fraîches.

Sont des acides carboxyliques à chaîne aliphatique hydrophobe, saturés ou non saturés selon qu'ils ne contiennent pas ou contiennent des doubles liaisons (Cuvelier *et al.*, 2004).

2.3 Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux sont : calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate. Gaucheron (2004)

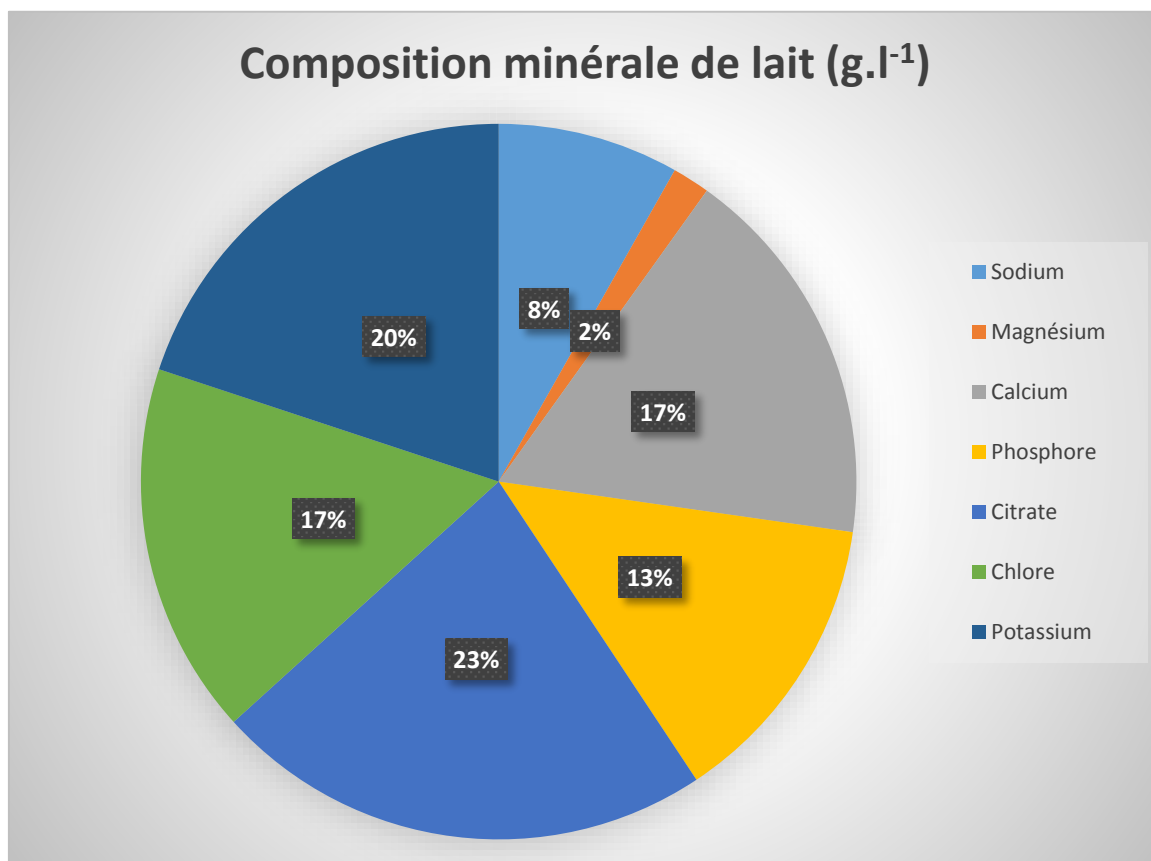


Figure 3. Un secteur qui représente la composition minérale du lait.

2.4 Matières azotées totales

La dénomination « matières azotées totales » regroupe les protéines (Taux Protéique), ainsi que l'azote non protéique (dont l'urée). Comme le taux butyreux, le TP conditionne la valeur marchande du lait, plus le TP sera élevé par rapport à une référence et plus le lait sera payé cher au producteur. En effet plus le taux protéique (TP) est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon (FAO, 1998).

2.5 Les protéines

La matière protéique du lait est définie par le taux protéique (TP). Le lait bovin contient environ 30 à 35 g/l, le TP conditionne la valeur marchande du lait dans certains pays, plus le TP est élevé plus sera le prix à payer, plus le TP est élevé plus le rendement fromager sera bon. (Florence, 2010) ; Le tableau 01 résume les différentes protéines du lait et leurs concentrations.

Tableau 1. Protéines du lait (d'après Cayot et Lorient, 1998 dans Fayolle, 2015).

	Protéines	Concentration massique
	Caséines α 1	10 g/l
Caséines insolubles 80% protéines totales	Caséines β	9,3 g/l
	Caséines κ	3,3 g/l
	Caséines α 2	2,6 g/l
	Caséines γ	0,8 g/l
Protéines solubles du lactosérum 20% des protéines totales	β -lactoglobuline	2 à 4 g/l
	α -lactalbumine	1,0 à 1,5 g/l
	Immunoglobuline	0,4 à 1 g/l
	Sérum-albumine bovine	0,4 g/l
	Lactoferrine	0,2 g/l

2.5.1 Caséines

(Jean et dijon, 1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 μ m (Figure 4). La caséine native a la composition suivante : protéine 94, calcium 3, phosphore 2.2, acide citrique 0.5 et magnésium 0.1 (Adrian *et al.*, 2004).

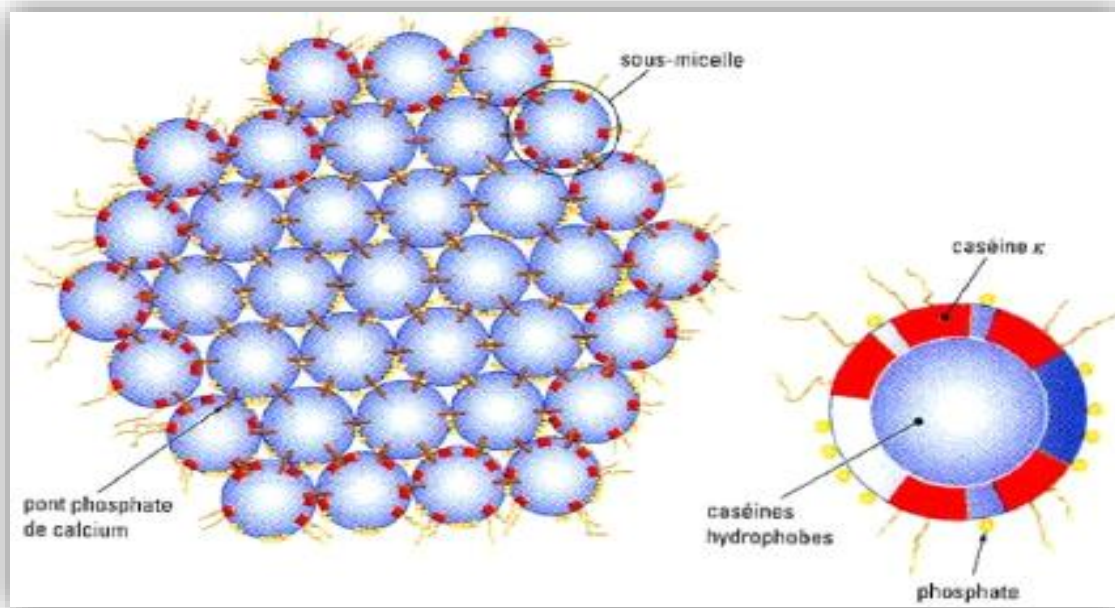


Figure 4. Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (Amiot et al., 2002).

2.6 Glucides

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, les glucides sont essentiellement représentés dans le **lait** par le lactose. Selon **Jeanet et al. (2007)**, le lait contient des glucides libres et dont le principal est le lactose et les glucides associés aux protéines. La teneur en lactose dans le **lait** de vache varie de 4,8% à 5% (p/p) et représente 97% des glucides totaux. La teneur en glucides variable au cours de la lactation est différente selon l'espèce prise en compte : par exemple, le lait humain contient beaucoup plus de glucides autres que le lactose par rapport au lait de vache (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

2.7 Constituants divers

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (**AMIOT et al., 2002**).

Ainsi que, les vitamines ce sont des molécules complexes, de structures variées ayant un rapport étroit avec les enzymes dont elles jouent un rôle de coenzyme (**GOURSAUD, 1999**). On les répartit en deux classes selon leur solubilité (**AMIOT et al., 2002**) :

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) qui se retrouvent en plus grande concentration dans le sérum.
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) qui s'associent aux différents lipides

3. Caractéristiques organoleptiques

Le lait de vache est un liquide opaque, blanc mat, d'autant plus jaune qu'il est plus riche en crème, doué d'une odeur identifiable peu accentuée et d'une saveur légèrement sucrée (**LECOQ, 1965 ; FAO/OMS, 2000**).

3.1-Couleur

Fraîchement extrait de la mamelle, le lait est un liquide blanc-jaunâtre ou blanc mat, opaque à cause des micelles de caséine. Il peut être bleuté ou franchement jaunâtre quand il est riche en lactoflavine.

3.2-Odeur

Elle est faible en générale test variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice.

3.3-Saveur

Elle est douçâtre, légèrement sucrée en raison de la richesse du lait en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose.

4. Les propriétés physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques du lait dépendent de l'ensemble des constituants du lait. Selon **Vignola (2010)** les principales propriétés du lait sont les suivants :

- La densité varie entre 1,028 et 1,035 à 15°C. L'acidité de 15 à 17°D
- Le point d'ébullition à 100.5°C.
- Le point de congélation de -0,530°C à -0,575°C.
- un point de congélation supérieur à -0,530°C est soupçonné par l'addition de l'eau (**Yennek, 2010**).
- pH de 6,6 à 6,8

B.1 Définition de la poudre de lait

Le lait en poudre ou lait sec, désigné réglementairement sous le terme de « lait totalement déshydraté » est le produit solide obtenu directement par l'élimination partielle de l'eau du lait et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdue et le lait devient poudre (**ARIE F. et al., 2012**). On distingue trois catégories de lait en poudre : entier, partiellement écrémé et totalement écrémé.



Figure 5. Aspect de lait écrémé en poudre.

2. Différents types de poudre de lait

Le lait en poudre est un produit solide obtenu directement par l'élimination de l'eau du lait totalement ou partiellement écrémé, de la crème ou, d'un mélange de ces produits, et dont la teneur en eau n'excède pas 5 % en poids du produit fini. On distingue les laits en poudre suivants, répartis selon leur pourcentage en matière grasse (ARIE F. et al., 2012) :

- Le lait en poudre riche en matières grasses ou poudre de lait riche en matières grasses : lait déshydraté contenant, en poids, au moins 24 % de matières grasses.
- Le lait en poudre entier ou poudre de lait entier : lait déshydraté contenant, en poids, au moins 26% de matières grasses.
- Le lait en poudre partiellement écrémé ou poudre de lait partiellement écrémé : lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 % en termes de poids.
- Le lait en poudre écrémé ou poudre de lait écrémé : lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1.5% de matières grasses.
- Le lait en poudre constitue généralement une alternative au lait liquide à moindre coût et a de nombreuses applications. Il existe un divers type de laits en poudre, ayant chacun des taux d'apports différents ceci est représenté dans le tableau 02 ci-dessous.

Tableau 2.Exemples de poudres laitières (lait de vache) et leurs applications potentielles
ZOUARI A. (2019).

Type de poudres	Technique de production	Applications	Apports
Poudre de lait entier	Cylindre chauffé (la plus utilisée) et atomisation.	- Industrie chocolatière.	- Richesse en matière grasse libre.
Poudre de lait écrémé	Atomisation.	- Fortification du Yaourt brassé.	- Propriétés texturantes.
Poudre de lait écrémé dé lactosé	Atomisation.	- Reconstitution - Produits laitiers enrichis en protéines.	- Produits laitiers destinés aux intolérants au lactose.
Isolats et concentrés de Protéines de lait écrémé : MPC, MPI	Atomisation.	- Produits émulsifiés - Reconstitution.	- Propriétés émulsifiantes - Propriétés texturantes.
Poudre de lactosérum	Atomisation.	- Produits de la pâtisserie.	- Amélioration de couleur.
Isolats et concentrés de protéines de lactosérums : WPC, WPI	Atomisation.	- Mousses laitières - Produits émulsifiés.	- Propriétés moussantes et émulsifiantes.
Isolats et concentrés de caséines micellaires	Atomisation.	- Produits gélifiés (ex. fromage).	- Propriétés coagulantes.
Poudre de caséinates de sodium	Atomisation.	- Fortification du Yaourt brassé.	- Amélioration de la fermeté du gel.

C- Différence entre les deux procédés de séchage cylindres pulvérisation du lait sec « SPRAY »

Par le procédé des cylindres, la poudre obtenue a une consistance en paillette, une couleur plus ou moins jaune, le lactose y est à l'état cristallin, la caramélisation et le brunissement non enzymatique sont avancées. En ce qui concerne le procédé par pulvérisation, la poudre est moins jaune que la précédente et le lactose est amorphe (KON S. K., 1995), le tableau 03 résume les propriétés physicochimique du lait en poudre par rapport à chaque une des deux procédés étudiés.

Tableau 3. Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre (KON S. K., 1995).

Propriétés	Atomisations (SPRAY)	Sur cylindre (HATMAKER)
Structure des particules	Particules sphériques, inclusions d'air	Compacte, forme irrégulière, pas d'inclusions d'air
Surface des particules		
Dimension des particules	10-250µm	
Densité apparente [g/cm]	0.50-0.70	0.3-0.5
Solubilité, dénaturation	Dénaturation des protéines peu élevée ◇bonne solubilité	Taux de dénaturation élevé des protéines ◇mauvaise solubilité
Exigences relatives à la teneur en métaux lourds	Cuivre <105mg/kg Fer <10.0mg/kg	Idem
Teneur en Oxygène résiduel dès les poudres contenant des matières grasses	≤0.01ml O ₂ /g	
Brunissement dû à la réaction de Maillard	Peu marqué	Plus marqué

C.1 Technologie

Après les traitements d'épuration, de standardisation, de pasteurisation ou de préchauffage à haute température, on procède en deux étapes principales : la concentration et le séchage. La concentration se fait par évaporation et l'ébullition se fait sur une surface chaude (**Figure 6**). Pour des raisons de qualité, on cherche à limiter la température du lait et à réduire son temps de séjour d'où le traitement sous vide et en film mince. Pour des raisons énergétiques, on utilise l'effet multiple, la compression mécanique des vapeurs et le préchauffage du liquide. Il est ainsi possible d'évaporer plusieurs kg d'eau avec l'énergie de vaporisation de 1 kg d'eau, alors il demande l'énergie de plus de 1 kg de vapeur pour sécher 1 kg d'eau. Il y a donc intérêt à concentrer au maximum avant de procéder au séchage (**FAO,2008**).

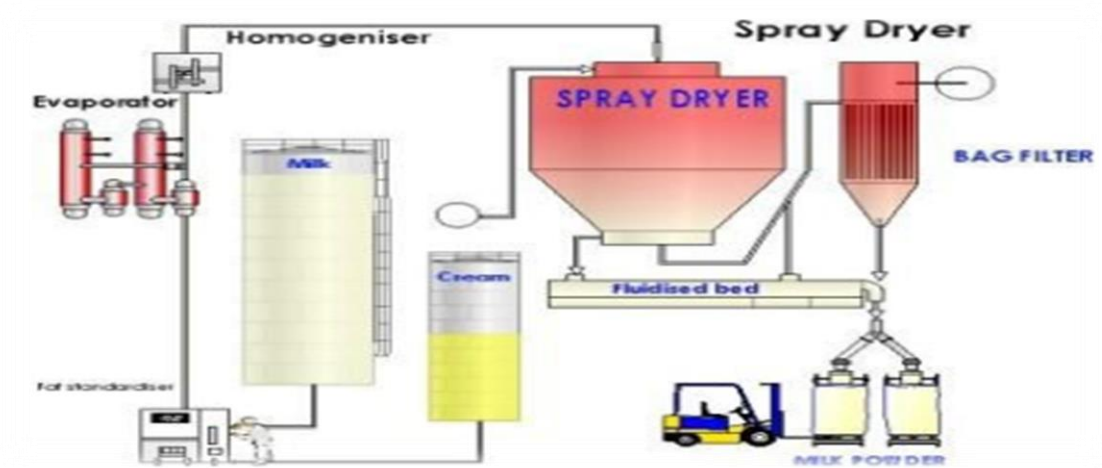


Figure 6. Cyclone des différentes étapes de la production de la poudre de lait (Soyb, 2011).

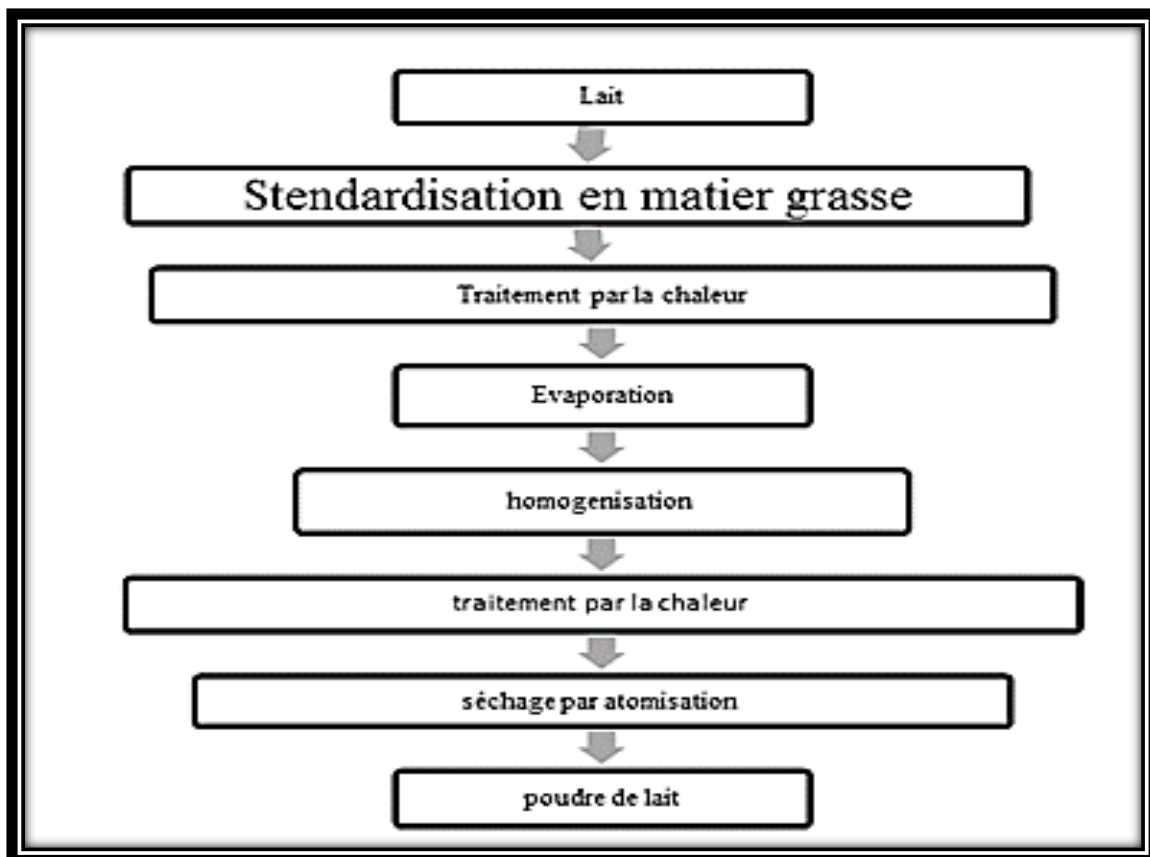


Figure 7. Diagramme de fabrication de lait en poudre (TOURE O., 2001).

CHAPITRE III :
PROCESSUS DE FABRICATION
DU LAIT PASTEURISÉ

III.1 Nettoyage et désinfection

Pour cela le nettoyage et la désinfection de matériels de la laiterie devient nécessaire et très important. Par définition, le nettoyage a pour objectif de décoller et de mettre en solution ou en dispersion les résidus organiques et minéraux présents sur les surfaces des objets et des équipements à nettoyer. La salubrité en industrie alimentaire consiste à enlever par nettoyage les souillures visibles et les allergènes (**Vignola, 2002**).

III 1.1 Etapes de nettoyage

- ✚ **Pré-rinçage** : Consiste à éliminer les impuretés collées aux surfaces, avec l'usage d'un simple rinçage à l'eau.

- ✚ **1.2 Nettoyage** : Selon la nature des souillures (organiques, minérales) deux types de solution sont utilisées (acide et alcaline) :
 - ✓ Les souillures organiques sont éliminées par l'action d'un détergent de nature alcalin, la Soude caustique (NaOH).
 - ✓ Les souillures minérales sont éliminées par l'utilisation de détergents de nature acide Nitrique (HNO₃)

- ✚ **Rinçage** : Il s'effectue avec de l'eau stérile chaude pour l'élimination des traces des produits utilisés pour désinfecter le matériel.

- ✚ **Désinfection** : Cette dernière étape consiste à éliminer les traces du désinfectant, elle est réalisée avec de l'eau stérile pour éviter toute contamination.

III.2 Au niveau de la ferme

2.1 La traite

La traite représente une opération très importante dans la conduite d'un troupeau laitier. Elle est généralement effectuée deux fois par jour. Sa réalisation dans de mauvaises conditions, peut entraîner des diminutions de production et des accidents sanitaires. **Selon Jean et Roger (1961)**, on distingue deux types de traite :

2.1.1 La traite manuelle

La traite est effectuée encore manuellement dans de nombreuses fermes, ce sont les mêmes personnes qui l'effectuent tous les jours, et les vaches stimulées rapidement par le simple fait d'entendre les sons familiers de la préparation de la traite.

La traite à la main comprend les quatre phases suivantes :

- ❖ Nettoyage et préparation de la mamelle.
- ❖ Contrôle du lait.
- ❖ Traite proprement dite.
- ❖ Egouttage de la mamelle.

La traite doit débuter dès que le lait descend. On connaît trois manières de traite suivantes :

- ❖ Traite à la poigne.
- ❖ Traite au pouce.
- ❖ Traite à la pince.

2.1.2 La traite mécanique

Les moyennes et grandes exploitations laitières utilisent généralement des trayeuses mécaniques, l'installation de traite comprend une pompe à vide, un récipient sous vide, qui sert également à collecter le lait, des gobelets trayeurs raccordés par un tuyau au récipient sous vide, et un pulsateur qui, alternativement, aspire le lait et met les gobelets à la pression atmosphérique.

Après la traite, le trayeur transporte le seau (récipient sous vide) dans une chambre à lait ou il vide le lait dans un bidon ou une cuve de refroidissement. Pour éliminer la tâche laborieuse et pénible du transport des seaux remplis vers la chambre à lait, on peut installer un système de canalisation sous vide pour transférer le lait directement à la chambre à lait. Ces systèmes permettent d'acheminer le lait dans un circuit fermé directement de la vache à une cuve collectrice, ce qui représente un avantage énorme du point de vue bactériologique

III.3 La Collecte du lait

La collecte de lait qui fait l'objet d'un intérêt particulier des autorités publiques connaît une tendance à la hausse. Nous signalerons avec prudence l'augmentation du taux de collecte en 2009, 2010 et 2011. Pour la période 2009-2011, le taux est respectivement de 13, 15 et 18 % (**Brabez, 2011**). La dynamique de la collecte de lait est enclenchée depuis 2009. Elle peut en partie s'expliquer par la revalorisation de la prime à la collecte. En effet, en 2009, la filière lait est marquée par l'augmentation des primes à destination des producteurs, collecteurs et éleveurs. La perception de ces primes étant liée à une convention dite de fourniture de lait cru. L'éleveur s'engage à fournir un lait :

- ✓ Non mouillé ni écrémé
- ✓ Non mélangé avec le colostrum, et non issu de vaches malades ou traitées aux antibiotiques
- ✓ Réfrigéré à une température de 4° à 8°C
- ✓ Ne doit pas être mélangé avec aucun autre type de laits (lait reconstitué, lait de chèvre... etc.)
- ✓ Ne contenant pas d'impuretés physiques, ni être coloré, ni avoir de mauvaise odeur
- ✓ De densité comprise entre 1028 et 1033 à 20° C
- ✓ Non acide au moment de l'enlèvement.
- ✓

III.4 Réception du lait à la laiterie

Arrivé à l'usine, Le lait cru doit être reçu dans des camions citernes réservés au transport du lait cru qui remplissent les exigences de la réglementation prise en application de la Loi sur le lait. Lorsque du lait cru de vache ou de chèvre arrive à l'usine, il doit être classé par un préposé au

classement du lait et de la crème en usine accrédité en fonction des exigences du règlement pris en application de la Loi sur le lait, qui ne remplit pas les exigences doit être rejeté.

Si le camion-citerne a été scellé, il faut vérifier les registres pour s'assurer que le programme de scellage a été respecté. Si des dispositifs de scellage sont manquants et n'ont pas été retrouvés, la cargaison est susceptible d'avoir été altérée et doit être rejetée. Si une explication logique est fournie, la cargaison peut être acceptée. Dans ce cas, il faut consigner la raison pour laquelle le dispositif de scellage était manquant. Est réceptionné par l'industriel qui vérifie les quantités ramassées et prélevé des échantillons pour effectuer un contrôle de qualité (Veisseyre, 1975). Les laiteries sont équipées de stations de réception qui prennent en charge le lait provenant des exploitations laitières. La première tâche effectuée à la réception est l'estimation de la qualité du lait par la mesure du (PH, l'acidité, MG, la température et la densité) (FAO, 1985).

4.1 Préchauffage

L'opération consiste à amener le lait reconstitué à une température de 50°C pendant 30 min afin d'assurer une bonne dissolution de la poudre (Avesard, 1980).

4.2 Standardisation

Cette étape consiste à l'addition de la matière grasse et les protéines au taux désiré.

- Matière grasse

La crème et le lait écrémé sortant d'un séparateur ont des teneurs en matière grasse constantes si les autres paramètres concernés sont également constants. Le principe de standardisation identique (Fig 08.), que la commande soit manuelle ou automatisée (Fig 09.).

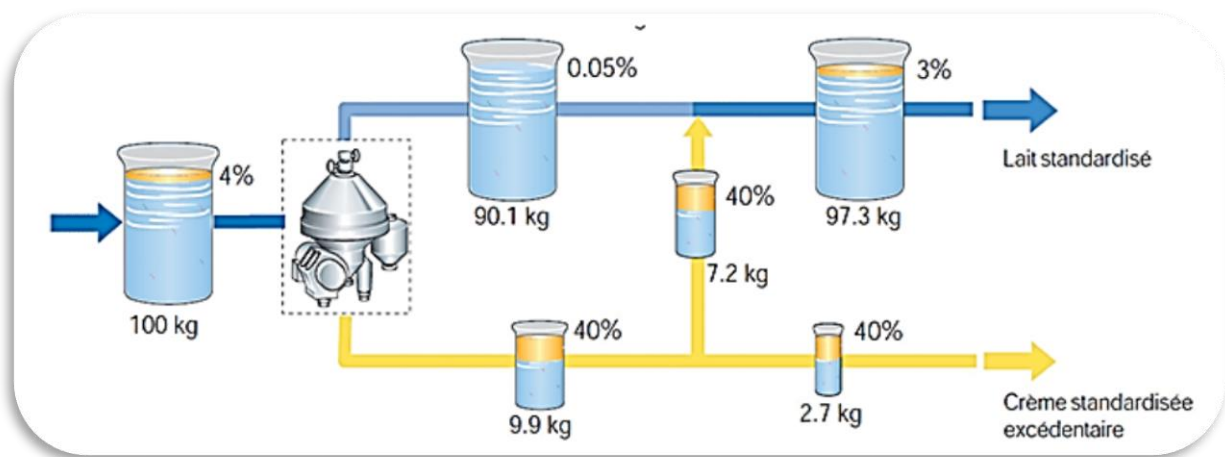


Figure 8. Principe de standardisation de la matière grasse.

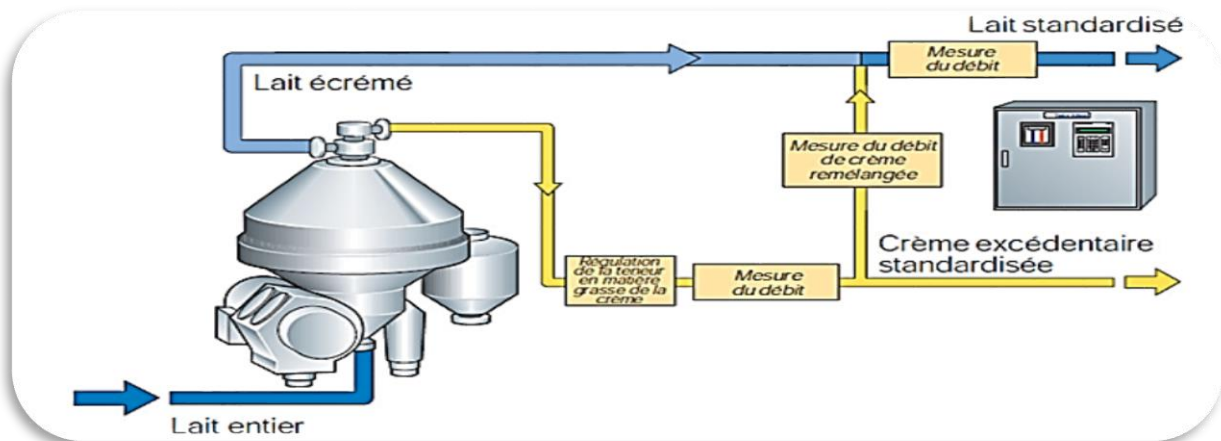


Figure 9. Principe de standardisation directe en ligne de la crème et du lait.

4.3 L'homogénéisation

Ce traitement physique par pression fait éclater les globules de matière grasse en fines particules homogènes.

Pour éviter que la matière grasse ne remonte à la surface, ne gêne l'écoulement du lait ou ne se dépose sur l'emballage lors du traitement thermique de conservation. L'homogénéisation est inutile pour les laits concentrés sucrés, facultative pour le lait pasteurisé, mais indispensable pour les autres types de lait (ABDOUNE, 2003).

4.4 Pasteurisation

C'est un traitement thermique du lait elle permet l'élimination des germes pathogènes du lait qui se fait à une température de 72°C pendant 15 secondes pour ne pas altérer les propriétés organoleptiques du lait (MAJDI, 2009).

Trois types de pasteurisation sont distingués :

✚ **Pasteurisation basse (62-65°C/30min)** : c'est une méthode lente et discontinue, mais qui présente l'avantage de ne pas modifier les propriétés du lait. (Jeantet *et al.*, 2008)

✚ **Pasteurisation haute (71-72°C/15-40sec) ou HTST (High temperature short time)** : elle est réservée au lait 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 DLC des laits ayant subi une pasteurisation haute et de sept jours après conditionnement. (Jeantet *et al.*, 2008)

✚ **Flash pasteurisation (85-90°C/15-20s)** : Elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase est la peroxydase sont détruites. (Jeantet *et al.*, 2008)

▪ Refroidissement

Tous les microorganismes n'étant pas éliminés par la pasteurisation, ce traitement thermique doit être suivi d'un brusque refroidissement. Le lait doit être refroidi très rapidement entre 4 à 6°C pour qu'il puisse par la suite être conditionné et stocké. Ceci pour éviter d'exposer pendant longtemps le lait aux Températures de développement des microbes (M'boya, 2001).

▪ Stockage

Après refroidissement le lait est stocké à une température de 6°C (Avesard, 1980).

4.5 Conditionnement

L'étape la plus critique est le conditionnement Destiné à véhiculer les produits laitiers fluides dans les réseaux de production et de distribution, le contenant doit avoir certaines qualités. En effet, les risques d'introduire des microbes dans le lait pasteurisé sont importants, si les règles d'hygiène élémentaires ne sont pas respectées et si le conditionnement ne s'effectue pas très rapidement, le lait pasteurisé, prend un mauvais goût ou coagule (M'boya, 2001). IL doit être refroidi à une température n'excédant pas les six degrés Celsius (J.O.R.A, 1993).

4.6 Commercialisation

Après les analyses microbiologiques et physicochimiques, un bon de conformité à la consommation est délivré. A la commercialisation, le lait conditionné est transporté par camion frigorifique à une température entre 4 à 6°C (M'boya, 2001).

4.6.1 Les laits commercialisés

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



Figure 10. Diagramme de fabrication de lait pasteurisé.



**MATÉRIELS ET
MÉTHODES**

I. Présentation du lieu de stage :

La Laiterie et fromagerie de Boudouaou (LFB) appartient de l'office régional du lait et des produits laitiers du centre (Orlac) et à commencer sa production en 1978. Elle est située à l'entrée de la ville de Boudouaou dans la wilaya de Boumerdes et assure la production du lait de consommation, et la poudre du lait, des fromages dont le fromage fondu pasteurisé, fromage fondu stérilisé et le fromage à pâte pressé non cuite de type EDAM. L'unité est composée de la laiterie, de la fromagerie, des caves d'affinage, des locaux de stockage de la matière première et de l'emballage, du bâtiment administratif, des locaux de services généraux et sociaux, d'un laboratoire d'analyse et de contrôle et enfin, d'une station d'épuration des eaux. Un effectif de 445 personnes et emploie dans cet usine.



Figure 11. La Laiterie et Fromagerie de Boudouaou.

Elle assure la production de :

- Lait de consommation : lait pasteurisé conditionné en sachets de polyéthylène de 1litre.
- Lait en poudre instantané en sachet de 10 g 19g et 200g.
- Les fromages : fromage fondu pasteurisé conditionné en portions et commercialisé en boites de seize (16) portions soit 240g.
- Fromage fondu stérilisé conditionné dans des boites métalliques rondes de 200g.
- Fromage fondu pasteurisé en barre de 1 kg.
- Fromage de type EDAM en forme de boule paraffiné rouge.



Matériels et Méthodes

En Algérie, la production du lait reconstitué est fortement développée. Actuellement, il existe 71 laiteries (**GHAOUES, 2011**) localisées au niveau des trois principales régions du pays (est, centre et ouest). Le lait reconstitué doit répondre à des critères de qualité stricts et contrôlés en permanence. Dans les pays développés, le lait est payé à la qualité (qualité microbiologique).

II. Objectifs de l'étude

Notre étude a été réalisée au niveau du département de Génie de procédés de la faculté des technologies de l'université de Boumerdes, durant la période Mai- Juin de l'année 2022 et laboratoire de l'usine de Laiterie Fromagerie de Boudouaou (LFB) –Boumerdes.

L'objectif de notre travail c'est l'étude de processus de fabrication et pasteurisation du lait en Algérie dont on réalise une étude sur les analyses microbiologiques effectuée au cours de la production laitière.

III. Echantillonnage et prélèvement

L'étude porte sur les analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait pasteurisé elle s'est déroulée, pendant la période du 15-05-2022 au 30-06-2022. Des prélèvements sont effectués à chaque niveau de la production traitant différents paramètres.

III.1 Eau de procès

Afin d'effectuer les analyses physico-chimiques et microbiologiques de cette eau, il convient de procéder à une série d'opérations très importantes dont dépendent en grande partie les résultats. Il faut choisir des échantillons en définissant le lieu et les conditions des prélèvements où on prélève trois échantillons. La prise d'échantillons s'effectue directement d'un robinet branché à la conduite de l'eau de procès après avoir flamber ce dernier et le prélèvement est réalisé aseptiquement.

III.2 Poudre de lait

Après chaque nouvel arrivage de la poudre du lait, l'unité LFB fait la répartir en plusieurs lots constitués d'une dizaine de sacs. Les analyses microbiologiques sont effectuées sur un sac pour chaque lot. Le prélèvement est réalisé initialement au niveau du laboratoire bactériologique, à l'aide d'un ciseau stérile on ouvre le sac à côté du bec bunsen et on plonge une louche stérile au fond du sac pour réaliser un bon prélèvement qui servira à toutes les analyses.

III.3 Produit fini

Pour l'analyse bactériologique trois sachets sont prélevés pour chaque production (chaque lot) :

- ✓ Un sachet au début de la production,
- ✓ Un sachet au milieu de la production.
- ✓ Un sachet à la fin de la production.



Figure 12. Sac du lait pasteurisé (LFB).

3.1. Analyses physico-chimiques

L'étude physicochimique est réalisée pour les différents produits de la chaîne de production. Chaque produit est analysé par divers paramètres.

Tableau 4. Les analyses physicochimiques de l'eau, poudre, lait reconstitué, produit fini.

Produits analysés	Tests effectués
Eau	<ul style="list-style-type: none">▪ Titre hydrométrique (TH)▪ Titre alcalimétrique simple (TA)▪ pH▪ Taux de chlorure▪ Conductivité▪ Nitrate et nitrite
Poudre	<ul style="list-style-type: none">▪ Humidité▪ Matière grasse▪ Antibiotique
Produit fini	<ul style="list-style-type: none">▪ pH▪ Acidité titrable▪ Matière grasse▪ Densité▪ L'extrait sec total

3.1.1. Titre hydrométrique (TH)

Principe

Il est réalisé par titrage du calcium et du magnésium avec une solution du sel dissodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un PH=10. Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libres en solution. Au point d'équivalence les ions combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de la couleur du bordeaux au bleu. Le TH est exprimé en degré Français ($^{\circ}\text{F}$).

Matériels et Méthodes

Mode opératoire

Verser 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.

Ajouter 4ml du tampon ammoniacal, en plus d'une pincée d'indicateur coloré Noir Eriochrome.

Titrer avec l'EDTA goutte à goutte jusqu'au virage de l'indicateur au bleu foncé.

$$\text{TH } V1 * 10 \text{ F} = \text{°}$$

Résultats

o Coloration bleu signifie qu'il n'y a pas de titrage : $\text{TH} = 0^\circ \text{ F}$.

o Coloration rose signifie qu'il y a titrage avec l'EDTA 0,02N jusqu'à la coloration bleu pour avoir un volume (V1) qui est la chute de la burette.

3.1.2. Mesure du PH

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

Mode opératoire

o Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.

o Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.

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

$$\text{TH } V2 * 10 \text{ F} = \text{°}$$

3.1.3. Titre alcalimétrique simple (TA)

Il nous renseigne sur la teneur des hydroxydes alcalin et les carbonates (OH , CO_3^{2-}) présent dans l'eau

Mode opératoire

Prélever 10ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette, Introduire l'échantillon prélevé dans un erlenmeyer et ajuster à 100 ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de phénophtaléine.

Résultats

Pas de coloration (incolore) : $\text{TA} = 0^\circ \text{ F}$ Coloration rose : titrage avec H_2SO_4 0,02N jusqu'à décoloration et on note le volume (V2) de la chute de la burette.

Matériels et Méthodes

3.1.4. Détermination de la conductivité

Définition

Toute eau est plus ou moins conductrice du courant électrique, cette conductivité est liée à l'existence des charges électriques des ions présents dans l'eau. La mesure de la conductivité donne une indication sur la présence en quantité faible ou élevée des minéraux dissous (MAYET, 1994).

Principe

La conductivité se mesure à l'aide du conductimètre qui est un appareil qui possède deux électrodes, une est placée à l'intérieur de l'appareil et l'autre est immergée dans la solution, la différence de potentiel donnera directement la concentration en minéraux dissous.

3.1.5. Dosage des chlorures : (Méthode DE MÔHR, ISO 9297:1984)

Définition

La teneur des eaux en chlorures est extrêmement variée, elle est liée à la nature des terrains traversés et indique la concentration de l'eau en ions (Cl) (RODIER, 2005).

Principe

Réaction des ions chlorures avec les ions Argent, pour former du chlorure d'argent insoluble qui précipite quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions Argent et formation d'un chromate d'argent brun rouge avec des ions chromates, qui ont été ajoutés comme indicateurs. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage durant le titrage. Le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.

Mode opératoire

Prendre 50 ml de l'échantillon dans un Erlenmeyer, y ajouter 0.5 ml d'indicateur de chromate de potassium ($K_2Cr_2O_4$). Titrer avec la solution des nitrates d'argent ($AgNO_3$) (0.014N), jusqu'à l'apparition de la couleur rouge brique.

Résultats

$[Cl] =$

$N_2 \times V_{AgNO_3} \times M_{\text{équi}}(Cl) \times 1000$

$V_{\text{échantillon}}$

mg/l

$[Cl] = G \times V_{AgNO_3 \text{ titré}} \text{ mg/l}$

N_2 : Normalité de $AgNO_3$.

1000 : pour convertir.

$G = (N_2 \times M_{\text{équi}} Cl \times 1000) / V_{\text{échantillon}}$.

Matériels et Méthodes

3.1.6. Dosage des nitrates : (méthode spectrophotométrique au diméthyl-2,6 phénol,ISO 7890/1:1986)

Définition

Toutes les formes d'azote (organique, ammoniacque, nitrites...) peuvent être à l'origine des nitrates, ce sont des substances indésirables, à certaines doses peuvent être dangereuses pour l'environnement et la santé publique (**Rodier, 2005**).

Principe

Réaction des Nitrates avec les diméthyl-2,6 phénols, en présence des acides sulfuriques et phosphoriques avec production de nitro-4 diméthyl-2,6 phénol. La durée de la réaction est d'environ 5 minutes.

Mode opératoire

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote >10 g/l opérer une dilution)

- Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium.
- Ajouter 1 ml de la solution salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage, préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau distillée effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm.

Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 10 ml la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimé en mg par litre d'eau pour obtenir la teneur en nitrate (NO_3^-) multiplié ce résultat par un facteur de **4,43**.

3.1.7. Détermination de l'humidité

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

Mode opératoire

- o Prendre une coupelle, la peser à l'aide du dessiccateur puis tarer.
- o Ajouter 5 g de la poudre (à 15 % de la matière grasse) et l'étaler sur la coupelle.
- o Remettre la coupelle de l'appareil.

Matériels et Méthodes

o La fin d'évaporation se manifeste lorsque la perte du poids reste constante. Le dessiccateur indique directement en pourcentage le taux d'humidité sur l'écran. Le taux d'humidité doit être compris entre 1 et 4%.

3.1.8 . Détermination du taux de la matière grasse

Il est déterminé par La méthode de **GERBER** (acidobutyrométrie), c'est une technique applicable aux laits homogénéisés.

Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre est favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso amylique.

Mode opératoire

o Introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) dans le butyromètre à poudre.

o Ajouter 10 ml d'eau puis 2,5 g de la poudre (15 %) (11ml du lait pour la détermination de la matière grasse du lait).

o Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique et fermer avec un bouchon.

o Après, agiter soigneusement jusqu'à la dissolution de la poudre et les protéines par action d'acide sulfurique, puis tourner le butyromètre du haut en bas cinq à six fois. Afin d'obtenir une bonne homogénéisation il est recommandé de mettre le butyromètre dans un bain marie pendant 5 minutes puis le centrifugé pendant 5 minutes ; ensuite le chauffer une seconde fois au bain marie pendant 5 minutes.

Lecture

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.

3.1.9. Antibiotique

- Détection rapide des Beta-lactames et Tétracyclines dans le lait
- Lecture en 5 minutes
- Simple d'utilisation
- Utilisable en laboratoire ou embarqué

Méthode de type "**Receptor Assay**" basé sur l'emploi d'un récepteur spécifique lié à des particules d'or. 25 tests : 25 flacons de récepteurs / 1 flacon de 25 tiges / 1 seringue et 25 embouts / 1 notice.

Matériels et Méthodes

2 étapes

- o Une première incubation où les antibiotiques présents se lient au récepteur.
- o Une deuxième incubation où le lait migre sur un support immunochromatographique présentant 2 bandes (3 pour le Combo) :

Une bande retient les récepteurs qui n'ont pas de Bétalactames (Négatif). Une autre bande sert de référence.

Une bande supplémentaire pour le Combo qui retient les récepteurs qui n'ont pas de Tétracyclines (Négatif).

Mode opératoire

25 tests : Mettre 0,2 ml de lait dans un flacon récepteur. Incuber à 47,5°C (3 mn pour Beta / 2 mn pour le Combo). Plonger une tige dans le tube et incuber à 47,5°C (2 mn pour le Beta / 3 mn pour le Combo). Faire la lecture.

3.1.10. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable du lait est exprimé en degré dornic (D°) ou en gramme d'acide lactique/litre lait.

Principe

Elle est basée sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence du phénophtaléine comme indicateur coloré.



Figure 13. Mesure d'acidité titrable en °D pour le lait reconstitué.

Mode Opératoire

- o Verser dans un Becher 10 ml de l'échantillon,
- o Ajouter 2 à 3 gouttes de la phénophtaléine puis titrer avec la solution NaOH (1/9 N) jusqu'au virage du milieu au rose pâle stable pendant quelques secondes.

$$\text{Acidité} = V.10 (D^\circ)$$

Résultats

V : Valeur (en ml) correspondant à la chute de la burette.

3.1.11. Détermination de la densité

Principe

Elle consiste à estimer le rapport entre la masse d'un même volume du lait et de l'eau à 20° c. Elle se mesure par un lactodensimètre qui est constitué par un cylindre lesté, surmonté d'une tige cylindrique gradué plongé dans un liquide.

Mode Opératoire

- o L'éprouvette est remplie à 20° c, en la tenant incliné pour éviter la formation de mousse.
- o Après avoir rincer le lactodensimètre avec du lait, on l'introduit dans l'éprouvette en tenant le lactodensimètre par l'extrémité de la tige gradué et on la fait tourner sur elle-même et attendre sa stabilité.

Lecture

Après la stabilité, on fait la lecture sur le lactodensimètre.

$$d \ 1 \ L * 10 \ \text{pour le lait} = +_{-3} [\]$$

Avec :

L : la valeur lue sur le lactodensimètre.

d : Densité de la poudre.

Pour la poudre de lait, on utilise la formule suivante :

Densité de la poudre = masse de lait – masse d'eau / volume de lait – volume de l'eau.

3.2.12. Détermination de l'extrait sec total (EST)

Principe

C'est la quantité de la matière sèche contenue dans un litre du produit. Il est exprimé en pourcentage massique ou en (g/l).

Mode opératoire

- o Placer la coupelle dans l'appareille puis tarer.
- o Peser une quantité du sable fin (10 à 12 g).
- o Ajouter du lait à l'aide d'une pipete jusqu' à obtention d'un poids de 3g, après le répartir et étaler sur toute la coupelle.
- o Remettre le couvercle de l'appareil.

Lecture

Après l'arrêt de l'appareil : **EST**=La valeur lue X La densité (g/l)

3.2. Les tests de stabilité physique du lait

3.3.1. Teste de stabilité à l'alcool

C'est l'aptitude des laits à subir un traitement thermique sans coagulation.

Principe

C'est une méthode qui permet de sélectionner les laits destinés à subir un traitement thermique. Elle permet aussi de minimiser les risques de déstabilisation des protéines du lait lors du traitement.

Mode opératoire

- o Verser dans le tube un même volume du lait et d'alcool (2 ml).
- o fermer le tube et le retourner 2 à 3 fois.
- o Expression des résultats
- o Si le mélange s'écoule le long de tube sans laissé des traces ou formation d'agrégats, le lait est normal.
- o Si le mélange présente des flocons des protéines, le lait est instable et éventuellement acide.

3.3.2. Test de stabilité à l'ébullition

Tous lait doit être stable à l'ébullition.

Mode opératoire

- o Verser 5ml du lait à analyser dans un tube à essai.
- o Fermer le tube puis placer le tube dans le bain Marie à 100°C pendant 10minutes.
- o L'expression des résultats est comme suit :
- o Le lait s'écoule le long des parois du tube sans laisser des traces, le lait est normal.
- o Il laisse des grumeaux où il se forme un coagulum, le lait est anormal.

3.3 Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique des produits alimentaires est indispensable pour :

- ✓ Assurer aux produits une bonne qualité et une bonne conservation.
- ✓ Assurer la garantie hygiénique et la sécurité des consommateurs en permettant la détection des microorganismes et des toxines microbiennes (**GUIRAUD 1998**).
- ✓ Dénombrer les populations microbiennes et déceler les sources de contamination afin d'éviter toute forme de toxiiinfection alimentaire ou modification des caractères organoleptique du lait.

La réglementation exige seulement la recherche de la flore aérobie mésophile totale dans le produit fini, les coliformes et les coliformes fécaux pour le lait reconstitué, ainsi que le clostridium sulfitoréducteur pour la poudre.

Tableau 5. Les germes recherchés pour l'eau, poudre, lait reconstitué, produit fini.

Produits analysés	Germes recherchés
Eau de procès	<ul style="list-style-type: none">▪ Germes aérobies à 37°C▪ Germes aérobies à 22°C▪ Coliformes aérobies à 37°C/100ml▪ Coliformes fécaux/100ml▪ Streptocoque de groupe D▪ Clostridium sulfitoréducteur à 37°C/ml▪ Clostridium sulfitoréducteur à 37°C/20ml▪ Levure et moisissures à 30°C
Poudre	<ul style="list-style-type: none">▪ Germes aérobies à 30°C▪ Coliformes totaux▪ Clostridium sulfitoréducteur à 37°C▪ Antibiotique
Produit fini	<ul style="list-style-type: none">▪ Germes aérobies à 30°C▪ Coliformes totaux▪ Coliformes fécaux▪ Staphylococcus aureus▪ Phosphatase

3.3.1 Préparation des dilutions décimales

La préparation des dilutions en milieu liquide à partir d'échantillons de lait prélevés représente la première étape de l'analyse microbiologique. Elle doit être réalisée avec soin et rigueur, car ces dilutions sont ensuite utilisées dans des techniques de recherche et de dénombrement des bactéries dans les laits (Delarras, 2010).

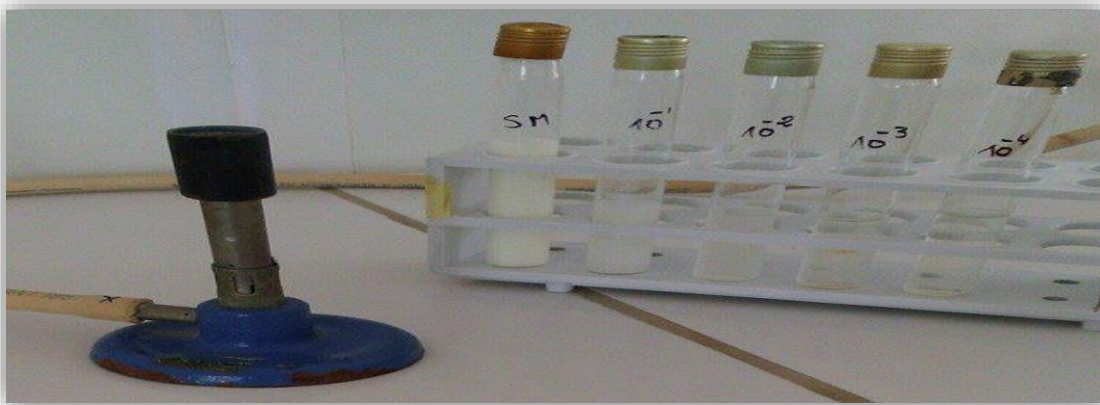


Figure 14. Photo réelle de la préparation des dilutions décimales au sein de laboratoire.

a) Matériels utilisés

- Tubes ;
- Bec Bunsen ;
- Pipettes Pasteur ;
- Pipette.

b) Méthode

Conformément aux normes (NA 5912), on effectue des dilutions décimales pour chaque échantillon.

Après centrifugation de l'échantillon, on instruit aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de surnageant dans un tube contenant 9 ml du TSE (Tryptone Sel Eau) ; cette dilution correspond donc à la dilution 1/10. Ensuite, on ajoute 1 ml de la dilution 1/10 dans un tube contenant 9 ml du même diluant ; cette dilution est alors 1/100 ...etc, ainsi de suite jusqu'à l'obtention de la dilution voulue.

Avant chaque dilution, il faut agiter vigoureusement l'échantillon d lait à analyser afin d'obtenir une suspension homogène des bactéries.

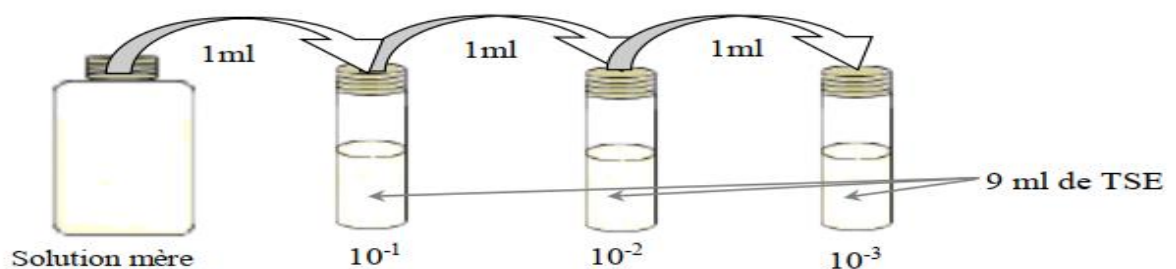


Figure 15. Schéma de préparation des dilutions décimales.

3.3.2 Dénombrement des coliformes totaux et coliforme fécaux

Les coliformes ont la particularité de fermenter le lactose avec dégagement de gaz, leur identification se fait sur milieu sélectif BTLS (Bouillon Tryptose Lauryle Sulfate) .

Matériels et Méthodes

Le développement des coliformes totaux acidifie le milieu et cette acidification se traduit par un virage de l'indicateur coloré (de la couleur jaune), en outre une production de gaz apparaît dans la cloche renversée. Ce groupe contient toutes les bactéries aérobies ou anaérobies facultatifs, gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnets, mobiles ou non.

a) Matériels utilisés

- Tubes ;
- Support de tubes ;
- Bec Bunsen ;
- Pipettes Pasteur ;
- Pipette ;
- Cloches de Durham.

b) Méthode (ISO-4831)

Pour le dénombrement des coliformes totaux, on utilise la technique de NPP (nombre le plus probable) conformément à la norme ISO-4831. La recherche des coliformes fécaux contient deux parties :

b.1 Test de présomption

Ce test est réservé à la recherche des coliformes totaux. À partir des trois dilutions en plus une cloche de Durham :

- Prendre trois tubes de BTLS double concentration ajouté 1 ml de dilution 1/10 ;
- Prendre trois tubes de BTLS simple concentration ajouté 1 ml de dilution 1/100;
- Prendre trois tubes de BTLS simple concentration ajouté 1 ml de dilution 1/1000.

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 h. Les tubes présentant à la fois un dégagement gazeux et un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) sont considérés positifs. Le dénombrement se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

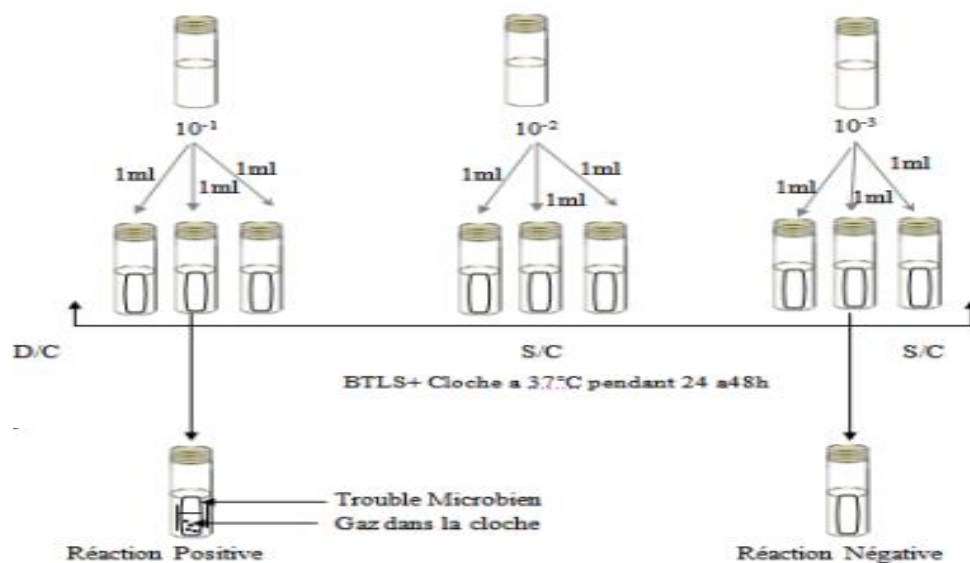


Figure 16. Test de présomption de coliformes totaux.

Matériels et Méthodes

b.2 Test de confirmation (test de Mac Kenzie)

À partir des tubes trouvés positifs lors des dénombrements de coliformes totaux (test de présomption), un repiquage est effectué dans un autre milieu plus sélectif BTLS. La lecture est réalisée après 24 à 48 h d'incubation à 44 °C. Le dégagement de gaz dans les clochettes (cloche de Durham) et la formation d'un anneau rouge à la surface du tube après ajout de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs, indiquent bien la présence du genre *Escherichia coli*. La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

3.3.3 Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

Les micro-organismes aérobies et anaérobies facultatifs, peuvent se développer dans un milieu nutritif non sélectif. Incubés à 30 °C pendant 72 h. Apparaissent sous forme de colonies de taille et de formes différentes (Petranxiene et Lapied, 1981).

a) Matériels utilisés

- Boîtes de Pétri ;
- Bec Bunsen ;
- Pipettes Pasteur.

b) Méthode (NA, 1207)

À partir des dilutions préparées, porter aseptiquement 1 ml de chaque solution dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage, et compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA « Plate Count Agar, fondue puis refroidie à 45 ± 1 °C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de « ∞ » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur pailasse. Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 37 °C pendant 72 h. La lecture se fait par comptage des colonies ayant poussé sur les boîtes. Il faut compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;
- Multiplier le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions. Les résultats sont exprimés en nombres de germes par millilitre

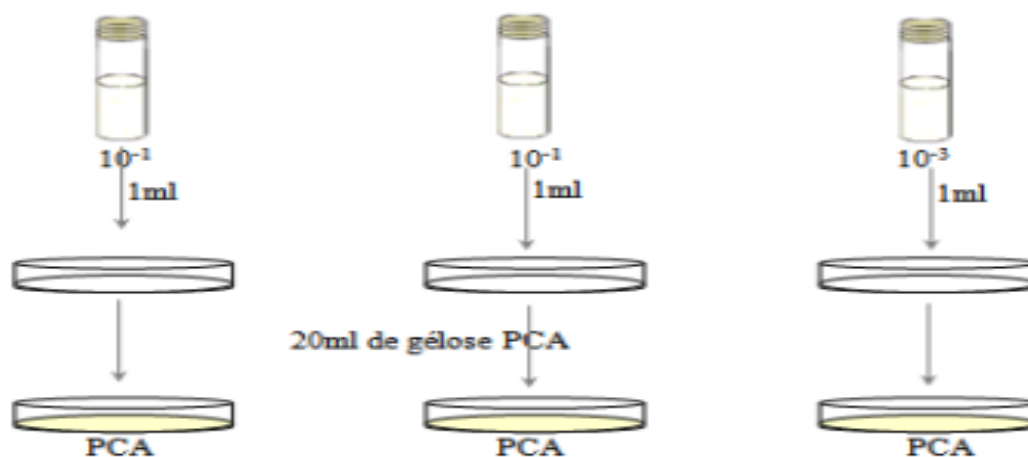


Figure 17. Préparation des boîtes des germes aérobies mésophiles.

Matériels et Méthodes

3.3.4 Dénombrement de Streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques est basée sur l'utilisation d'un milieu liquide de dénombrement. Recherche de streptocoque fécaux ou streptocoque de se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP).

- Tubes
- Support de tubes ;
- Bec Bunsen ;
- Pipettes Pasteur ;
- Pipette ;
- Cloches de Durham.

b) Méthode (ISO 7899)

Cette technique fait appel à deux tests consécutivement à savoir :

- Test de présomption : qui se fait sur milieu de Roth S/C.
- Test de confirmation : qui se fait sur milieu Eva Lytski,

b.1 Test de présomption

Réalisé sur le milieu de Rothe (bouillon à l'aide de sodium. Les tubes sont incubés à 37 °C et examinés après 24 et 48 h. Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un streptocoque fécal et sont soumis au test confirmatif.

b.2 Test de confirmation

Se fait par repiquage des tubes positifs sur le milieu d'Eva Litsky. Après incubation à 37 °C pendant 24 h, tous les tubes présentant une culture et un jaunissement seront considérés comme positif. Nous notons le nombre des tubes positifs dans chaque série et nous les reportons aux tables de NPP, (pour connaître le nombre de streptocoques fécaux présents dans 100 ml d'échantillon.

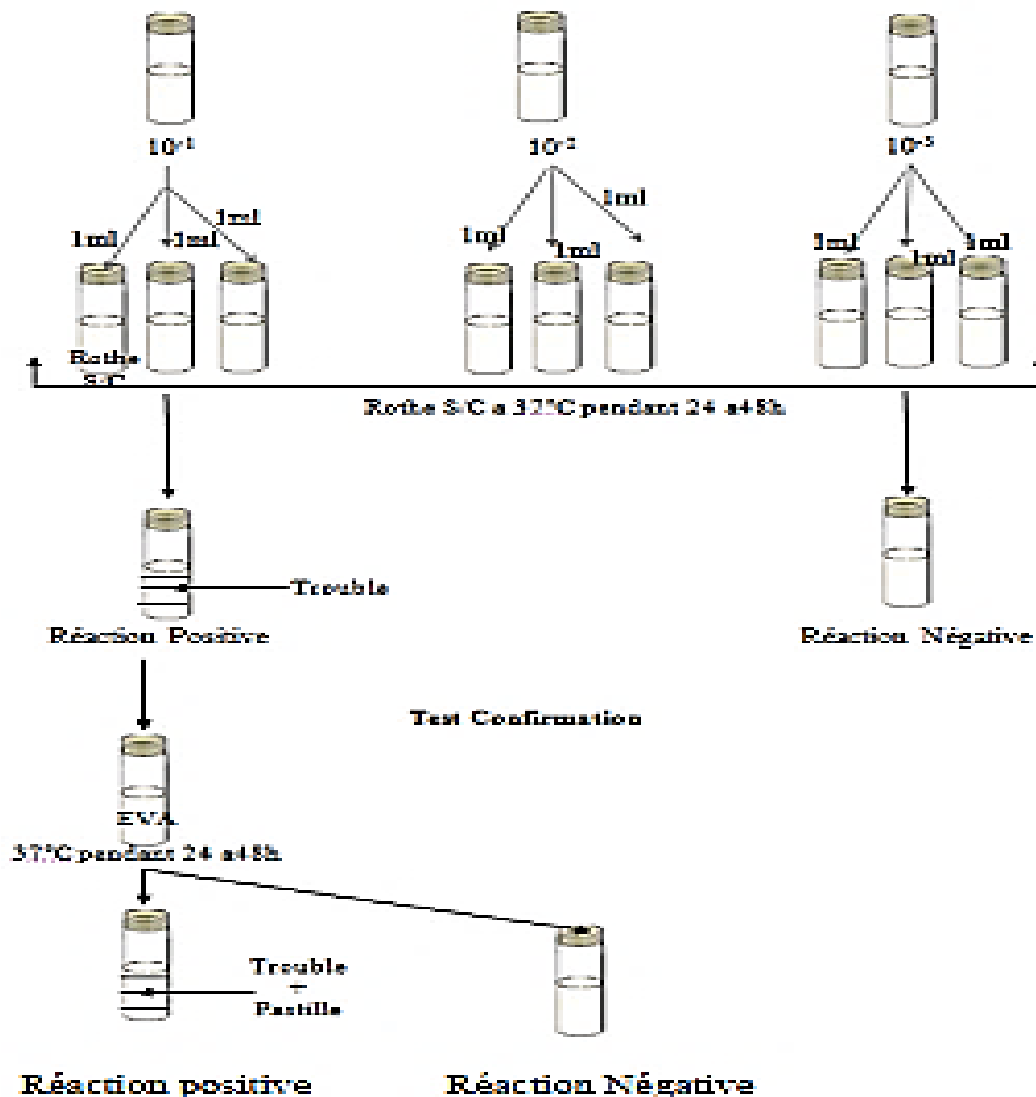


Figure 18. Test Confirmation de Streptocoques fécaux.

3.3.5 Dénombrement de Staphylococcus aureus

a) Matériels utilisés

- Boîtes de Pétri ;
- Bec Bunsen ;
- Pipettes Pasteur.

b) Méthode (ISO 6888-1)

On utilise comme milieu de culture le Baird Parker auquel on ajoute du jaune d'œuf et tellurate potassium. La dilution utilisée 10^{-1} . L'ensemencement se fait en surface avec 1 ml de dilution sur du BP préalablement coulé dans la boîte de Pétri et incubé à l'étuve à 37 °C pendant 24 heures.

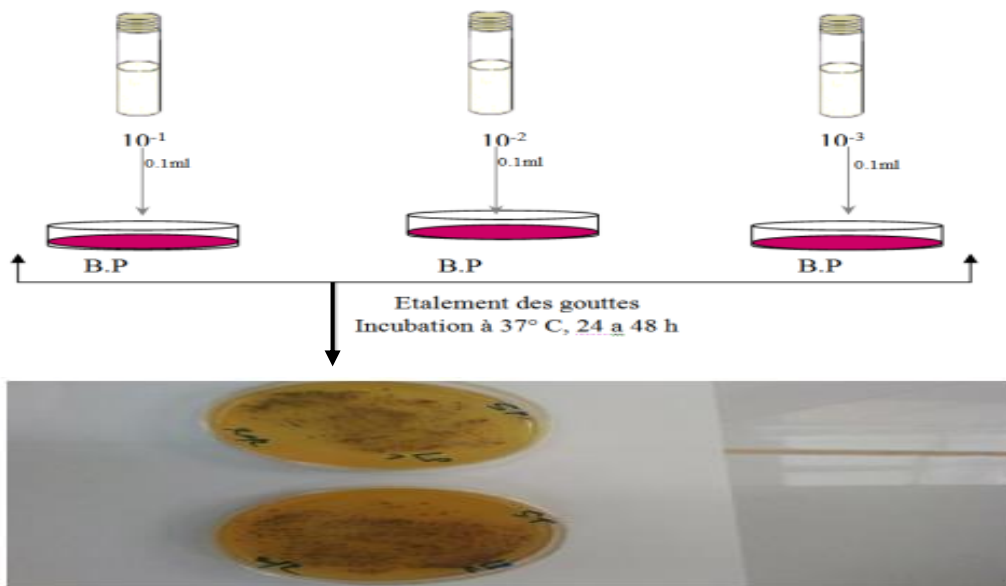


Figure 19. Boîte des germes de *Staphylocoques aureus* poussé.

3.3.6 Dénombrement des salmonelles

a) Matériels utilisés

- Tubes ;
- Support de tubes ;
- Bec Bunsen ;
- Pipettes Pasteur ;
- Pipette ;
- flacon de 225.

b) Méthode (NA, 1203)

Jour 1 : Pré enrichissement

Prélever 25 ml de lait dans un flacon de 225 ml d'eau peptonée Tamponnée + 1 ml de vert brillant qui sera incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures.

Jour 2 : Enrichissement primaire

L'enrichissement doit s'effectuer sur deux milieux sélectifs différents à savoir :

- Le milieu de Rappaport Vassiliadis réparti à raison de 10 ml par tube.
- Le milieu de Sélénite – Cystéiné réparti à raison de 100 ml par flacon.

L'enrichissement proprement dit, se fait donc à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivante :

- 0.1 ml en double pour les tubes de Rappaport Vassiliadis.
- 10 ml en double pour les flacons de Sélénite – Cystéiné.

Matériels et Méthodes

- Le premier tube de RV sera incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures.
- Le deuxième tube de RV sera incubé à 44 °C pendant 24 à 48 heures.
- Le premier flacon de S/C sera incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures.
- Le deuxième flacon de S/C sera incubé à 44 °C pendant 24 à 48 heures.

Jour 3 : Isolement

Prélever 0.1 ml de tube d'enrichissement et faire et talonner sur la gélose Hektoen ou incubé à 37 °C pendant 24 h.

Remarque : Les salmonelles se présentent sous forme de colonies le plus souvent grises bleue à centre noir sur gélose Hektoen.

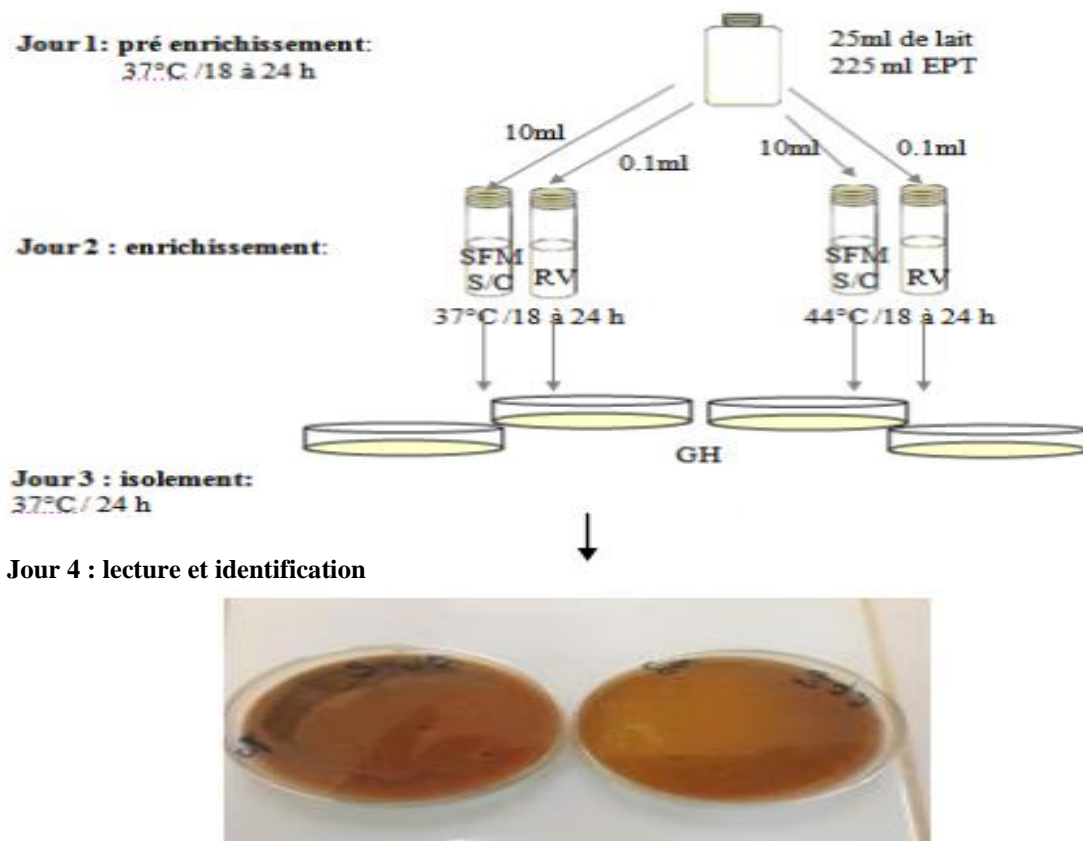


Figure 20. Recherche des salmonelles.

A large, horizontal, yellow oval with a slight gradient and a soft shadow, centered on the page. It contains the text 'RÉSULTATS ET DISCUSSIONS' in a bold, blue, serif font.

**RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS**

Résultats et Discussions

I.1. Résultats d'analyses physico-chimiques

I.1.1. Eau de procès utilisée

Tableau 6. Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de procès utilisée.

Paramètre	Résultats	Normes d'entreprise (*)
pH à (20°C)	7,2	7 – 7,5
TH (°F)	12	10 – 15
Chlorures (ppm)	0	0
TA (°F)	0	0
Conductivité (ms/cm)	650	600-700
Nitrate et nitrite	Absence	absence
Couleur	Clair	Clair

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

Interprétation

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de procès utilisée sont conformes aux normes adoptées par le journal officiel. Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion des métaux des canalisations et des fuites qui peuvent entraîner une contamination et il peut conférer un goût acide au produit. L'inconvénient majeur des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau, ils sont susceptibles de causer une corrosion dans les canalisations, la réglementation recommande une teneur en chlorures de l'eau de procès ne dépassant pas 50 mg/l. Ces résultats sont satisfaisants pour garantir la mouillabilité et la solubilité de la poudre utilisée.

1.2. Poudres de lait

Tableau 7. Résultats d'analyse physico-chimique des poudres de lait (0 et 26%).

Paramètre	Poudre à (26%)	Poudre de (0%)	Normes d'entreprise (*)
Humidité (%)	3,71	2,59	1 – 4
pH à 20°C	6,77	6,74	6,6-6,8
Densité à 20°C	1,33	1,56	1,29 - 1,33 (26%) 1,40 - 1,60 (0%)
Goût et odeur	Normaux	Normaux	Normaux
Couleur	Jaune	Jaune pâle	Crème à jaune pâle

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

Résultats et Discussions

Interprétation :

D'après le tableau 08 ci-dessus les résultats des analyses des poudres de lait (0% et 26% MG) répondent aux normes et aux exigences de l'entreprise.

Le taux d'humidité est compris dans l'intervalle 1 à 4 %.

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

1.3. Produit fini

Tableau 8. Résultat de l'analyse physico-chimique du lait reconstitué.

Paramètre	Lait reconstitué	Norme (*)
pH	6,74	7
Antibiotique	Absence	Absence
Densité	1030	1028-1034
Acidité (°D)	15	16-18
MG (g/100g)	15	15
ES T (g/l)	123	120-125

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

Interprétation

Les résultats obtenus à la reconstitution de la poudre de lait peuvent varier de façon importante étant donné que les conditions de préparation dépendent de la disponibilité de la matière première.

D'après **ABOUTAYEB (2009)**, un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D et la **FAO (2010)** rapporte que l'acidité du lait est en moyenne 16 (15-17 °D). Nous pouvons conclure que la valeur moyenne d'acidité titrable du lait reconstituée est inférieure à celles citées par **ABOUTAYEB (2009)** et la norme du codex Stan 207-1999.

I.2. Les tests de stabilité

I.2.1. Test d'ébullition

Les résultats montrent l'absence d'une coagulation, en effet le lait ne commence à coaguler que lorsque l'acidité dépasse 21D°, le lait se prend en masse (**GUIRAUD 1998**).

2.2. Test à l'alcool

Le développement microbien qui provoque des altérations dans le lait peut être mis en évidence par le test à l'alcool. (**GUIRAUD 1998**).

En effet, le lait altéré présente des flocons de protéines précipitées contrairement au lait normal qui s'écoule le long des parois sans laisser des traces.

Résultats et Discussions

II Analyses microbiologiques

II.1 Germes aérobies mésophiles totaux

Le tableau 09 montre les résultats de l'analyse de Germes aérobies mésophiles totaux de différents échantillons.

Tableau 9. Les résultats de germes totaux pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Germes totaux UFC/ml	Norme
1	5.10^3	$\leq 3.10^4$ UFC/ml (J.O.R.A, 1998)
2	3.10^3	
3	6.10^3	
4	2.10^3	
5	9.10^2	
6	10^3	

Pour la flore aérobie mésophile totale, les six échantillons analysés du lait pasteurisé «lait de Boudouaou », dont les résultats sont enregistrés dans le tableau. La recherche effectuée montre la présence des germes totaux dans tous les échantillons analysés avec des valeurs varient entre 9.10^2 et 6.10^3 UFC/ml. Tous ces résultats sont conformes avec les normes selon l'arrêté interministériel de 27 mai 1998 qui stipule que le lait pasteurisé conditionné, ne doit pas renfermer plus de 3.10^4 germes microbiens vivants par millilitre lors de la remise au consommateur.

Cela confirme l'efficacité et l'importance de la pasteurisation dans la réduction de la charge microbienne.

II.2 Coliformes totaux

Le tableau 10 suivant illustre les résultats de l'analyse de Coliformes totaux de différents échantillons.

Résultats et Discussions

Tableau 10. Les résultats de Coliformes totaux pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Germes totaux UFC/ml	Norme
1	40	≤ 01 UFC/ml (J.O.R.A, 1998)
2	20	
3	65	
4	Abs	
5	06	
6	Abs	

Pour les 06 échantillons étudiés du lait pasteurisé, les résultats de taux de contamination par les coliformes totaux enregistrés dans le tableau 10. Ces résultats montrent un niveau de contamination minimale de l'ordre de (6 UFC/ml) et un niveau de contamination maximale de l'ordre de (65 UFC/ml). Ces résultats obtenus indiquent une mauvaise qualité du lait étudié au regard des normes spécifiées qui exige une valeur inférieure à 01 UFC/ml **JORA ,1998**. Cela peut être dû aux mauvaises pratiques d'hygiène dans cette usine. L'arrêté interministériel du 27 mai 1998 précise que le lait pasteurisé conditionné ne doit pas contenir plus de 1 Coliforme par millilitre à la sortie de l'atelier de fabrication et plus de 10 coliformes lors de la remise au consommateur.

II.3 Coliformes fécaux

Le tableau 11 suivant montre les résultats de l'analyse de Coliformes fécaux de différents échantillons.

Tableau 11. Les résultats de Coliformes fécaux pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Germes fécaux UFC/ml	Norme
1	Abs	Abs (J.O.R.A, 1998)
2	Abs	
3	Abs	
4	Abs	
5	Abs	
6	Abs	

Résultats et Discussions

D'après les résultats obtenus dans le tableau 11, tous les échantillons prescrits, aucun coliforme fécal n'a été dénombré, ce qui indique que le lait a été préparé dans des conditions hygiéniques satisfaisantes. Donc le lait pasteurisé conditionné répond à la norme **JORA ,1998** qui exige l'absence totale des coliformes fécaux. Le dénombrement des coliformes dans le lait permet d'évaluer les conditions d'hygiène qui prévalaient lors de la production ou de la transformation de lait. Le dénombrement d'une forte population de coliformes fécaux est synonyme d'une contamination fécale (**Vignola, 2002**).

II.4 Streptocoques fécaux

Le tableau 12 présente les résultats de l'analyse de Streptocoques fécaux de différents échantillons.

Tableau 12. Les résultats de Streptocoques fécaux pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Streptocoques fécaux UFC/ml	Norme
1	Abs	Abs (J.O.R.A, 1998)
2	Abs	
3	Abs	
4	Abs	
5	Abs	
6	Abs	

La recherche des Streptocoques fécaux dans le lait pasteurisé conditionné étudié a révélé leurs absences totales dans tous les échantillons analysés, résultat conforme aux normes de **JORA, 1998**, cela est dû au passage du produit à la pasteurisation qui est très efficace et qui a permis leurs destructions totales.

II.5 Staphylocoques aureus

Le tableau 13 montre les résultats de l'analyse de Staphylococcus aureus de différents échantillons.

Résultats et Discussions

Tableau 13. Les résultats de Staphylocoques aureus pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Staphylocoques aureus UFC/ml	Norme
1	10	≤ 10 ² (J.O.R.A, 2017)
2	Abs	
3	10	
4	Abs	
5	Abs	
6	Abs	

Pour les 06 échantillons prélevés du lait pasteurisé étudiés a révélé l'absence totale de Staphylococcus aureus dans tous les échantillons analysés, ces résultats sont conformes à la norme de **J.O.R.A,(2017)**(Absence). Sauf l'échantillon 1 et 3, présentent une contamination pour le lait. Cela est dû d'après **Thieulin(2005)**, à la contamination par les infections mammaires qui représentent la principale source de contamination du lait, les premiers jets sont fortement contaminés d'où la nécessité de s'en débarrasser ; contamination par la peau de l'Homme, plus particulièrement en cas de lésion ; ainsi que les voies respiratoires en cas d'infection (angine) et la contamination à la laiterie.

II.6 Salmonelles

Le tableau 14 ci-dessous présente les résultats de l'analyse de Salmonelles de différents échantillons.

Tableau 14. Les résultats de Salmonelles pour les échantillons analysés (UFC/ml).

Echantillon	Salmonelles UFC/ml	Norme
1	Abs	Abs (J.O.R.A , 1998)
2	Abs	
3	Abs	
4	Abs	
5	Abs	
6	Abs	

Résultats et Discussions

La recherche des Salmonelles dans le lait pasteurisé étudié a révélé leur absence totale dans tous les échantillons analysés comme c'est présenté dans le tableau 14, ce qui est conforme aux normes selon le **JORA (1998)**.



CONCLUSION

Conclusion

Conclusion

Sur le territoire national, Le lait prend une place très importante dans notre vie, pour cela il doit respecter quelques critères très important avant de le consommer. Nous trouvons différentes marques de lait reconstitué qui doivent répondre à des critères de qualité.

Dans cette étude nous avons choisi le lait pasteurisé, pour évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de lait reconstitué.

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

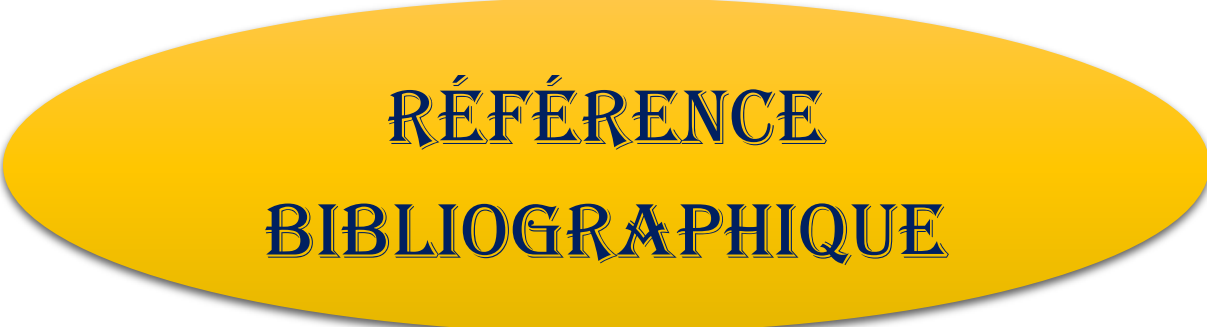
Durant notre stage, au sein de la laiterie et fromagerie de Boudouaou nous avons réalisé un suivi du lait pasteurisé via un contrôle quotidien des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de ce produit aux différentes étapes du procès.

Généralement, la qualité physico-chimique de lait pasteurisé de la laiterie de Boudouaou étudié

est médiocre, ou les analyses et selon les normes imposés, montrent des valeurs non conformes pour les critères : densité, acidité, matière grasse, matière sèche totale et d'extrait sec dégraissé. La seule analyse qui est en conforme est le pH.

D'après les résultats obtenus par les analyses microbiologies, le lait pasteurisé de la laiterie présente une bonne qualité et respecte les normes en ce qui concerne les Germes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et les Salmonelles. Au contraire, ce lait présente un taux de contamination élevé en coliformes totaux et Staphylococcus aureus.

Enfin, l'industrie du lait pasteurisé nécessite bien de l'hygiène au cours des opérations d'obtention, de conservation et de transport du lait. La désinfection rigoureuse des appareils par les désinfectants et les détergents ainsi que l'éducation du personnel sont également nécessaires pour l'obtention d'une prolongation de la durée de conservation du lait pasteurisé.



**RÉFÉRENCE
BIBLIOGRAPHIQUE**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[A]

1. **ABDOUNE O, (2003).** Qualité du fromage à pâte molle type Camembert Fabriqué à la laiterie Draa ben khedda nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage. Mém de mag en science alimentaire,.Constantine ,p. 88.
2. **Aboutayeb R, (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers, Source :<http://www.azaquar.com>.
3. **ADRIAN J, POTUS J. et FRANGNE R., (2004)** La science alimentaire de A à Z ,2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).
4. **Alais. C.-** Sciences du lait: Principes et techniques laitiers. IVe édition, Ed. SEPArc, Paris, 1984,814 p
5. **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait, In : Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 600 p.
6. **ARIE F., SRI K., ET ARIESTA W.A., 2012.** Process engineering of drying milk powder with foam mat drying method. Journal of Basic and Applied Scientific Research. 2(4):3588-3592.
7. **Avesard, (1980).** Les laits reconstitués. Edition: APRIA. Paris. PP: 36 - 62.

[B]

8. **Bekhouche- Guendouz N (2011).** Evaluation de la Durabilité des Exploitations Bovines Laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba. Thèse de Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (ENSA). Algerie. Pp : 49, 58.
9. **Bencharif, A. (2001).** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes, Ser B*, 32, pp 25-45.

BOUARISSA R. HERIZI L. Généralités sur le lait de vache [Mémoire]. B.B.A : Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi ;2020.

10. **Brabez F., 2011.**Les contrats dans l'agriculture : cas de la filière lait. Colloque International - Algérie : cinquante ans d'expériences de développement Etat - EconomieSociété,1-11.

[C]

11. **Cayot P et Lorient D, (1998).** Structures et techno-fonctions des protéines du lait. Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.
12. **CNERNA., (1981) :** Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris.
13. **Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufasne, I., Hornick, J. L., et Istasse, L. (2004).** Acides gras: nomenclature et sources alimentaires. In *Annales de Médecine Vétérinaire* (Vol. 148, No. 3, pp. 133-140). Annales Médecine Vétérinaire.

Références bibliographiques

14. CODEX ALIMENTARIUS, CODEX STAN 207-1999.

[D]

15. Debry G., 2006. Lait, nutrition et santé. Ed : tec et doc Lavoisier Paris. 566 p.

16. Delaby, L., Rulquin, H., et Peyraud, J. L. (2002). Influence de quelques facteurs zootechniques sur la composition en acides gras du lait de vaches au pâturage. *Renc. Rech. Rum*, 9, p 364.

[F]

17. FAO. (2008). Milk testing and payment systems.

18. (FAO, 2010).le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine-laits de consommation.

19. (FAO ,1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

20. Fayolle L, (2015). Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière ? Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Lyon : Campus vétérinaire de Lyon. P141.

21. Florence C. L., 2010. Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voie d'amélioration par l'alimentation. Thèse de doctorat : Faculté de médecine de Créteil. Créteil, 2010, 128 p.

[G]

22. Gaucheron, F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Éditions Lavoisier, Paris

23. Ghaoues S., 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'Est Algérien. Mémoire du Magister en sciences alimentaires. I.N.A.T.A.A. Université Mentouri. Constantine. 130 pages.

24. Goursaud J., 1999. Réacteurs traditionnels à enzymes libres : cas de l'industrie laitière. In : Biotechnologies. Coord. Scriban R., 5ème ed., p.p. 365 – 401.

25. Guiraud, J-P. (1998). Microbiologie Alimentaire. *Éditions Dunod, Paris*.

[J]

26. JEAN C., et DIJON C., (1993) Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

27. JEAN P et ROGER C, 1961. Le lait. Paris : INRA

28. Jeante T R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P et Brule G. (2008).Les produits laitiers,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-1314-17 (185 pages).

29. Jeantet R, Croguennec T, Schuck P, Brule G CORDINATEURS .,(2007).vol 2 *Technologie des produits laitiers Lavoisier* TEC et DOC LONDRES, PARIS, NEW YORK Pp : 11,12.40, 41,42, 43,44. P : 456.

30. JORA (Journal Officiel de la République Algérienne). (1993). Arrêté n°69 du 27/10/1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. 16 p.

31. JORA. (1998). JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35. 27 mai 1998.

32. JORA. (2017). JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39. 2 juillet 2017.

Références bibliographiques

[K]

33. **Kacimi El Hassani, S. (2013)**. La dépendance alimentaire en Algérie: importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution?. *Mediterranean Journal Of Social Sciences.*, 4(11), 152-158.
34. **KON S. K., 1995**. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.-Rome : F.A.O.-XXI – 271p
35. **Lecoq R., 1965**. Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles 2. Doin, Paris.

[M]

36. **M.A.Meslem,2019** .Résumé de la stratégie ONIL pour le développement de la filière lait en Algérie .
37. **M'boya J.C., Philippe B.C., Gret D. (2001)**. Le lait pasteurisé. Agridoc. P : 3.
38. **MADR. (2009)**. Statistiques agricoles. Superficies et productions, Séries A et B.
39. **Mahaut M., Jeantet R., Brule G., 2003**. Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 194 p.
40. **MAJDI A. (2009)**.Séminaire sur les fromages AOP et IGP .INT-Ingénieur agronomie, p.88.
41. **Mansour, L. M. (2015)**. Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Filière : Agronomie, Spécialité : Production animale. Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif. p 30.
42. **Mathieu J., 1998**. Initiation à la physico-chimie du lait. Techniques et Documentation– Lavoisier, Paris, 220 p.
43. **Mayet, J, 1994** : « la pratique de l'eau, Traitement aux d'utilisation, le moniteur » 2eme Edition, p382, Paris.

[P]

44. **Petranxiene et Lapied 1981** : la qualité bactériologique du lait et des produits laitiers. ED. Tec et Doc. .Lavoisier, Paris.
45. **Pougheon S, Goursaud J., (2001)** .le lait : caractéristiques physicochimiques dans lait, nutrition et santé, cordonner par GÉRARD DEBRY Lavoisier LONDRES, PARIS, NEW YORK Pp : 5 .6.14 .17-.24-27. 37-38.P :565.

[R]

46. **Rodier. J, 2005** : L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition, Dunod, paris.
47. **Sandra I. A. S. P. 2001**. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Toulouse : Ecole nationale vétérinaire, 2001, 102p.

[S]

48. **Souki, H. (2009)**. Les stratégies industrielles et la construction de la filière lait en Algérie: portée et limites. *Revue Campus*, (15), pp. 3-15.
49. **Soyb,(2011)**.Milkpowderproduction.<http://www.docstoc.com/docs/70425205/MilkPowderProduction>

Références bibliographiques

[T]

50. **Tammar N., 2007.** Le marché du lait en Algérie. Missions Economiques d'Alger. Ambassade de France en Algérie.
51. **Temmar N., 2005.** Le marché de lait en Algérie. Fiche de synthèse ambassade de France en Algérie. Mission économique MINEFI-DETPE,5p.
52. **Thieulon M. (2005).** Lait pathogènes staphylocoques. Revue de la chambre d'agriculture du Cantal. pp : 1-2.

[v]

53. **Veisseyre R, 1975.** Technologie du lait 3^{eme} édition, la maison rustique. Paris.
54. **Vignola, C. (2002).** *Science et technologie du lait: transformation du lait.* Presses inter Polytechnique.

[y]

55. **Yennek B. 2010.** Effet des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Thèse de magister. Alimentation animale et produits animaux. TiziOuzou. Université de Mouloud Mammeri, 2010, 141 p.

[z]

56. **ZOUARI A.** Etude physique et biochimique de la poudre de lait de chamelle séchée par le procédé d'atomisation : étude comparative avec le lait de vache. [thèse]. Tunisienne : Université de Sfax École Nationale d'Ingénieurs de Sfax ;2019.

Résumé

Résumé

Le présent travail consiste à évaluer la qualité de lait pasteurisé de la laiterie de Boudouaou, pour cela, six échantillons de ce lait ont été prélevés et soumis à des tests physico-chimiques et microbiologiques.

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs. Le lait pasteurisé peut être obtenu à partir du lait naturel provenant d'élevage ou de poudre de lait importée. C'est un lait qui a subi un traitement thermique qui détruit plus de 90 % de sa flore microbienne d'origine.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré une qualité médiocre, où les analyses de la densité, acidité, matière grasse, matière sèche totale et l'extrait sec dégraissé sont non conformes aux normes de lait pasteurisé. La valeur de pH est la seule qui est en conforme aux normes.

En ce qui concerne la qualité microbiologique de lait étudié, les résultats montrent une bonne qualité de ce dernier où les analyses de Germes totaux, Coliformes fécaux, Escherichia coli, Streptocoques fécaux et les Salmonelles sont en conformes aux normes. Par contre, les résultats montrent un taux de contamination élevé en coliformes totaux et Staphylococcus auréus.

Mots clés : La qualité de lait, lait reconstitué, pasteurisation, micro-organisme, physicochimique.

Abstract

The present work consists in evaluating of the quality of pasteurized milk of the Boudouaou dairy, for that, six samples of this milk were taken and subjected to physicochemical and microbiological tests.

Milk is considered a complete and balanced food because of its richness in several nutrients. Pasteurized milk may be obtained from the natural milk from the farm or imported milk powder. A milk has undergone a heat treatment that destroys more than 90% of its original microbial flora.

The results of the physico-chemical analyzes showed a mediocre quality, where the analyzes of the density, acidity, fat, total dry matter and the defatted dry extract are not in conformity with the standards of pasteurized milk. The pH value is the only one that is in compliance with the standards.

Regarding the microbiological quality of milk studied, the results show a good quality of the latter where the analyzes of total Germs, fecal Coliforms, Escherichia Coli, Fecal Streptococci and Salmonella are in compliance with standards. On the other hand, the results show a high contamination rate in total Coliforms and Staphylococcus aureus.

Key words: Milk quality, reconstituted milk, pasteurization, microorganism, physico-chemical.

المخلص

يتمثل العمل الحالي في تقييم جودة الحليب المبستر لملمنة بودواو، لذلك، تم أخذ ست عينات من هذا الحليب وتعرضها لاختبارات فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية.

يعتبر الحليب الغذاء الكامل والمتوازن بسبب احتوائه على عدد كبير من المغذيات، تم الحصول على الحليب المبستر من خلال الحليب الطبع أو الجاف المستورد. خضع هذا الحليب للمعالجة الحرارية التي تدمر أكثر من 90% من النباتات الميكروبية الأصلية.

أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية نوعية رديئة، حيث لا تتوافق تحليلات الكثافة والحموضة والدهون والمواد الجافة الكلية والمستخلص الجاف منزوع الدهن مع معايير الحليب المبستر. قيمة درجة الحموضة هي الوحيدة التي تتوافق مع المعايير.

أما فيما يتعلق بالجودة الميكروبيولوجية لعينات الحليب التي تمت دراستها، أظهرت النتائج نوعية جيدة لهذا الأخير أين أظهرت تحاليل للجراثيم الهوائية والبكتريا البرازية و الإيشيريشيا كولي والبكتريا العقدية والسالمونيلا مطابقتها للمعايير، ومن ناحية أخرى أظهرت النتائج ارتفاع معدل التلوث في البكتريا القولونية المحتملة للحرارة والمكورات العنقودية.

جودة الحليب، الحليب المبستر، التحاليل الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية للحليب: الكلمات المفتاحية