

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 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option: Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème : Étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait avant et après pasteurisation Cas de la laiterie « Beni Foughal » Guelma- Algérie

Présenté par :

CHOUARFI Nouhed
FERDES Chaima

Guéroui Yacine

Devant le jury composé de :

Président: Mr. MERZOUG A.
Examineur : Mme. SOUKI L.
Encadreur : Mr. GUEROUI Y.
Membre : Mr. BAALI S.
Membre : Mr. BOUDALIA S.
Membre : Mr. MAZROUAA E.

Université de Guelma
Université de Guelma
Université de Guelma
Université de Guelma
Université de Guelma
Université de Guelma

Juin 2017

Remerciement

Nous exprimons d'abords nos profonds remerciements à الله qui nous a donné le courage et la volonté d'achever ce travail.

Nos sincères remerciements vont à notre encadreur Mr. GUEROUI YACINE (M.C.B) à l'université 08 mai 1945 Guelma, pour la confiance qu'il a voulu nous accorder en réalisant ce modeste travail, pour sa patience, ses précieux conseils et pour sa grande disponibilité.

Nous vous remercions aussi pour votre estimable participation dans l'élaboration de ce travail. Permettez nous de vous exprimer notre admiration pour vos qualités humaines et professionnelles. Veuillez trouver ici l'expression de notre estime et notre considération.

Nous formulons toutes notre haute considération envers les respectables membres du jury de soutenance qui auront à se prononcer sur ce modeste travail....

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à toute personne participant de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nous remercions nos camarades et nos amis pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble.

Grace à Allah tout clément et miséricordieux, Qui ma tracé la route, et ma donné le pouvoir et le courage de continuer jusqu'à la fin.

Avec l'aide de bon dieu, tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie à :

A mon père et à ma mère

Une réserve inépuisable de courage vous a permis d'accomplir votre devoir tous les jours et de vous fier au bon DIEU pour le lendemain. C'est que vous avez toujours compris que toute réussite déguise une abdication. Puisse ce travail récompenser votre patience et persévérance et tous les sacrifices que vous avez consentis au nom de la famille.

A ma sœur Abir et mon frère Djamel

Demain ne sera pas comme hier, il sera nouveau et il dépendra de nous. Notre avenir comme notre passé doit être solidaire. C'est la plus belle chose qui nous est donnée naturellement. Notre force résidera toujours dans notre sincère entente et notre esprit de fraternité.

A tous mes amis,

Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir, Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires partagés. Un très grand merci à tous et à toutes.

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

Ferdes Chaïma

Que ce travail témoigne de mes respects :

A mes parents

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront Toujours fiers de moi.

A mes sœurs

A la famille Chouarfi et Boukrdime

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

A tous mes professeurs

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

A tous mes amis et mes collègues

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Nihed Chouarfi

Produced with Scantopdf

Résumé

Le lait est considéré comme le produit alimentaire le plus consommé en Algérie.

Des échantillons du lait ont été analysés dans le but d'évaluer leur qualité physicochimique et microbiologique. Cette approche est basée sur une étude comparative entre le lait avant et après pasteurisation. Le travail a consisté à analyser trois échantillons : lait de vache cru, lait reconstitué avant pasteurisation et lait reconstitué pasteurisé, provenant de la laiterie « BENI FOUGHAL » localisée à Guelma.

Les analyses physicochimiques des échantillons du lait avant et après pasteurisation ont montré que le pH et la densité du lait augmentent après la pasteurisation, par contre, l'acidité et la température diminuent, par ailleurs, le test d'ébullition toujours négative c'est-à-dire stable, alors que le critère du poids réel du volume de sachet, le lait BENI FOUGHAL montre des valeurs acceptables aux normes.

Sur le plan microbiologique les résultats obtenus lors de cette étude indiquent que le lait BENI FOUGHAL possède une qualité microbiologique plus ou moins conforme aux normes.

De l'ensemble de ces résultats, on peut dire que le lait pasteurisé conditionné est acceptable qualité et propre à la consommation humaine.

D'un point de vue prospectif, il est important de contrôler la qualité de ces produits par les pouvoirs publics en appliquant les textes réglementaires en matière de production du lait reconstitué car c'est une nécessité fondamentale. Il est aussi nécessaire de proposer des laits reconstitués de qualité irréprochable.

Mots clés : Lait reconstitué, Lait de vache, Pasteurisation, Paramètres physicochimiques, Paramètres microbiologiques, BENI FOUGHAL, Guelma.

Abstract

Milk is considered as the most consumed food product in Algeria.

Milk samples were analyzed in purpose to evaluate their physicochemical and microbiological quality. This approach is based on a comparative study between milk before and after pasteurization. The work consisted in analyzing three samples: cow raw milk, reconstituted milk before pasteurization and pasteurized reconstituted milk, from the dairy "BENI FOUGHAL" located in Guelma.

The physicochemical analyzes of milk samples before and after pasteurization showed that the pH and density of milk increase after pasteurization. On the other hand, acidity and temperature decrease, while the test of boiling is always negative, that is to say stable. For the actual weight of bag volume, BENI FOUGHAL milk shows acceptable values to standards.

From microbiological view, the obtained results indicate that BENI FOUGHAL milk has a quality that is more or less in line with standards.

From all these results, it can be said that conditioned pasteurized milk is acceptable and suitable for human consumption.

From a prospective view, it is important to control the quality of these products by public authorities with applying the legal texts as regards production of reconstituted milk which is a fundamental need. It is also necessary to propose reconstituted milk of irreproachable quality.

Key words: Reconstituted milk, Cow milk, Physicochemical parameters, Microbiological parameters, Pasteurization, BENI FOUGHAL, Guelma.

Liste des abréviations

- A.N.P** : Azote Non Protéique
- A_w** : Activité de L'eau
- C** : Somme des colonies des boîtes interprétables
- °C** : Degré Celsius
- CSR** : Clostridium Sulfito-Réducteurs
- °D** : Degré Dornic
- d** : Facteur de la première dilution
- D/C** : Double Concentration
- DLC**: Date Limite de Consommation
- EVA** : l'Eva Litskey
- FAMT** : Flore Aérobie Mésophile Totale
- FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nation
- g** : Gramme
- GAM T** : Germes Aérobies Mésophiles Totales
- g/l** : Gramme/litre
- H** : Heure
- HTST**: High Temperature Short time
- JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne
- Kg** : Kilo gramme
- LPC** : Lait Pasteurisé Conditionné
- MG** : Matière grasse
- ml** : Milli litre
- m/m** : Masse/masse
- N** : Nombre total des colonies dans toutes les boîtes
- nI** : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution

n₂ : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution
N.P.N : Non Protéinique Nitrogène
NPP : Nombre le plus probable
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PCA : Plate Count Agar
pH : Potentiel d'Hydrogène
% : Pourcentage
S : Seconde
TB : Taux Butyreux
TBS : Taux Butyreux
TP : Taux Protéique
U.H.T : Ultra Haute Température
UFC : Unités Formatrices de Colonies
UFC/ml : Unités Formatrices de Colonies / milli litre
µg : Micogramme
V ml : Volume de solution déposé
VRBL : Gélose au cristal violet, au rouge neutre à la bile et au lactose

Produced with ScanTOPDF

Liste des tableaux

N ^o	Titre	Page
Tableau 01	Composition moyenne du lait entier	04
Tableau 02	Composition minérale du lait de vache	07
Tableau 03	Composition vitaminique moyenne du lait cru	08
Tableau 04	Les caractéristiques organoleptiques du lait cru normal et anormal	12
Tableau 05	Flore originelle du lait cru	13
Tableau 06	Caractéristiques exigées pour le lait pasteurisé	22
Tableau 07	Date de prélèvement du lait reconstitué de la laiterie BENI FOUGHAL	29
Tableau 08	Date de prélèvement du lait de vache de la laiterie BENI FOUGHAL	29
Tableau 09	Résultats des analyses physicochimiques du lait de vache.	50
Tableau 10	Résultats des analyses physicochimiques du lait reconstitué avant pasteurisation	51
Tableau 11	Résultats des analyses physicochimiques du lait reconstitué après pasteurisation	51
Tableau 12	Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs (CSR/20ml).	60

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Composition de la matière grasse du lait	05
Figure 02	Structure d'une micelle caséique du lait	06
Figure 03	Effet de la température sur les microorganismes	16
Figure 04	principe de standardisation directe en ligne de la crème et du lait	20
Figure 05	Diagramme de fabrication de lait pasteurisé	21
Figure 06	Situation géographique de l'unité de BENI FOUGHEL.	24
Figure 07	Diagramme de fabrication du lait reconstitué au niveau de la laiterie BENI FOUGHAL.	27
Figure 08	Diagramme de fabrication du lait cru au niveau de la laiterie BENI FOUGHAL.	28
Figure 09	Thermo-lactodensimètre.	30
Figure 10	Mesure de la densité avec Lactodensimètre	31
Figure 11	matériels pour mesurer l'acidité titrable	32
Figure 12	L'ajout de 4 -5 gouttes Phénolphaléine	32
Figure 13	Test d'ébullition	33
Figure 14	mesure de pH	34
Figure 15	mesure de la température	35
Figure 16	mesure du volume de sachet du lait	35
Figure 17	Test de bleu de bromothymol	36
Figure 18	gélose PCA (Plate Count Agar) solidifié sur paillasse	38
Figure 19	Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	39
Figure 20	La gélose VRBL solidifié sur paillasse	40
Figure 21	Recherche et dénombrement des coliformes.	41
Figure 22	la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe	42
Figure 23	Test de confirmation sur milieu d'Eva Litsky	43
Figure 24	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	44
Figure 25	Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-réductrices	46
Figure 26	ensemencement sur la gélose Chapman	48
Figure 27	la lecture de la densité sur thermo-lactodensimètre	49
Figure 28	Titration par la solution d'hydroxyde de sodium 0,11 N	53

Figure 29	Variation de la flore aérobie mésophile totale pendant le mois de Mars	54
Figure 30	Variation de la flore aérobie mésophile totale pendant le mois d'Avril	54
Figure 31	Variation de la flore psychrophile pendant le mois de Mars	55
Figure 32	Variation de la flore psychrophile pendant le mois d'Avril	55
Figure 33	Variation des coliformes totaux pendant le mois de Mars	56
Figure 34	Variation des coliformes totaux pendant le mois d'Avril	57
Figure 35	Variation des coliformes fécaux pendant le mois d'Avril	57
Figure 36	Variation des Streptocoques fécaux pendant le mois de Mars	58
Figure 37	Variation des Streptocoques fécaux pendant le mois d'Avril	59

Produced with ScanTopdf

4.3. pH	11
4.4. Point d'ébullition	11
4.5. Stabilité à la chaleur	11
5. Qualité organoleptique du lait	11
5.1. Couleur	11
5.2. Odeur	12
5.3. Saveur	12
5.4. Viscosité	12
6. Caractéristiques microbiologiques du lait	13
6.1. Flore indigène ou originelle	13
6.2. Flore de contamination	13

Chapitre II : Procédés de conservation du lait

1. Procédés de conservation	14
1.1. Par le froid	14
1.1.1. Réfrigération	14
1.1.2. Congélation	14
1.2. Par la chaleur	15
1.2.1. Pasteurisation	15
1.2.2. Stérilisation	15
2. Différents types du lait	16
2.1. Laits de consommation	16
2.2. Laits de consommation en fonction du taux de matière grasse	17
a. Lait entier	17
b. Lait écrémé	17
c. Lait demi-écrémé	17
2.3. Laits de consommation en fonction du traitement thermique appliqué	17
a. Lait aromatisé	17
b. Lait concentré	18
c. Lait en poudre	18
3. Lait pasteurisé	18
3.1. Définition	18
3.2. Processus de fabrication	19

3.3. Caractéristiques exigées	21
3.4. Avantages et inconvénients de la pasteurisation	22

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Présentation de l'unité de production (Laiterie BENI FOUGHAL)	23
1.1. Procédé de fabrication du lait reconstitué	23
1.1.1. Matière première	23
a. Poudre du lait	23
b. Eau de reconstitution	24
1.1.2. Reconstitution	25
1.1.3. Stockage	25
1.1.4. Filtration	25
1.1.5. Pasteurisation	25
1.1.6. Stockage tampon	26
1.1.7. Conditionnement	26
1.2. Procédé de fabrication du lait cru	26
1.2.1. Matière première	26
1.2.2. Réception	27
1.2.3. Stockage	27
2. Analyse physico-chimique du lait	28
2.1. Prélèvements	29
2.2. Détermination de la densité	29
2.3. Détermination de l'acidité titrable	31
2.4. Épreuve de l'ébullition	33
2.5. Détermination du potentiel d'hydrogène «pH»	33
2.6. Détermination de la température	34
2.7. Détermination du volume de sachet	35
2.8. Test de bleu de Bromothymol pour le lait de vache	35
3. Analyse microbiologique du lait	36
3.1. Prélèvement	37
3.2. Préparation des dilutions décimales	37
3.3. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	37
3.4. Recherche et dénombrement la flore psychrophile	40
3.5. Recherche et dénombrement des coliformes	40

3.6. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	42
3.7. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs	45
3.8. Recherche des Salmonelles	47
3.9. Recherche du Staphylococcus aureus	47
Chapitre IV : Résultats et discussion	
I. Caractéristiques physicochimiques du lait	49
1.1. Lait de vache	49
1.1.1. Densité	49
1.1.2. Température	49
1.1.3. pH	49
1.1.4. Acidité Dornic	50
1.1.5. Test d'ébullition	50
1.1.6. Test de bleu de Bromothymol	50
1.2. Lait reconstitué	50
1.2.1. Poids réel	51
1.2.2. Température	51
1.2.3. Densité	52
1.2.4. Acidité Dornic	52
1.2.5. pH	53
1.2.6. Test d'ébullition	53
2. Caractéristiques microbiologiques du lait	53
2.1. Flore aérobie mésophile totale	53
2.2. Flore psychrophile	55
2.3. Coliformes	56
2.3.1. Coliformes totaux	56
2.3.2. Coliformes fécaux	57
2.4. Streptocoques fécaux	58
2.5. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	59
2.6. <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	60
Conclusion	61
Références Bibliographiques	63
Annexes	

INTRODUCTION

Produced with ScanTOPDF

INTRODUCTION

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens, ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments. Mais le lait n'a pas seulement un intérêt alimentaire, il occupe une place centrale dans l'imaginaire des Algériens. Ce n'est d'ailleurs pas par hasard qu'il est offert comme signe de bienvenue, traduisant, ainsi par l'acte notre tradition d'hospitalité (Ghaoues, 2011).

Le lait est un aliment riche en protéines, des sucres, des lipides, des macros et des oligo-éléments, surtout le calcium, l'eau et également des vitamines. C'est un aliment complexe aux nombreuses vertus ; c'est le compagnon indispensable d'une alimentation équilibrée (Debry, 2001).

Cette richesse du lait fait de celui-ci un milieu favorable pour la multiplication des germes provenant des mauvaises conditions d'hygiène de la traite ainsi qu'à l'état sanitaire des animaux. Le lait contaminé a des conséquences néfastes tant sur les aptitudes à la transformation, que sur la santé humaine (Bouchakour et Djeghlal, 2015).

Notre travail vise à établir une étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait avant et après pasteurisation, cas de la laitière BÉNI FOUGHAL Guelma – Algérie.

Pour cela on a choisi de partager le présent travail en deux parties :

- La première comporte deux chapitres résumant la recherche bibliographique consacrée essentiellement à présenter les principales caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques, nutritionnelles, les types de lait commercialisés et les procédés de conservation du lait.
- La deuxième partie comprend deux chapitres réservés à la pratique effectuée : le premier est intitulé Matériel et Méthodes, qui décrit le matériel et les méthodes utilisées pour l'analyse physico-chimique et microbiologique du lait. Le deuxième chapitre est intitulé Résultats et Discussion, présente les résultats des analyses physico-chimiques qui servent à la détermination des différents paramètres avant et après pasteurisation (densité, température, acidité domiac, mesure de pH, épreuve de l'ébullition et enfin test bleu de bromothymol) avec leurs interprétations, ainsi que des

analyses microbiologiques du lait avant et après pasteurisation (dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT), des Coliformes totaux et fécaux, les Streptocoques fécaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*).

Produced with ScanTOPDF

1. Définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (Pougheon et Goursaud, 2001).

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme (Abontayeb, 2009).

Le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (Jean *et al.*, 2008).

2. Composition chimique

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé ; source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes (Franworth et Mainville, 2010).

Selon Favier (1985), le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Les principaux constituants du lait par ordre croissant sont (Tab. 01):

- L'eau, très majoritaire ;
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras ;
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles ;
- Les glucides principalement représentés par le lactose ;
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire ;
- Les éléments en trace dont le rôle biologique est important comme les vitamines, les enzymes et les oligoéléments (Pougheon et Goursaud, 2001).

Selon Fredot (2006), le lait est constitué de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou une phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D) ;
- Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelles ;
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.56
Azote non protéique	0.17
Matières grasses	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	< 0.05
Composés liposolubles	< 0.05
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gaz dissous	5 % du volume du lait
Extrait sec total	12.8

2.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, représente environ 81 à 87 % du volume du lait. Elle se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche (4 %). La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type

huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (Amiot *et al.* 2002).

2.2. Matière grasse

La teneur en matières grasses du lait est appelée le Taux Butyreux (TB). La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10µm et elle est essentiellement constituée de triglycérides (98 %). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65 % d'acides gras saturés et de 35 % d'acides gras insaturés. Elle renferme :

- Une très grande variété d'acides gras (150 différents) ;
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- Une teneur élevée en acide oléique et palmitique ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (Jeantet *et al.*, 2008).

La figure 1 présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligoéléments (métaux) et d'eau (Bylund, 1995).



Figure 01: Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995).

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

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement

fermentescibles (sucre de betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (Stoll, 2003).

2.3. Protéines

Le taux de matières azotées totales du lait est appelé Taux Protéique (TP). Selon Jeantet *et al.* (2007), le lait de vache contient 3.2 à 3.5 % de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80 % des protéines totales ;
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20 % des protéines totales.

2.3.1. Caséines

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. Le caséinate de calcium forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 μm (Fig. 2) (Jean et Dijon, 1993).

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).

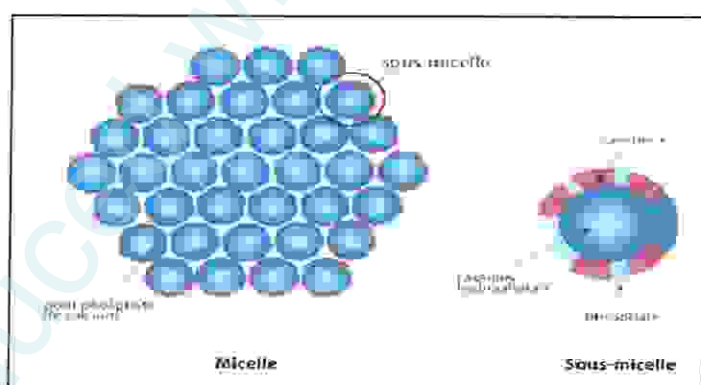


Figure 02: Structure d'une micelle caséique du lait (Bylund, 1995).

2.3.2 Protéines du lactosérum

Les protéines dites solubles correspondent aux protéines qui ne précipitent pas par acidification, d'où leur appellation; elles représentent environ 20 % des protéines solubles et sont constituées de plusieurs fractions dont les principales sont les albumines, les globulines, les protéoses peptone. Ces protéines solubles ne coagulent pas par voie enzymatique, mais sont déstabilisées par la chaleur; elles se caractérisent en outre par une forte phase hydrophile

qui leur confère des propriétés fonctionnelles originales et par une valeur nutritionnelle élevée [2].

Aussi, l'azote non protéique, ou A.N.P. encore dénommé "non proteinic nitrogen" ou N.P.N. englobe un ensemble de constituants très divers à poids moléculaire réduit, dont les principaux sont l'urée, des acides aminés libres et des bases organiques. Ces éléments ne sont pas coagulables, dans les fabrications fromagères, ils sont éliminés avec le sérum. La protéolyse augmente le taux de NPN et sa mesure est un indice de l'importance de la dégradation du lait et des produits laitiers [2].

2.4. Glucides

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Il est constitué d'un résidu galactose uni à un résidu glucose (Mathieu, 1999).

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99 % des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (Hoden et Coulon, 1991).

2.5. Minéraux

Lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont : calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tab. 2) (Gaucheron, 2004).

Tableau 02 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet *et al.*, 2007).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg-1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

2.6. Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Vignola, 2002).

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamines C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (Jeantet *et al.*, 2008).

Tableau 03 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot *et al.*, 2002).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

2.7. Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent aussi des

enzymes (Pougheon, 2001). Ces enzymes pouvant jouer un rôle très important en fonction de leur propriété :

- ✓ Lyse des constituants originaux du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur la qualité organoleptique du lait (lipase, protéase) ;
- ✓ Rôle antibactérienne, elles apportent une protection au lait (lactoperoxydase et lysosyme) (Sandra *et al.*, 2001).

3. Facteurs influençant la composition du lait

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation) (Pougheon et Goursaud, 2001).

3.1. Variabilité génétique entre individus

Il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès (Pougheon et Goursaud, 2001).

3.2. Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité du lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation.

3.3. Age

L'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1 % et du taux protéique de 0.6 % (Pougheon et Goursaud, 2001).

3.4. Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité du lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse.

Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en acides gras de la matière grasse du lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

3.5. Facteurs climatiques et saisonniers

La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon constante, le TB passe par un minimum en juin-juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage (Pougheon et Goursaud, 2001).

4. Propriétés physico-chimiques du lait

4.1. Densité

La densité du lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse. La densité du lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20 °C, à des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage (Alais, 1984 ; Vignola, 2002).

4.2. Acidité

L'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique.

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est ≥ 70 °D coagule à froid (Jean et Dijon, 1993).

4.3. pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH.

Pour un lait normal, le pH est compris entre 6,6 et 6,8. Cette légère acidité est due aux anions phosphoriques et citriques ainsi que de la caséine (Remeuf *et al.*, 1989).

4.4. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C. Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (Vingola, 2002).

4.5. Stabilité à la chaleur

Le lait frais peut maintenir sa structure normale lorsqu'il est exposé à de courtes périodes de chaleur intensive. Cependant, l'exposition prolongée à la chaleur dégrade la structure des micelles de caséines et modifie la structure du lactose qui tend à réagir avec les protéines. La stabilité à la chaleur peut donc indiquer la qualité d'un lait. Un lait acide se déstabilise plus rapidement à la chaleur qu'un lait normal (Vierling, 1998).

5. Qualité organoleptique du lait

Le lait comme tous les aliments possède des caractéristiques organoleptiques qui sont (Tab. 04):

5.1. Couleur

Dans l'industrie laitière, la couleur du lait permet une estimation de sa qualité. Selon sa composition, le lait est plus ou moins blanc. Il présente aussi une couleur plus ou moins jaunâtre en fonction de sa concentration en matière grasse. Il est également susceptible de varier en fonction de l'alimentation ; un animal fourra avec des fourrages verts riches en carotène produit un lait plus jaune que celui d'un animal nourri avec de l'ensilage de maïs. Si le lait est mélangé avec beaucoup d'eau, il prend la couleur bleue (Tria et Nasir, 2003).

5.2. Odeur

C'est une odeur peu marquée, le lait naturel est caractérisé par une odeur légère et spécifique. Avec l'augmentation de l'acidité suite à la fermentation du lactose et sa transformation donne au lait une odeur différente. Aussi, le régime alimentaire joue un rôle important, l'animal qui se nourrit d'aliments traités donne au lait une odeur étrange et non acceptable (Tria et Nasir, 2003).

5.3. Saveur

Gout agréable et douceâtre peu sucré dû à la présence du lactose, lorsque ceci est dégradé en acide lactique, il donne une acidité pour le lait. D'autres éléments (la température, l'ébullition, la pasteurisation, ...etc.) donnent au lait une saveur différente à celle du lait naturel. En plus, le colostrum et le lait issu des mamelles infectées ont un goût salé (Tria et Nasir, 2003).

5.4. Viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (Rheotest, 2010).

Tableau 04 : Les caractéristiques organoleptiques du lait cru normal et anormal (Himoud *et al.*, 2009).

	Caractère normal	Caractère anormal
Couleur	- Blanc mat - Blanc jaunâtre : lait riche en crème	- Gris jaunâtre : lait de mammite, bleu, jaune... - Lait coloré par des substances chimiques ou des pigments bactériens.
Odeur	Odeur faible	Odeur de putréfaction, de moisi, de rance...
Saveur	Saveur agréable	- Saveur salée : lait de mammite - Gout amer : lait très pollué par des bactéries.
Consistance	Homogène	- Grumeleuse : mammite visqueuse ou coagulée (pollution bactérienne)

6. Caractéristiques microbiologiques du lait

6.1. Flore indigène ou originelle

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs. Le lait qui sort du pis de la vache est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles (Tab. 05) (Vignola, 2002).

Tableau 05: Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002).

Microorganismes	Pourcentages %
<i>Micrococcus</i> sp.	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	< 10
Gram négatif	< 10

6.2. Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la traite jusqu'à la contamination. Elle peut se composer :

- ❖ D'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels du goût, d'arômes, d'apparence ou de texture ou qui réduira la durée de la conservation des produits, les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., les coliformes principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus* spp. et *Clostridium* spp. et certaines levures et moisissures.
- ❖ D'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers. La présence des microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir 3 sources : l'animal, l'environnement et l'homme comme : Streptocoques pyogène, Carynebactéries pyogènes, des Staphylocoques, *Salmonella*, *Brucella* et exceptionnellement *Listeria monocytogene*, Mycobactéries, *Bacillus anthracis* et quelques virus (Vignola, 2002).

Chapitre II : procédés de conservation du lait

Produced with Scantopdf

1. Procédés de conservation

Le lait est un matériau biologique fragile, il faut rapidement le stabiliser car ses composants ont une tendance naturelle à se séparer. Les traitements appliqués au lait pour le conserver sont des procédés physiques, essentiellement thermiques, qui préserveront les qualités biologiques de la matière première-lait [1].

1.1. Par le froid

Le froid est une technique de conservation des aliments qui arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des micro-organismes. Il prolonge ainsi la durée de vie des denrées alimentaires en limitant leur altération. Néanmoins, les microorganismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable [2].

1.1.1. Réfrigération

Elle freine le développement des principales bactéries pathogènes par entreposage des denrées à $+3^{\circ}/+4^{\circ}\text{C}$. La réfrigération retarde de quelques jours l'évolution d'une denrée périssable et permet d'allonger la durée de distribution. Une bonne conservation implique que la charge microbienne soit la plus faible possible. Elle nécessite donc des conditions de fabrication, de préparation et de stockage hautement hygiéniques afin d'éviter les contaminations [3].

1.1.2. Congélation

La congélation est un moyen de choix pour la conservation à long terme de nombreux aliments, car en dessous de -10°C , aucun microorganisme n'est pas capable de se développer et aux températures d'entreposage pratiquées dans le domaine alimentaire (-18°C), la vitesse des réactions chimiques est fortement abaissée (Vignola, 2002).

La congélation présente divers effets indésirables qui se manifestent par une détérioration de la texture et de la qualité. Elle augmente la concentration des solutés dans l'eau non congelée (liquide), ce qui a pour effet, au début de la congélation (entre -5 et 15°C , où en moyenne 50 % de l'eau est congelée), d'augmenter les vitesses de réaction des solutés entre eux. La vitesse de cette réaction, en dessous de -15°C , diminue rapidement à cause de la baisse de température qui entre en compétition avec l'effet de la concentration. Ainsi, on observe entre (-5 et -15°C) une augmentation de l'oxydation, de l'hydrolyse et de l'insolubilisation des protéines. De plus des fluctuations de température qui sont inévitables lors de l'entreposage contribuent à l'augmentation de la taille des cristaux de glace, ce qui

affecte la texture et l'aspect des produits. Pour limiter ces effets négatifs, il convient de congeler rapidement le lait et de l'entreposer à une température inférieure à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Vignola, 2002).

1.2. Par la chaleur

Cette méthode de conservation consiste à détruire par la chaleur des microorganismes contenus dans le lait, et à conditionner ce dernier dans un emballage étanche pour éviter les recontaminations microbiennes ultérieures [3].

1.2.1. Pasteurisation

C'est un traitement thermique modéré et suffisant permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. La température du traitement est généralement inférieure à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la durée est de quelques secondes à quelques minutes ; la pasteurisation porte généralement le lait à des températures entre 70 et $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant quelques secondes (Cuq, 2007).

Néanmoins, en raison de la présence d'une flore résiduelle, les produits pasteurisés doivent être conservés au froid positif (entre $+3$ et $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$), ce qui limite leur développement et leur utilisation (respect de la chaîne du froid et durée de vie courte) [3].

Le lait pasteurisé est de bonne qualité organoleptique. Les macronutriments sont bien conservés ainsi que les vitamines [3].

1.2.2. Stérilisation

La stérilisation simple du lait permet une longue conservation : préalablement conditionné dans un emballage hermétique, le lait est chauffé à une température supérieure à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ particulièrement à $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ durant 15 à 20 minutes, puis il est rapidement refroidi. Les microorganismes présents dans le lait sont donc détruits. Il peut être conservé 150 jours, s'il est placé dans un local dont la température n'excède pas $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Le plus connu est évidemment le lait U.H.T. qui est une stérilisation à Ultra Haute Température. Le lait est soumis à un traitement thermique allant de 140 à $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ durant 2-3 secondes ce qui permet d'assurer une garantie sanitaire équivalente à la stérilisation. Ainsi, le lait n'est pas dénaturé mais tous les microorganismes éventuellement présents sont détruits. C'est l'une des méthodes les plus efficaces pour conserver le lait, il se conserve 90 jours à température ambiante avant son ouverture, puis après, doit être consommé dans un délai de 2 à 3 jours au réfrigérateur [1].

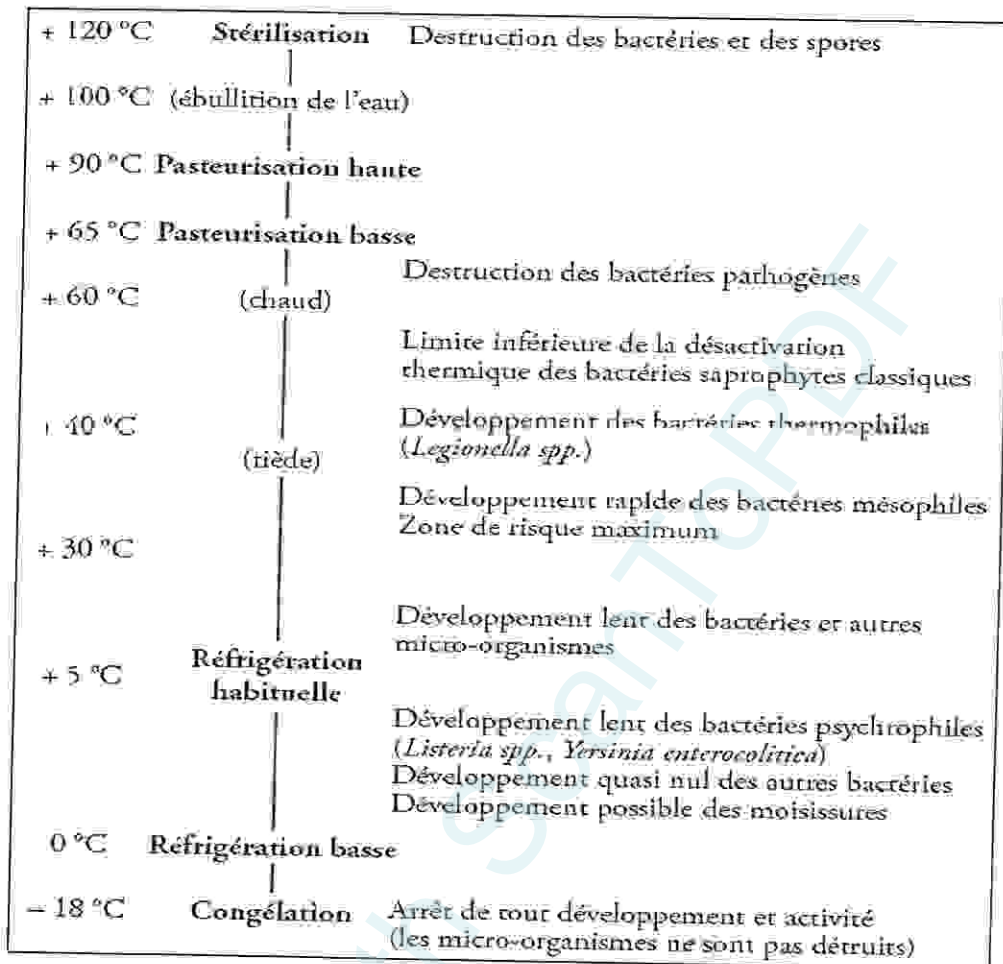


Figure 03 : Effet de la température sur les microorganismes [4].

2. Différents types du lait

2.1. Lait de consommation

Les lains de consommation se caractérisent notamment par le traitement thermique qui leur est appliqué pour leur conservation, et le taux de matière grasse. Ne sont autorisés que la modification de la teneur naturelle en matière grasse du lait par prélèvement ou adjonction de crème ou par addition du lait entier, demi-écrémé ou écrémé, afin de respecter les teneurs en matière grasse prescrites pour le lait de consommation, l'enrichissement du lait en protéines issues du lait, en sels minéraux ou en vitamines et la réduction de la teneur du lait en lactose par sa conversion en glucose et galactose [5].

Les modifications de la composition du lait ne sont admises que si elles sont indiquées sur l'emballage du produit de manière indélébile et de façon clairement visible et lisible. En cas d'enrichissement en protéines, la teneur en protéines du lait enrichi doit être supérieure ou égale à 3,8 % masse/masse (m/m) [5].

2.1.1. Lait de consommation en fonction du taux de matière grasse

Les produits suivants sont considérés comme laits de consommation :

a. Lait entier

C'est un lait traité thermiquement qui, en ce qui concerne sa teneur en matière grasse, répond à l'une des formules suivantes :

➤ Lait entier normalisé

Un lait dont la teneur en matière grasse s'élève à 3,50 % m/m au minimum. Toutefois, il existe une catégorie supplémentaire de lait entier dont la teneur en matière grasse est supérieure ou égale à 4,00 % (m/m) [5].

➤ Lait entier non normalisé

Un lait dont la teneur en matière grasse n'a pas été modifiée depuis le stade de la traite, ni par adjonction ou prélèvement de matières grasses du lait, ni par mélange avec du teneur en matière grasse [5].

b. Lait écrémé

Un lait écrémé est un lait standardisé dont le taux de matières grasses est ajusté à un maximum de 0,5 %. L'industrie laitière y ajoute de la vitamine C pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D. Il s'agit le plus souvent du lait de vache [5].

c. Lait demi-écrémé

Le lait demi-écrémé est un lait traité thermiquement dont la teneur en matière grasse a été ramenée à un taux qui s'élève à 1,50 % (m/m) au minimum et à 1,80 % (m/m) au maximum [5].

2.1.2. Lait de consommation en fonction du traitement thermique appliqué

a. Lait aromatisé

Selon Vierling (1999), cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement du lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des colorants généralement autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement : abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise...etc. Les laits aromatisés peuvent avoir subi l'addition d'agar-agar, alginates,

carraghénanes et pectines comme stabilisants. Ils sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT.

b. Lait concentré

C'est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre (J.O.R.A., 2001).

Le lait concentré non sucré est obtenu par pasteurisation puis par concentration sous vide. Après addition de stabilisateurs destinés à éviter le caillage, ce lait est conditionné et stérilisé [6].

c. Lait en poudre

La stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau (a_w). On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre. Le principe consiste à effectuer une évaporation afin d'abaisser la température d'ébullition. L'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des microorganismes par abaissement de l' a_w (Jeantet *et al.*, 2008).

Leur teneur en eau est de 24 % environ, les constituants ont une concentration proche du triple de celle du lait, la teneur en saccharose atteint plus de 40 % (Vierling, 2003).

3. Lait pasteurisé

3.1. Définition

Harding (1995), évoque que la pasteurisation a pour objectif la destruction de toutes les formes végétatives des microorganismes pathogènes du lait sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier.

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir du lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés (Jean Christian, 2001).

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

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

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

➤ Pasteurisation haute (71-72 °C/15-40s) ou HTST (high temperature short time)

Elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la

phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La date limite de consommation (DLC) des laits ayant subi une pasteurisation haute est 7 jours après conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium).

➤ **Flash pasteurisation (85-90 °C/1-2s)**

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

3.2. Processus de fabrication

➤ **Réception de lait**

Cette étape consiste à réceptionner le lait et on mesure les quantités de la qualité du lait collecté, relevé des volumes producteurs et des analyses physico-chimiques du lait [7].

➤ **Clarification**

Dans le but d'en extraire les particules plus denses, comme les débris cellulaires, les leucocytes et les matières étrangères, le lait est soumis à une force centrifuge, on effectue généralement cette opération entre la régénération et la pasteurisation ou lors de l'écémage du lait avec séparateur-clarificateur [7].

➤ **Standardisation**

En offrant à sa clientèle un choix de laits à différentes teneurs en matière grasse, l'entreprise doit s'en tenir avec précision aux normes établies pour chacune de ces teneurs. En pratique, cela signifie des mesures précises au cours de la standardisation, tant par respect de la réglementation que par souci de rendement et d'économie [7].

La standardisation peut se faire en cuvée ou en continu. Dans le premier cas, il s'agit de mélanger dans un réservoir du lait entier, du lait écrémé ou encore de la crème dans des proportions calculées pour arriver au pourcentage de matière grasse désiré dans le mélange.

Quant au procédé en continu, il peut être plus ou moins automatique. Ainsi, on peut, de façon contrôlée, injecter du lait écrémé dans le lait entier en direction vers la pasteurisation. Ce système peut être facilement contrôlé, puisque le mélange se fait avec deux produits dont le taux de matière grasse est connu. Pour obtenir la teneur désirée en gras, le mélange s'effectue dans des proportions commandées d'après les résultats d'un système d'analyses en continu. Une sortie spéciale sert à évacuer de l'appareil le surplus de crème. Dans le circuit de

fabrication, ce mode de standardisation se situe à la sortie de la section de régénération du lait cru du pasteurisateur [7].

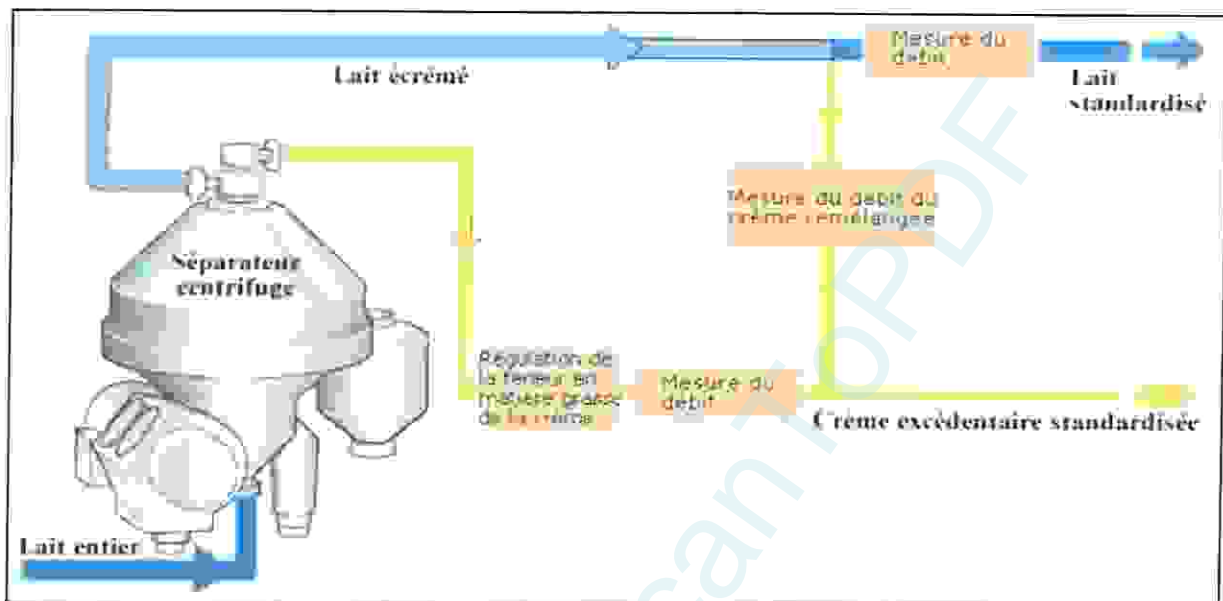


Figure 04 : principe de standardisation directe en ligne de la crème et du lait [7].

➤ Homogénéisation

L'homogénéisation présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide. Cette opération est faite par l'homogénéisateur à température maintenant tout le gras à l'état liquide. Elle est influée par trois facteurs : la température, la pression et le type de valve [7].

➤ Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique modéré et suffisant permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. Ce traitement permet d'une part, d'assurer la salubrité du produit et d'autre part, d'améliorer sa conservabilité. Cette étape est utilisée pour produire plusieurs produits comme le lait pasteurisé et le beurre pasteurisé [7].

➤ Refroidissement

La pasteurisation n'élimine pas tous les microorganismes, c'est pourquoi il est nécessaire de faire suivre ce traitement par un brusque refroidissement au stade post pasteurisation. Le refroidissement du lait à une température voisine du point de congélation favorise une plus longue conservation [7].

➤ Conditionnement

Destiné à véhiculer les produits laitiers fluides dans les réseaux de production et de distribution, le contenant doit avoir certaines qualités :

- Etre attrayant par sa forme et sa présentation ;
- Offrir une protection efficace au produit contre les chocs physiques, la lumière et la chaleur ;
- Préserver le contenu des odeurs ou saveurs étrangères ;
- Faciliter la manipulation du produit ;
- Etre économique et adapté aux exigences modernes de production [7].

➤ Entreposage

La chambre froide est considérée comme l'endroit de transition où le produit fini doit séjourner le plus court temps possible avant sa distribution, pour des raisons de fraîcheur et d'économie. La température d'entreposage de lait doit s'approcher le plus possible de 1 °C.

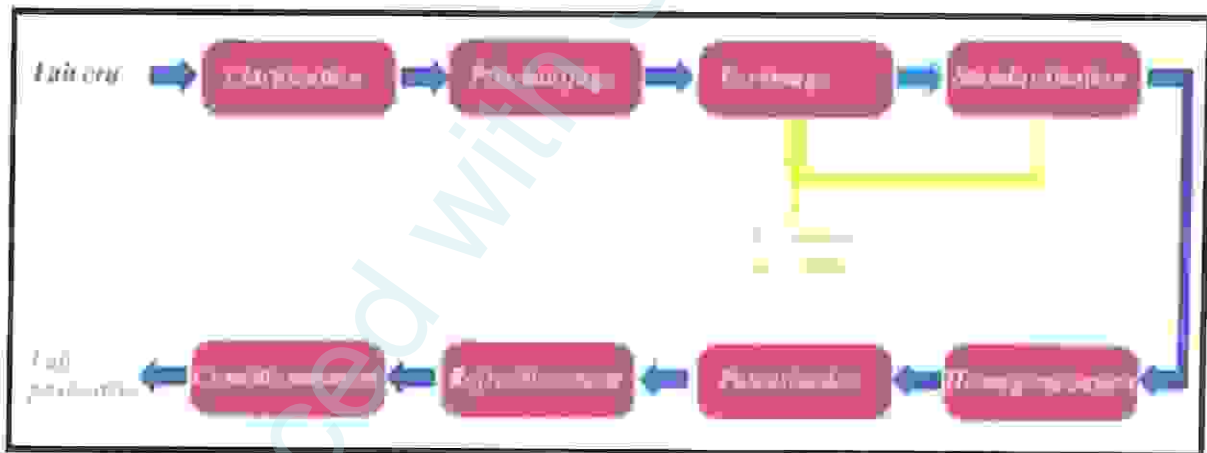


Figure 05 : Diagramme de fabrication de lait pasteurisé [7].

3.3. Caractéristiques exigées

Les techniques de fabrication du lait pasteurisé sont simples. Sa production et surtout sa commercialisation doivent, cependant respecter des normes précises pour éviter toute détérioration et tout risque pour le consommateur [8].

Les normes et les prescriptions sanitaires concernant le lait pasteurisé varient selon les pays. En l'absence d'une réglementation, on peut toutefois considérer qu'un lait pasteurisé conditionné est de qualité satisfaisante quand le nombre de germes microbiens vivants restant ne dépasse pas 100 000 par ml en fin de pasteurisation et pas plus de 200 000 à la vente au consommateur et si les caractéristiques suivantes sont respectées [8].

Tous les microorganismes n'étant pas détruits, le lait pasteurisé doit être maintenu à une température inférieure à 10 °C dès la fin de la pasteurisation et être vendu très rapidement. On considère qu'un lait pasteurisé conditionné a une durée de conservation maximale de 8 jours, maintenu à la température de +4 °C à +6 °C [8].

Tableau 06: Caractéristiques exigées pour le lait pasteurisé [8].

Acidité	1,5 à 1,8 g/litre d'acide lactique
Stabilité à l'ébullition	Bonne
Epreuve de phosphatage	Négative
Bactéries aérobies mésophiles à 30 °C	Moins de 30 000/ml
Bactéries coliformes	Moins de 10/ml
Escherichia coli	Absence dans 1 ml
Antibiotiques et inhibiteurs	Absencé

3.4. Avantages et inconvénients de la pasteurisation

Parmi les avantages de la pasteurisation du lait :

- Rendre le lait plus sain ;
- Augmenter ses qualités de conservation ;
- Les microorganismes éventuellement présents sont neutralisés, cela permet de maintenir pratiquement toutes les vitamines (Gémin, 1935).

Alors que les inconvénients de la pasteurisation sont :

- Un lait impur ne sera jamais rendu propre par la pasteurisation. Il faut donc purifier le lait brut pour obtenir ensuite de bons résultats au cours de la pasteurisation. Le lait impur contient en effet en abondance des microorganismes qui résistent à la chaleur ; aussi, après pasteurisation, devient-il rapidement inemployable.
- La pasteurisation diminue la teneur en crème du lait. Dès que la température dépasse 62 °C, cette diminution est sensible et entre 63 et 64 °C, elle peut atteindre 20-30 % et 40-50 % à 68 °C.
- La pasteurisation peut entraîner une modification de la constitution chimique du lait. L'albumine résiste à une température de l'ordre de 63 °C, mais à 65 °C, elle est en partie précipitée. L'équilibre entre les constituants minéraux est modifié, et en particulier, il y a précipitation de certaines proportions de calcium et de phosphore (Gémin, 1935).

Chapitre III : Matériels et méthode

Produced with ScanTOPDF

Le lait doit répondre à des critères de qualité stricts et contrôlé en permanence. Dans les pays développés, le lait est payé à la qualité (qualité physico-chimique, qualité microbiologique et qualité hygiénique). L'objectif général de notre travail est l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait avant et après pasteurisation de la laiterie BENI FOUGHAL commercialisés dans la wilaya de Guelma- Algérie. Les analyses physicochimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de la laiterie ; tandis que, les analyses microbiologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie de la faculté SNV-STU de l'université 8 Mai 1945 de Guelma

1. Présentation de l'unité de production (Laiterie BENI FOUGHAL)

L'unité de BENI FOUGHAL est une laiterie située dans la zone industrielle près de la commune d'El Fedjoudj à la wilaya de Guelma (Fig. 06).

Le démarrage des activités de production n'a pu être effectif qu'en le 6 Juin 2002. À l'instar de toute entreprise agro-alimentaire, cette unité dispose d'un laboratoire de contrôle ; celui-ci par le biais des analyses physicochimiques et quelques analyses bactériologiques effectuées quotidiennement, permet d'orienter les opérations du procès et de rectifier d'éventuelles erreurs de fabrication. Cette laiterie assure la production de :

- Le lait cru de vache;
- Le lait pasteurisé conditionné (LPC);
- Le lait fermenté ou Lben.

Pour l'organigramme de l'unité, l'administration est présentée par le directeur général, une secrétaire et un comptable. La production est présentée par le chef de service et deux équipes de maintenance et de production avec l'intervention du laboratoire présenté par sa responsable.

1.1. Procédé de fabrication du lait reconstitué

La production du lait reconstitué partiellement écrémé au niveau de la laiterie BENI FOUGHAL (Fig. 07) se fait selon les étapes suivantes :

1.1.1. Matière première

a. Poudre du lait

Deux types du lait en poudre sont utilisés :

- La poudre du lait écrémé [0 % de matière grasse (MG)];
- La poudre du lait entier [26 % de matière grasse (MG)].

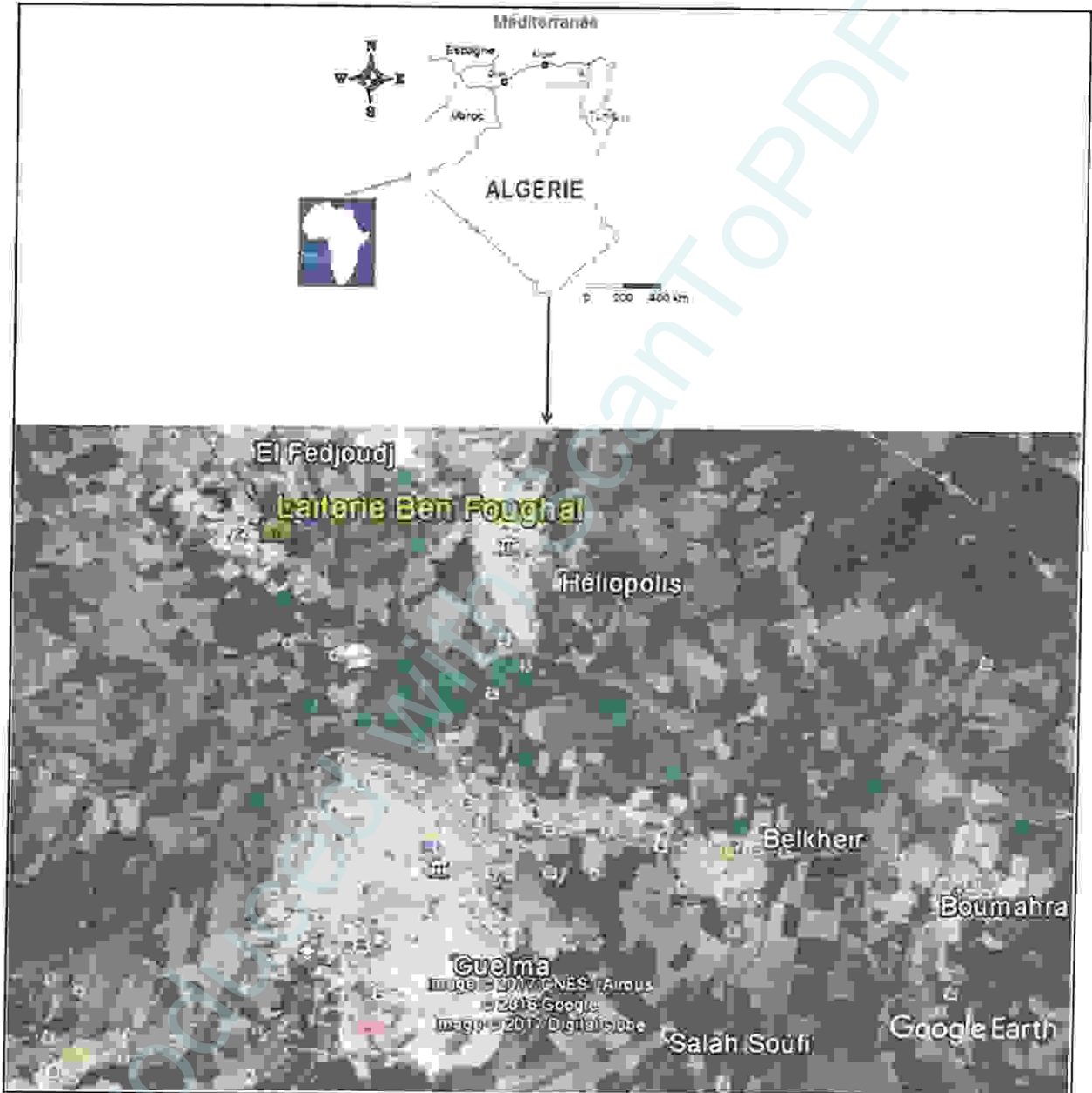


Figure 06 : Situation géographique de l'unité de BENI FOUGHEL (Google Earth, 2017).

b. Eau de reconstitution

L'eau de reconstitution doit être potable et répondre aux standards fixés par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe

pathogène, et sur le plan physicochimique elle ne doit contenir ni pesticides ni nitrates et avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 °f et un pH voisin de la neutralité.

Avant d'être utilisée, l'eau subit le traitement suivant :

- Filtration à sable;
- Filtration à charbon actif;
- L'adoucissement;
- Filtration à travers des filtres (diamètre 4 microns).

1.1.2. Reconstitution

Elle consiste à mélanger l'eau traitée et le lait en poudre afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche soit conforme aux normes. La reconstitution est assurée par un appareil semi-automatique qui comprend une vanne manuelle, une turbine et une pompe.

L'eau qui doit être préalablement chauffée de 30 à 40 °C pour faciliter la dissolution de la poudre est envoyée dans un circuit fermé.

1.1.3. Stockage

Le lait reconstitué est stocké dans deux tanks de 5000L où il subit une agitation continue dont le but de :

- D'augmenter la dispersion et la dissolution des poudres du lait dans l'eau ;
- D'éviter la formation d'agglomérats.

1.1.4. Filtration

Le lait reconstitué est soutiré du tank par une pompe centrifuge, passe ensuite à travers des filtres cylindriques pour l'élimination de toutes impuretés macroscopique telles que : les grumeaux.

1.1.5. Pasteurisation

Elle consiste à faire passer le lait dans un échangeur à plaques à une température de 85 °C pendant 5 min. La pasteurisation comprend trois compartiments :

- Le compartiment d'échange et de récupération : a ce niveau, le lait froid entrant va être réchauffé ;

- Le compartiment de pasteurisation proprement dite : le lait préchauffé est porté dans ce compartiment à une température de 85 °C et ceci en récupérant la chaleur libérée par l'eau chauffée. Le lait est maintenu à cette température pendant 5 min dans un chambreur ;
- Le compartiment de refroidissement : une fois pasteurisé, le lait passe par le compartiment de récupération où sa température est ramenée à 15 °C puis par le biais d'une eau glacée ; il est refroidi à 4 °C.

1.1.6. Stockage tampon

Si il n'est pas directement conditionné, le lait pasteurisé est stocké dans deux tanks de 5000L et il est porté à une température comprise entre 4-6 °C.

1.1.7. Conditionnement

La conditionneuse est un bloc semi-automatique divisé en deux compartiments similaires fonctionnant en parallèle. La bobine du film plastique est placée en arrière de la conditionneuse. Le film est ensuite stérilisé par des rayons ultraviolets émis par des lampes se trouvant en haut de l'appareil. Après stérilisation, une soudure longitudinale est réalisée par un thermo-soudeur. Le remplissage des sachets se fait par une pompe doseuse situé en partie haute de l'appareil.

Une fois le volume désiré (1 litre) est atteint, une soudure horizontale permet la fermeture du sachet rempli. Ce dernier passe par un dateur mécanique puis il est récupéré en bas de la conditionneuse sur un tapis roulant sur des chaines. Ensuite les sachets remplis sont mis en bacs par les ouvriers. Les bacs sont soit livrés directement soit stockés dans une chambre froide pour un temps maximum de 24 h.

1.2. Procédé de fabrication du lait cru

La production du lait cru au niveau de la laiterie BENI FOUGHAL se fait selon les étapes suivantes :

1.2.1. Matière première

Le lait de vache arrive à l'usine en vrac dans des camions citernes isothermes. Dès sa réception à la laiterie, un échantillon de lait est prélevé pour effectuer des tests rapides :

Acidité, densité, température.

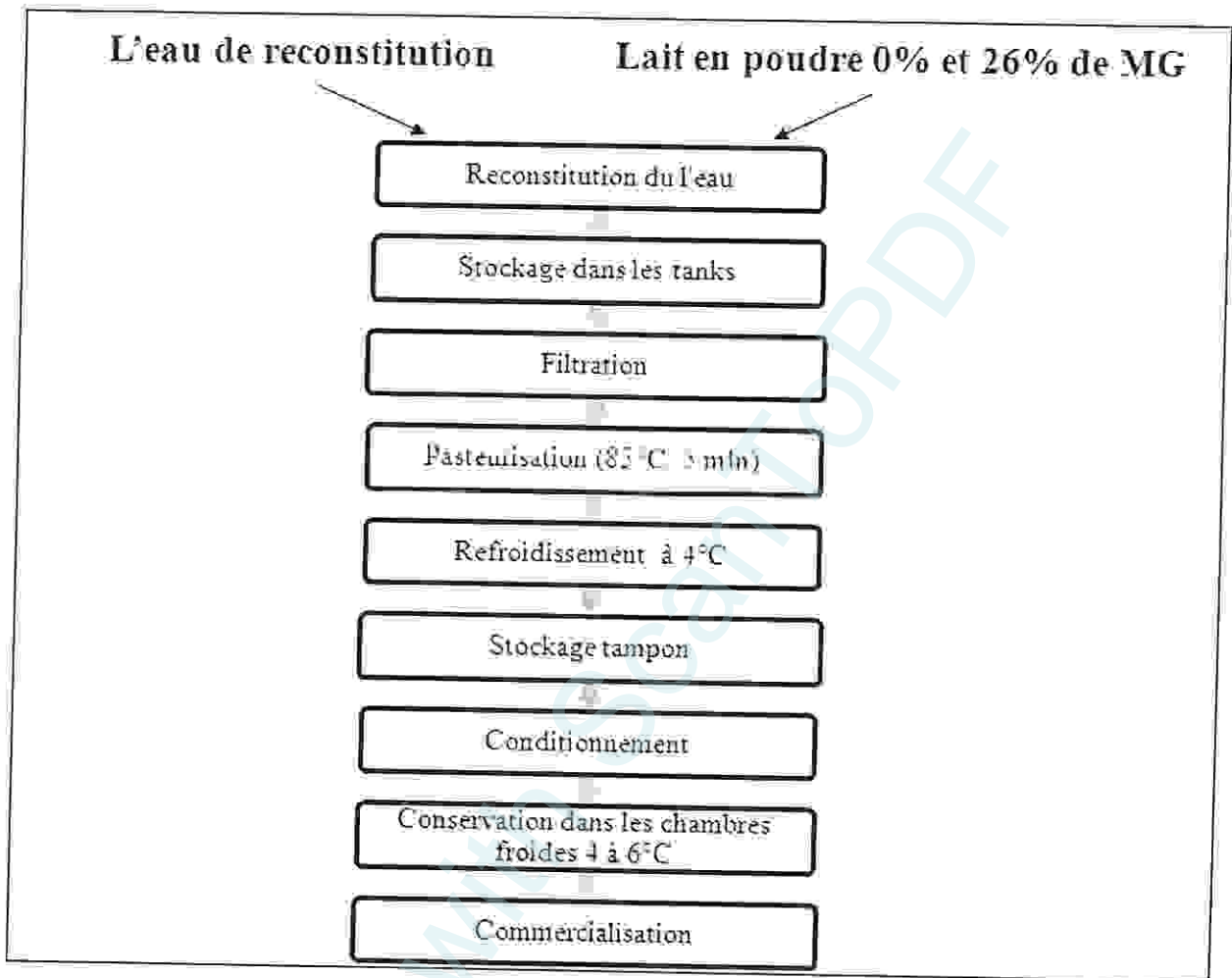


Figure 07 : Diagramme de fabrication du lait reconstitué au niveau de la laiterie BENI FOUGHAL.

1.2.2. Réception

C'est une étape primaire qui consiste au ramassage ou à la collecte du lait cru à partir des fermes. Cette étape est transporté dans sa majorité dans des citernes isothermes comme le suggère la réglementation et parfois dans des bidons en inox ; une fois le lait arrivé à l'unité, un échantillon de lait est prélevé pour effectuer des tests rapides : acidité, densité et stabilité à l'ébullition.

1.2.3. Stockage

Le lait cru est stocké dans deux tanks de 5000 L. Après le stockage, c'est la pasteurisation, le stockage tampon et le conditionnement dans les mêmes conditions que celles pour le lait pasteurisé conditionné (LPC).

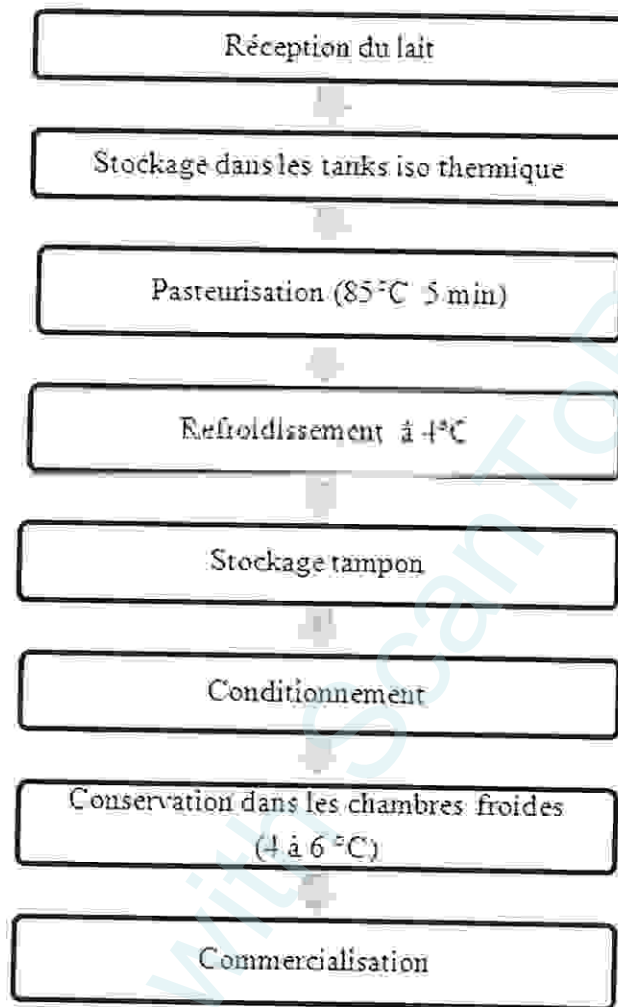


Figure 08 : Diagramme de fabrication du lait cru au niveau de la laiterie BENI FOUGHAL.

2. Analyse physico-chimique du lait

❖ Objectif

Le contrôle visuel et physico-chimique a pour but d'analyser la matière première et le produit fini, en mesurant les différents paramètres (couleur, humidité, densité, pH...). L'analyse présente l'avantage de signaler toute erreur de fabrication et toute modification des paramètres au cours des procédés de fabrication, et renseigne sur le remède possible à appliquer.

L'analyse physicochimique s'articule sur :

- Détermination de la densité (par lactodensimètre) ;
- Détermination de l'acidité titrable (par titration) ;
- Détermination de la température (thermo-lacto-densimètre) ;

- Epreuve de l'ébullition ;
- Mesure de pH ;
- Test de bleu de bromothymol pour le lait de vache.

2.1. Prélèvements

Trois prélèvements ont été réalisés entre le mois de Février et Mars pour le lait reconstitué avant et après pasteurisation et le lait de vache de différents collecteurs qui malheureusement ne subit aucun traitement thermique (Tab. 07) (Tab. 08) ; on lave le sachet et on l'homogénéise, après on coupe le bout du sachet à l'aide d'un ciseau. Enfin, on prélève avec une pipette stérile.

Tableau 07 : Date de prélèvement du lait reconstitué de la laiterie BENI FOUGHAL.

Prélèvements	Date	Heure
1	15/02/2017	09h :30
2	22/02/2017	10h :05
3	05/03/2017	09h :15

Tableau 08 : Date de prélèvement du lait de vache de la laiterie BENI FOUGHAL.

Collecteurs	Date	Heure
1	15/02/2017	10 h :15
2	22/02/2017	10 h:45
3	05/03/2017	08 h :25

2.2. Détermination de la densité

➤ Définition

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

➤ Principe

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre. Elle est ramenée à 20 °C par la formule suivante :

$$\text{Densité corrigée} = \text{Densité lue} + 0,2 (\text{Température du lait} - 20 \text{ °C}) \text{ (AFNOR, 1993).}$$

➤ Appareillage

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

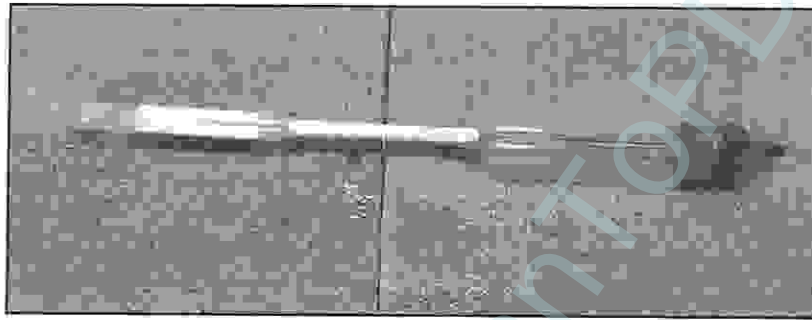


Figure 09 : Thermo-lactodensimètre.

➤ Mode opératoire

- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air ;
- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre ;
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine du lait provoque un débordement du liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture ;
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20 °C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18 °C et 22 °C ;
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre ;
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température (Fig. 10).



Figure 10: Mesure de la densité avec Lactodensimètre.

2.3. Détermination de l'acidité titrable

➤ Définition

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

➤ Principe

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

➤ Réactifs

Les réactifs doivent être de qualité analytique. L'eau utilisée doit être de l'eau distillée ou de l'eau de pureté au moins équivalente.

- Solution de phénolphthaléine à 1% (m/v) dans l'éthanol à 95%. ;
- Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0,1N.

➤ Appareillage

- Pipette à lait de 10 ml ou seringue de précision réglée à 10 ml ou balance analytique. ;
- Burette graduée en 0,05 ou en 0,1 ml permettant d'apprécier la demi-division ;
- Bêchers.

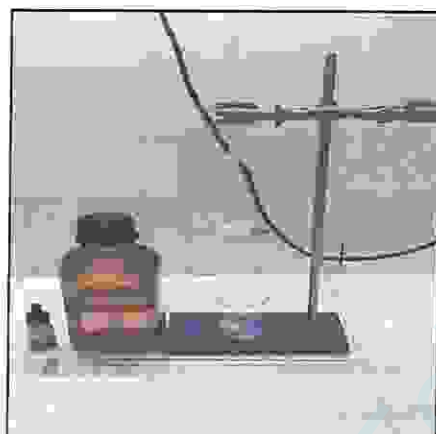


Figure 11 : matériels pour mesurer l'acidité titrable.

➤ **Mode opératoire**

- Dans un bécher, introduire 10 ml du lait prélevé à la pipette ;
- Ajouter quatre gouttes de la solution de phénolphtaléine ;
- Titrer par la solution d'hydroxyde de potassium (0.1N) jusqu'à virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.
- On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes ;
- Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

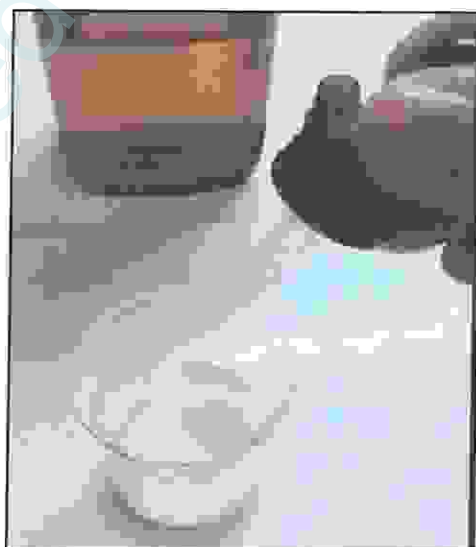


Figure 12 : L'ajout de 4 -5 gouttes Phénolphtaléine.

2.4. Épreuve de l'ébullition

➤ Définition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C. Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait. (Vingola, 2002).

➤ Mode opératoire

Dans un tube introduire 2 à 5 ml du lait et porter à l'ébullition. Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants d'ébullition, il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de carbonates de calcium, de protéines et de matière grasse).



Figure 13 : Test d'ébullition.

2.5. Détermination du potentiel d'hydrogène «pH»:

➤ Définition et principe

Le pH indique la teneur d'une solution en ion H_3O^+ , il est mesuré directement avec un pH mètre.

➤ **Mode opératoire**

La détermination du pH se fait directement en plongeant l'électrode dans un bécher contenant la solution à analyser.

➤ **Lecture**

Faire la lecture de la valeur du pH en attendant jusqu'à la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre.



Figure 14 : mesure de pH.

2.6. Détermination de la température

➤ **But**

C'est un signe d'alerte au cours duquel le produit cours des modifications de texture et éventuellement pose un risque sanitaire.

➤ **Mode opératoire**

La détermination de la température se fait en introduisant soit le thermomètre ou bien le Thermo-laco-densimètre dans les produits à analyser.

➤ **Lecture**

Au moment de la lecture, l'œil doit être au niveau du point de lecture d'une façon horizontale, en attendant jusqu'à la stabilité du niveau du mercure. Elle doit être comprise entre +06 °C et +04 °C après pasteurisation.



Figure 15 : mesure de la température.

2.7. Détermination du volume de sachet

➤ principe

Durant les trois prélèvements, le volume du sachet du lait BENI FOUGHAL a été mesuré à l'aide d'une balance, dont le but de connaître si vraiment chacun des sachets contient 1000 ml de lait.



Figure 16 : mesure du volume de sachet du lait.

2.8. Test de bleu de bromothymol pour le lait de vache

➤ Principe

Le bleu de bromothymol est l'indicateur du pH qui permet de lire les résultats. Il vire au jaune en présence des acides produits, dans le cas contraire, il conserve sa couleur bleu à bleu vert (Steven, 1997).

➤ **Mode opératoire**

Ajouter 10 ml du lait dans un bécher plus une goutte de bleu de bromothymol en attendant quelques minutes pour qu'il y aura un virage de couleur vers le jaune ou sa couleur restera stable bleu (Fig. 17).

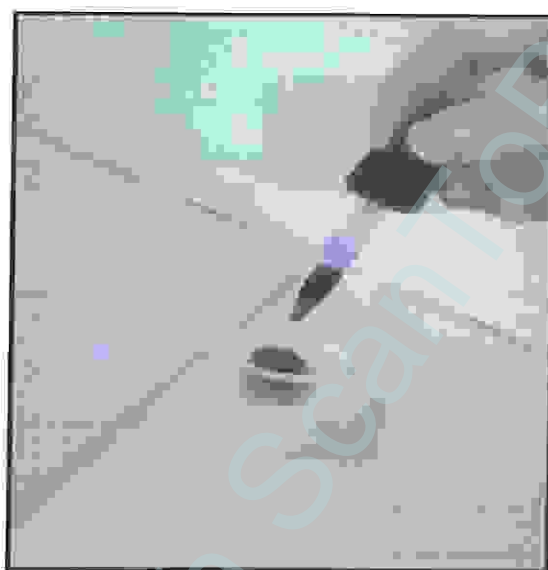


Figure 17 : Test de bleu de bromothymol.

3. Analyse microbiologique du lait

Les contrôles microbiologiques doivent permettre de garantir une bonne qualité hygiénique et marchande du produit fabriqué. De plus, les contrôles doivent permettre de minimiser les pertes dues à de mauvaises conditions de fabrication et enfin un bon rendement (Bryskier, 1999).

Selon Choisy, (2003), quatre objectifs sont visés par l'analyse microbiologique des aliments :

- Recherche des germes capables d'altérer la qualité marchande de l'aliment: leur présence au-delà d'un certain seuil rend le produit impropre à la consommation mais non dangereux pour le consommateur ;
- Recherche des germes potentiellement pathogènes pour le consommateur: les germes recherchés sont connus pour leur rôle pathogène ;
- Recherche des germes de contamination fécale. Deux catégories de bactéries connues pour leur résistance dans l'environnement (les coliformes et les streptocoques fécaux) sont les marqueurs habituellement recherchés ;

- Recherche des germes dits indicateurs technologiques. Cette recherche s'effectue habituellement sur une denrée alimentaire qui a subi un traitement de stabilisation, par exemple la pasteurisation. Dans ce cas, la mise en évidence d'une bactérie végétative serait une preuve d'une défaillance du traitement thermique appliqué.

De ce fait les analyses microbiologiques ont été appliqués sur tous les échantillons prélevés de :

- Lait de vache cru ;
- Lait reconstitué avant pasteurisation ;
- Lait reconstitué pasteurisé conditionnée.

3.1. Prélèvement

L'analyse bactériologique débute par l'acte de prélèvement qui doit mettre en œuvre des méthodes propres à assurer l'absence de contamination de l'échantillon et la survie bactérienne (conditions de conservation). Deux prélèvements ont été effectués entre deux mois, Mars et Avril. Les échantillons sont prélevés à l'aide d'un flacon en verre pyrex de 250 ml munis de bouchons à vis et stériles (Derwich *et al.*, 2008).

Après le prélèvement, les échantillons risquent de subir des modifications dans le flacon. Pour éviter ce risque, les analyses sont effectuées le plus rapidement possible au laboratoire moyennant une conservation au froid à environ 4 °C dans une caisse isothermique.

3.2. Préparation des dilutions décimales

À l'aide d'une pipette stérile, introduire aseptiquement 1 ml de la solution mère dans un tube stérile contenant au préalable 9 ml du diluant (eau physiologique), on obtient donc la dilution 10^{-1} . À l'aide d'une autre pipette stérile, introduire 1 ml de la dilution (10^{-1}) obtenue dans un tube stérile contenant au préalable 9 ml du diluant, on obtient la dilution 10^{-2} .

3.3. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

Le dénombrement des germes totaux à 30°C reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de la qualité des aliments dans le contrôle industriel (Bonnyfoy *et al.*, 2002).

➤ Mode opératoire

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Compléter ensuite avec environ 15 à 20 ml de gélose PCA (Plate Count Agar) fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur paillasse.



Figure 18 : gélose PCA (Plate Count Agar) solidifier sur paillasse.

➤ Incubation

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec :

- Première lecture à 24 heures ;
- Deuxième lecture à 48 heures ;
- Troisième lecture à 72 heures.

➤ Lecture

Les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse. Dénombrer seulement les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies, les boîtes contenant plus de 300 colonies et moins de 30 colonies sont écartées. Le calcul du nombre de microorganismes par millilitre du lait se fait selon la formule :

$$[N] = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1 \cdot n_2) \cdot V}$$

Où :

N : Nombre total des colonies dans toutes les boîtes ;

C : Somme des colonies des boîtes interprétables ;

V_{ml} : Volume de solution déposé

n_1 : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution ;

n_2 : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution ;

d : Facteur de la première dilution.

Les résultats sont exprimés en unités formatrices de colonies (UFC) par ml.

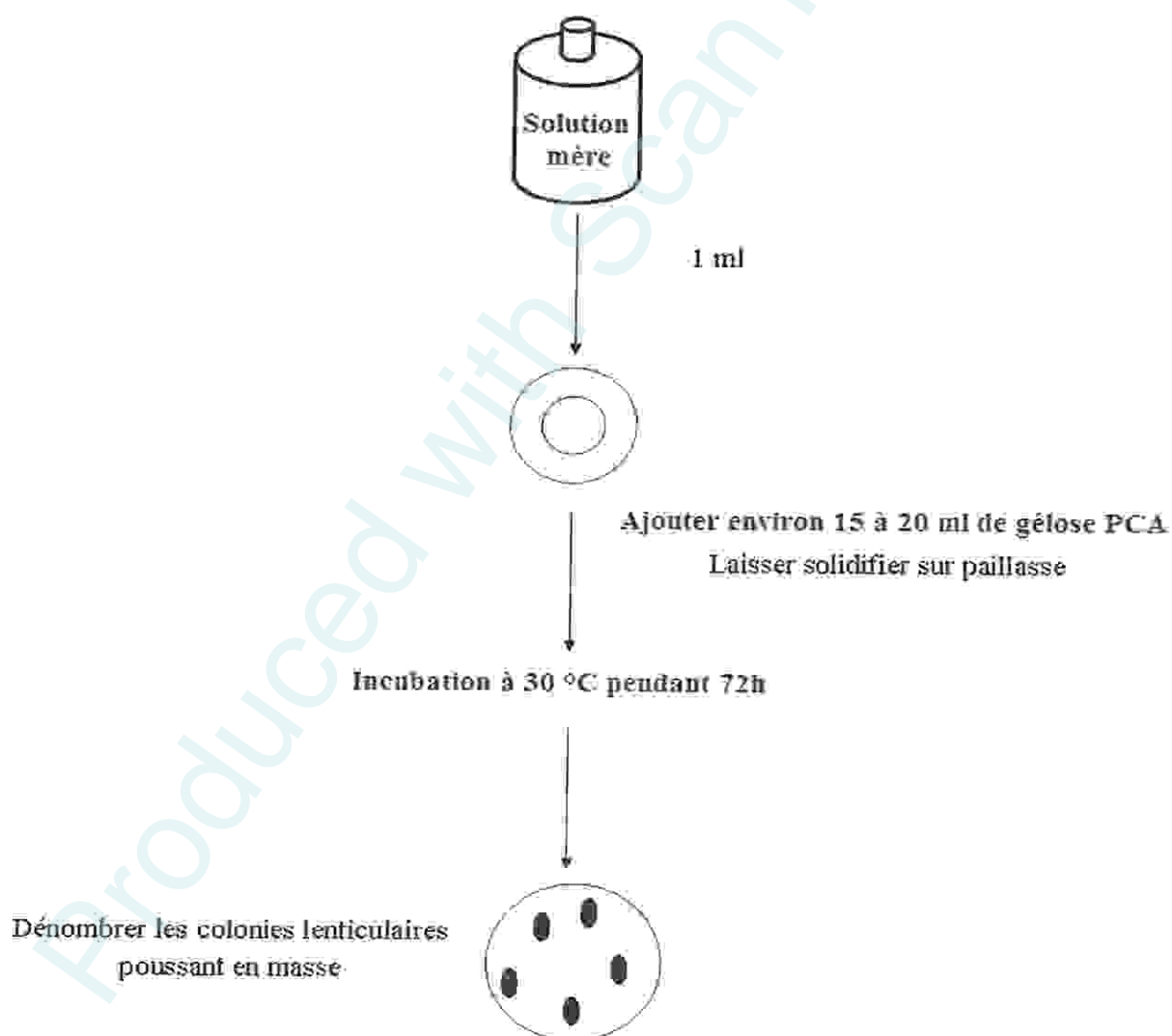


Figure 19: Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.

3.4. Recherche et dénombrement la flore psychrophile

La recherche et le dénombrement de la flore psychrophile a été effectuée dans l'unique but de tester la stabilité du produit alimentaire au cours de la conservation par le froid. La méthode utilisée est identique à celle du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale à l'exception de la température et la durée d'incubation, elle se fait entre 5 et 7 °C pendant 10 jours.

3.5. Recherche et dénombrement des coliformes

Les coliformes sont des microorganismes d'altération. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité du lait utilisé, soit de la malpropreté du matériel de fabrication (Larpen, 1997).

➤ Mode opératoire

Le milieu utilisé est la gélose VRBL (Gélose au cristal violet, au rouge neutre à la bile et au lactose). 1 ml de dilutions de chaque échantillon (10^{-1} et 10^{-2}) sont respectivementensemencés dans deux boîtes de pétri. Après on coule 15 à 20 ml de VRBL dans ces boîtes, faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur pailleasse.



Figure 20 : La gélose VRBL solidifier sur pailleasse.

➤ **Incubation**

Le dénombrement des coliformes se fait directement après incubation à 37 °C pour les coliformes totaux et à 44 °C pour les coliformes fécaux pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture**

Dénombrer les colonies caractéristiques rouges ou violettes ayant poussé en profondeur, de diamètre > 5 mm.

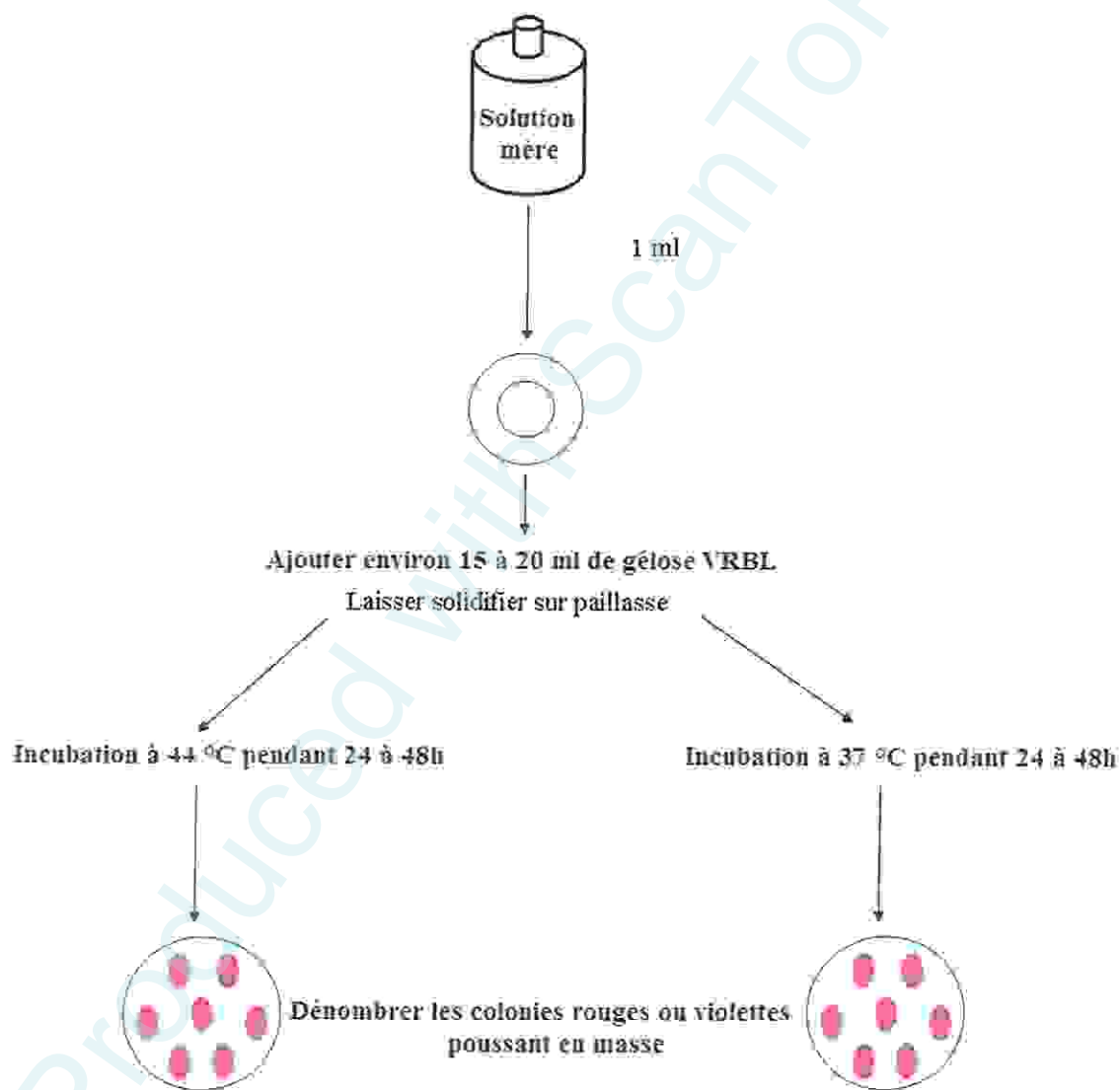


Figure 21 : Recherche et dénombrement des coliformes.

3.6. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Les Streptocoques constituent la famille de *Streptococcaceae* qui regroupe des genres très fréquents dans l'industrie alimentaire comme contaminants et surtout comme agents de fermentations lactique (Guiraud et Galzy, 1980).

➤ Mode opératoire

Dans le lait et produits laitiers, les Streptocoques du groupe D ou Streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable). La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- **Test de présomption** : réservé à la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe ;
- **Test de confirmation** : réservé à la confirmation proprement dite sur milieu Eva Litsky, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

➤ Test de présomption

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe à raison de trois tubes par dilution. A partir des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} ; ensemercer une série de 9 tubes de Rothe dont 3 tubes en double concentration avec 10 ml d'échantillon, 3 tubes en simple concentration avec 1 ml, et 3 tubes en simple concentration avec 0.1 ml, bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, mais il n'y a aucun dénombrement à faire à ce niveau.

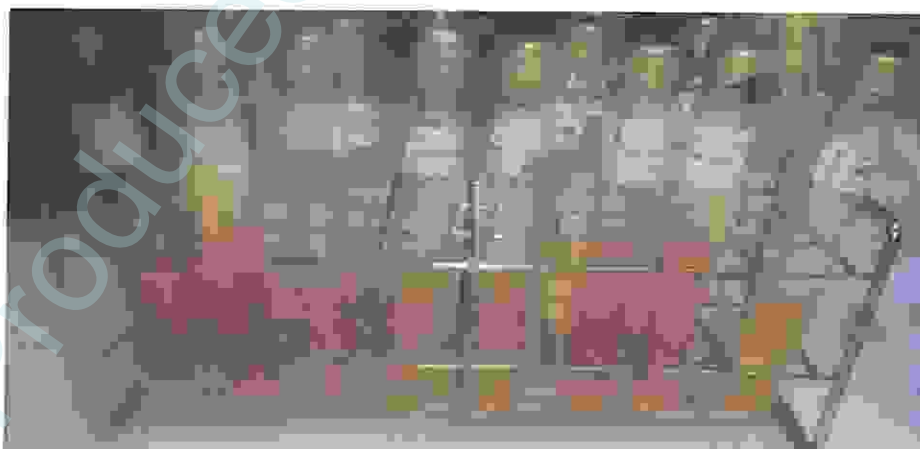


Figure 22 : la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe.

➤ Test de confirmation

Chaque tube de Rothe trouvé positif lors du test de présomption fera l'objet d'un repiquage à l'aide d'une øse bouclée dans un tube de milieu EVA Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C, pendant 24 heures. Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien ;
- Une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte uniquement des tubes d'Eva Litsky positifs ou négatifs.

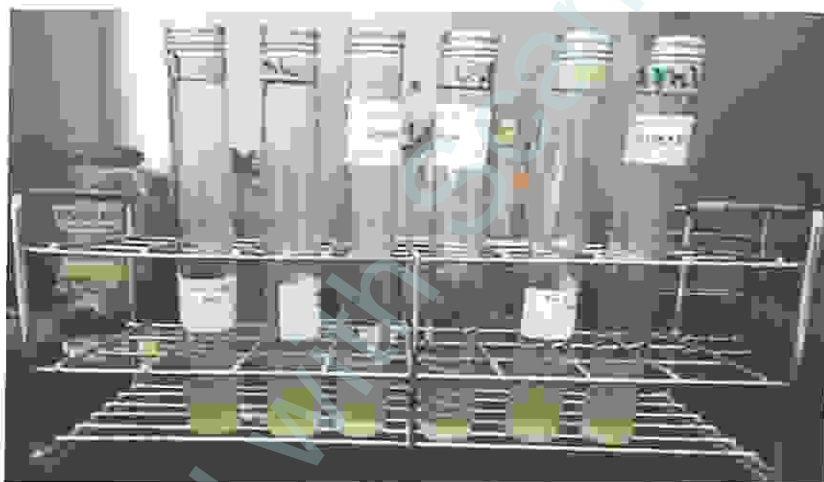


Figure 23 : Test de confirmation sur milieu d'Eva Litsky.

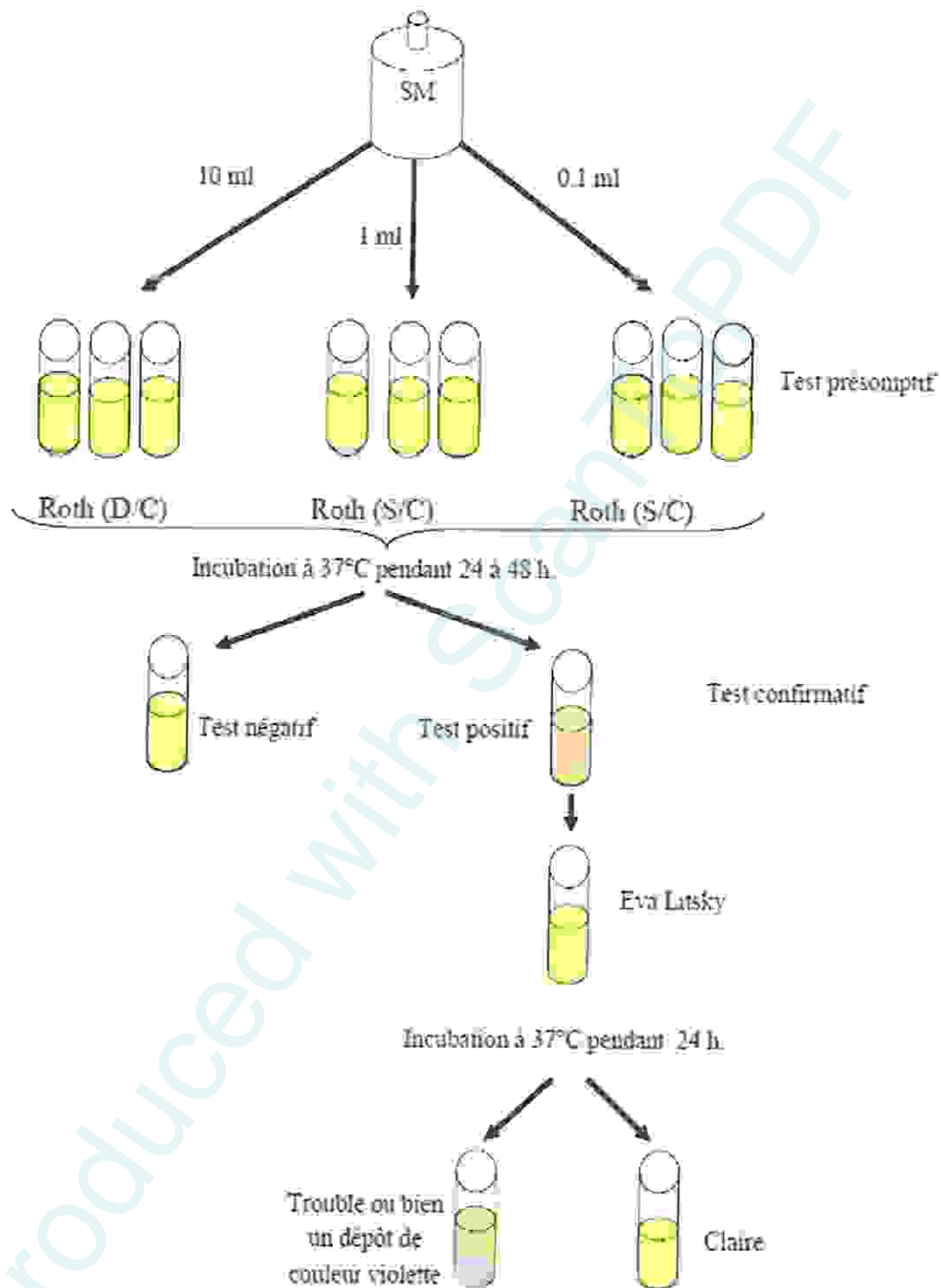


Figure 24 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.

3.7. Recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs réduisent les sulfites en sulfures ; ce sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol ; comme test de contamination fécale éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur (Joffin C et Joffin J, 1993).

➤ Mode opératoire

- Introduire dans un tube stérile 25 ml de la dilution mère 10^{-1} et 10^{-2} pour chaque échantillon ;
- Les mettre au bain marie à 80 °C pendant 10 minutes environ, puis refroidir rapidement sous courant d'eau froide ;
- Puis verser le tube de 25 ml dans 4 tubes stériles chacun contient 5 ml ;
- Fondre la gélose viande foie dans un bain marie puis l'ajouter 4 gouttes d'alun de fer et 0,5 ml de sulfite de sodium, et bien mélanger pour homogénéiser ;
- Remplir chaque 4 tube pour chaque échantillon par le milieu utilisé.

➤ Incubation

Incuber à 37 °C pendant 16 h à 48 heures.

➤ Lecture

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs apparaissent sous forme des colonies, entourés d'un halo noir.

- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile et l'analyse sera à refaire, la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.
- Dénombrer toute colonie noire de 0.5 mm de diamètre, poussant en masse.
- Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total des colonies à 20 ml d'eau à analyser.

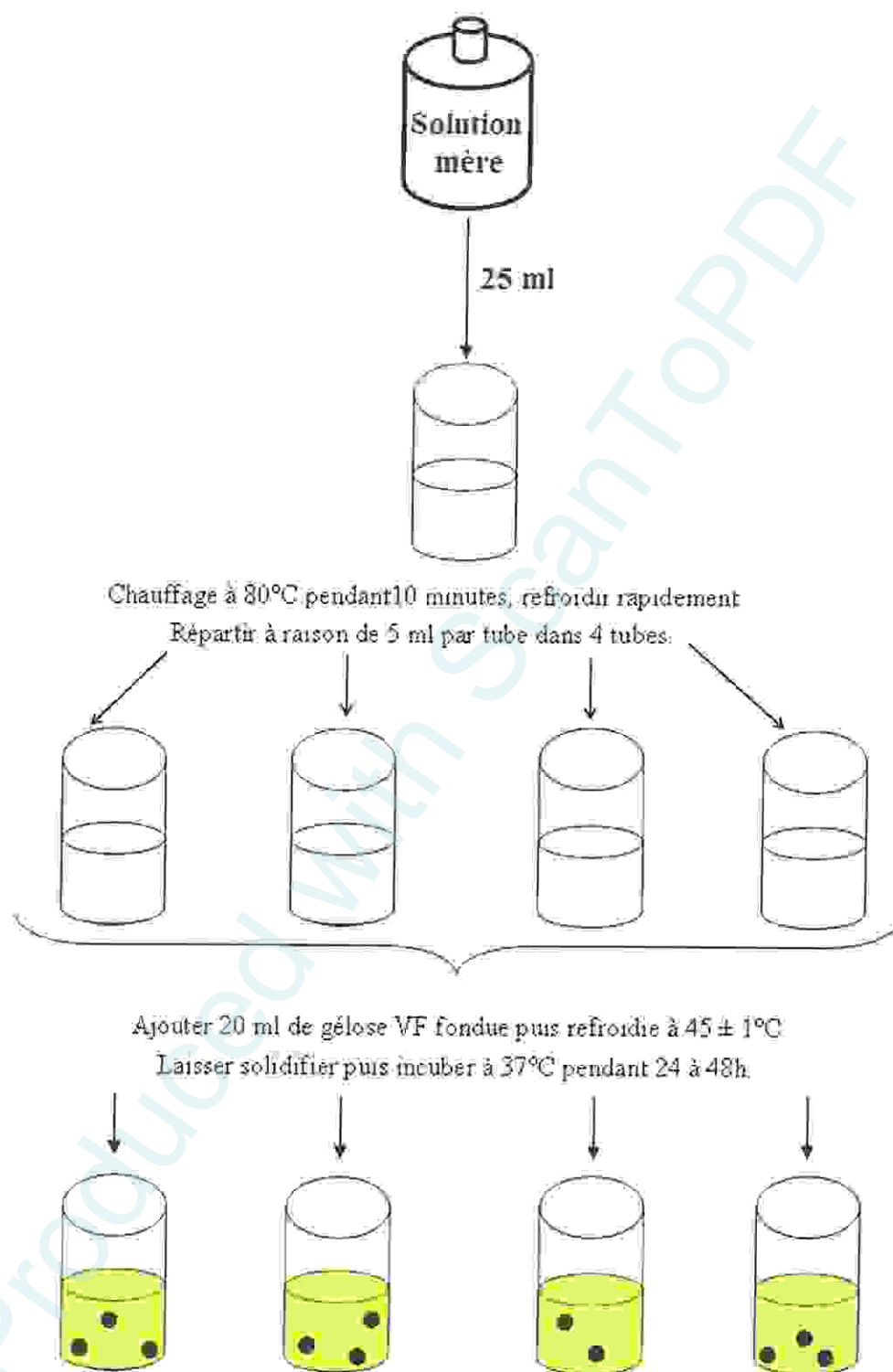


Figure 25 : Recherche et dénombrement des *Clostridium* Sulfito-réductrices.

3.8. Recherche des Salmonelles

La recherche des salmonelles permet de savoir si le produit est propre à consommer ou non, car les salmonelles sont responsables de gastro-entérites, de toxi-infections alimentaires, des fièvres typhoïde et paratyphoïde (Leveau et bouix, 1993).

➤ Mode opératoire

L'isolement se fait après enrichissement puis la culture sur milieu sélectif : la gélose SS (*Salmonella-Shigella*). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

• 1^{er} Enrichissement

Le premier enrichissement permet aux bactéries de récupérer l'ensemble de leurs potentialités au terme de leur incubation. 1 ml d'échantillon à analyser est ensemencé sur 9 ml du milieu Sélénite Cystine (D/C) ; puis incubation à 37 °C pendant 24h.

• 2^{ème} Enrichissement

- D'une part : ensemencement sur milieu sélénite cystine en tube à raison de 0,1 ml du premier enrichissement ;

- D'autre part : isolement par stries sur gélose SS, incubation à 37 °C pendant 24 h.

➤ Lecture

Les Salmonelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille. Pour confirmer qu'il s'agit des Salmonelles, on a procédé à une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Etat frais (Bacilles, mobilité) ;
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatif) ;
- Test d'oxydase (négatif) ;
- Ensemencement d'une galerie biochimique Api 20 E.

3.9. Recherche du *Staphylococcus aureus*

L'étude des *Staphylococcus aureus* permet de savoir si le produit présente des risques pour le consommateur ils sont les seuls à produire éventuellement une entérotoxine protéique causant l'intoxication alimentaire (Guiraud, 1998).

➤ **Mode opératoire**

Un isolement est réalisé en ensemençant en râteau 0.1 ml sur la gélose de Chapman, milieu sélectif pour favoriser le dénombrement des Staphylocoques.



Figure 26 : ensemencement sur la gélose Chapman.

➤ **Incubation**

L'incubation est réalisée pendant 24 heures à 37°C

➤ **Lecture**

Les *Staphylococcus aureus* cultivé facilement sur milieu solide, il forme des colonies bombées, luisantes et plus ou moins pigmentées en jaune (Guiraud, 2003). Pour confirmer qu'il s'agit des *Staphylococcus aureus*, on a procédé à une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Etat frais (Cocci) ;
- Coloration de Gram (Gram positif) ;
- Test catalase (positif) ;
- Test coagulase (positif) ;
- Ensemencement d'une galerie biochimique Api Staph.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Produced with ScantOPDF

1. Caractéristiques physicochimiques du lait

Pendant la période d'analyse quotidienne au laboratoire de l'unité de BENI FOUGHAI, il n'y avait aucun changement concernant : la saveur et l'odeur du lait de vache ou du lait reconstitué.

1.1. Lait de vache

Les résultats des caractéristiques physicochimiques du lait de vache sont illustrés dans le tableau 09.

1.1.1. Densité

La densité du lait de vache est variée entre 1028 à 1030 avec une moyenne de 1029. Cette valeur est proportionnellement proche à celle donnée par Alais, (1984) : « La densité du Lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20 °C ».

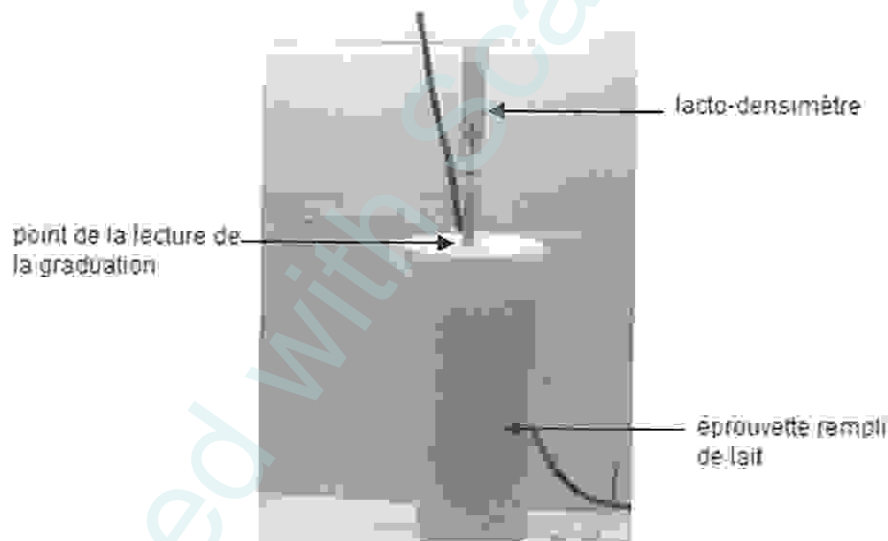


Figure 27 : la lecture de la densité sur thermo-lactodensimètre.

1.1.2. Température

Les valeurs de températures des échantillons analysés sont comprises entre 4,5 °C et 6 °C. Elles sont en conformité avec les normes : la température du lait cru, demi écrémé et écrémé doivent avoir des valeurs entre 4 et 7 °C (AFNOR, 1995).

1.1.3. pH

Les différents échantillons analysés présentent des valeurs du pH comprises 6.5 et 6.74. Elles sont presque en conformité avec les normes. Le pH du lait cru, lait entier, demi écrémé et écrémé doivent avoir des valeurs entre 6.7 et 6.8 (AFNOR, 1985).

La diminution du pH graduelle pour les différents échantillons s'explique par la production de l'acide lactique par les bactéries lactiques.

1.1.4. Acidité Dornic

D'après Aboutayeb, (2009), un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18 °D. La FAO, (2010), rapporte que l'acidité du lait est en moyenne d'une valeur de 16 (15-17 °D).

Donc on peut dire que la valeur trouvée est stable 17 °D des différents échantillons du lait de vache cru et conforme à celles citées par la (FAO, 2010).

1.1.5. Test d'ébullition

Selon Vignola, (2002), le point d'ébullition du lait est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C. Les résultats du lait frais resteront toujours négatif sauf si la conservation ne répondra pas aux normes de mesures du conditionnement où les résultats seront positifs. Les résultats obtenus sont positifs pour le lait non réfrigéré exposé à l'air pendant 24 h.

1.1.6. Test de bleu de Bromothymol

Les résultats du lait frais étaient toujours négatives bien sûr aux bons conditionnements.

Tableau 09 : Résultats des analyses physicochimiques du lait de vache.

Collecteurs	T°	Densité	pH	Acidité	Test d'ébullition	Test bleu de Bromothymol
A	6 °C	1028.7	6.5	17 °D	(-)	(-)
B	6 °C	1028.5	6.6	17 °D	(-)	(-)
C	4.5 °C	1029.8	6.75	17 °D	(-)	(-)

1.2. Lait reconstitué

Les résultats des caractéristiques physicochimiques du lait reconstitué avant et après pasteurisation sont résumés dans les tableaux 10 et 11 respectivement.

Tableau 10 : Résultats des analyses physicochimiques du lait reconstitué avant pasteurisation.

Prélèvement	T °C	Densité	pH	Acidité	Test d'ébullition
1	18 °C	1028.6	6.50	15 °D	(-)
2	18 °C	1026.1	6.6	15 °D	(-)
3	19 °C	1029	6.6	15 °D	(-)
Moyenne	18.33 °C	1027.9	6.57	15 °D	(-)

Tableau 11 : Résultats des analyses physicochimiques du lait reconstitué après pasteurisation.

Prélèvement	Poids réel	T °C	Densité	pH	Acidité	Test d'ébullition
1	1035 g	9 °C	1029	6.7	15 °D	(-)
2	1015 g	6.5 °C	1027.3	6.8	14.5 °D	(-)
3	1030 g	6.7 °C	1028	6.7	14.6 °D	(-)
Moyenne	1026.67g	7.4 °C	1028.1	6.74	14.7 °D	(-)

1.2.1. Poids réel

Le contenant du sachet doit être également convenir à 1000 ml. Selon la FAO, (2010), le poids réel du sachet remplie de lait doit peser entre (1015 g -1030 g).

Les résultats obtenus du lait reconstitué conditionné reflètent une variation entre 1015 et 1030 g avec une moyenne de 1026 g. ces valeurs respectent les normes de la (FAO, 2010).

1.2.2. Température

Les valeurs de température des échantillons analysés du lait avant pasteurisation sont comprises entre 18 °C et 19 °C, alors que les valeurs de température du lait pasteurisé sont comprises entre 6.5 °C et 9 °C. Le lait après pasteurisation est plus froid que le lait avant pasteurisation, cela est dû au refroidissement du lait à une température voisine du point de congélation favorise une plus longue durée de conservation. Au stade post pasteurisation et lors du conditionnement, il importe également d'éviter toute contamination, spécialement par des bactéries psychrotrophes, qui sont les principales responsables de la détérioration subséquente des produits pasteurisés (Vignola, 2002).

1.2.3. Densité

Après la lecture sur le thermo Lactodensimètre, la densité du lait reconstitué avant pasteurisation est variée entre 1026,1 et 1029 avec une moyenne de 1027,9. Par ailleurs, les échantillons du lait reconstitué pasteurisé présente des valeurs légèrement supérieures que celle du lait avant pasteurisation qui sont comprise entre 1027,3 et 1029 avec une moyenne de 1028,1. On constate que ces valeurs sont proportionnellement proches à celle rapportée par la FAO, (2010), soit 1028 - 1033.

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche, liée fortement à la fréquence d'abreuvement (Siboukeur, 2007), ce qui peut expliquer cette petite différence de densité entre le lait avant pasteurisation et le lait pasteurisé. Un lait riche en matière grasse a une faible densité alors qu'un lait écrémé a une densité élevée, l'addition de l'eau au lait (mouillage) diminue la densité (El Houssain, 2009).

1.2.4. Acidité Dornic

Les échantillons du lait reconstitué avant pasteurisation analysés, présentent une acidité titrable stable de l'ordre de 15 °D. Un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18 °D (Aboutayeb, 2009 ; FAO, 2010). Donc, l'acidité du lait reconstitué avant pasteurisation est conforme à la norme.

L'acidité Dornic du lait reconstitué pasteurisé varie de 14 à 15 °D avec une moyenne de 14,7 °D, la plupart de ces valeurs sont inférieures à celles citées par (Aboutayeb, 2009) et la (FAO, 2010).

Si on compare les valeurs moyennes de l'acidité titrable du lait reconstitué avant pasteurisation avec celle de lait reconstitué pasteurisé à différents températures (Tab. 11), nous constatons que l'acidité titrable diminue avec la diminution de la température, ceci est probablement du à la réduction de la charge microbienne sous l'effet de la température, ce qui entraîne l'abaissement de la production d'acide lactique par les bactéries lactiques (Vignola, 2002).



Figure 28: Titration par la solution d'hydroxyde de sodium 0,11 N.

1.2.5. pH

Selon les tableaux 09 et 10, les résultats montrent que le pH du lait reconstitué avant pasteurisation se situe entre 6.5 et 6.6, alors que les valeurs de pH du lait reconstitué pasteurisé sont comprises entre 6.7 et 6.8, ces valeurs sont similaires à celles rapporté par Alias, (1984), soit entre 6.6 et 6.8.

Les échantillons du lait reconstitué pasteurisé présentent des valeurs de pH moyennes plus élevés que le lait reconstitué avant pasteurisation, ceci est probablement du à la réduction de la charge microbienne sous l'effet de la température, ce qui entraine l'abaissement de la production d'acide lactique par ces bactéries (Vignola, 2002).

1.2.6. Test d'ébullition

Les résultats du lait frais étaient toujours négatif sauf si la conservation ne répondra pas aux normes des mesures du conditionnement où les résultats seront positifs.

2. Caractéristiques microbiologiques du lait

2.1. Flore aérobie mésophile totale

Les résultats obtenus au cours de deux prélèvements sont illustrés dans les figures 29, 30.

Pendant le mois de Mars, la charge microbienne des germes totaux est variable notant des valeurs de $3,072 \cdot 10^3$ UFC/ml pour le lait de vache, $1,363 \cdot 10^3$ UFC/ml pour le lait reconstitué avant pasteurisation et $1,945 \cdot 10^3$ UFC/ml pour le lait reconstitué pasteurisé.

Pendant le mois d'Avril, les résultats obtenus sont différents selon le type du lait avec une valeur de $3,68 \cdot 10^3$ UFC/ml pour le lait de vache, $0,15 \cdot 10^3$ UFC/ml pour le lait reconstitué avant pasteurisation et $0,204 \cdot 10^3$ UFC/ml pour le lait reconstitué pasteurisé.

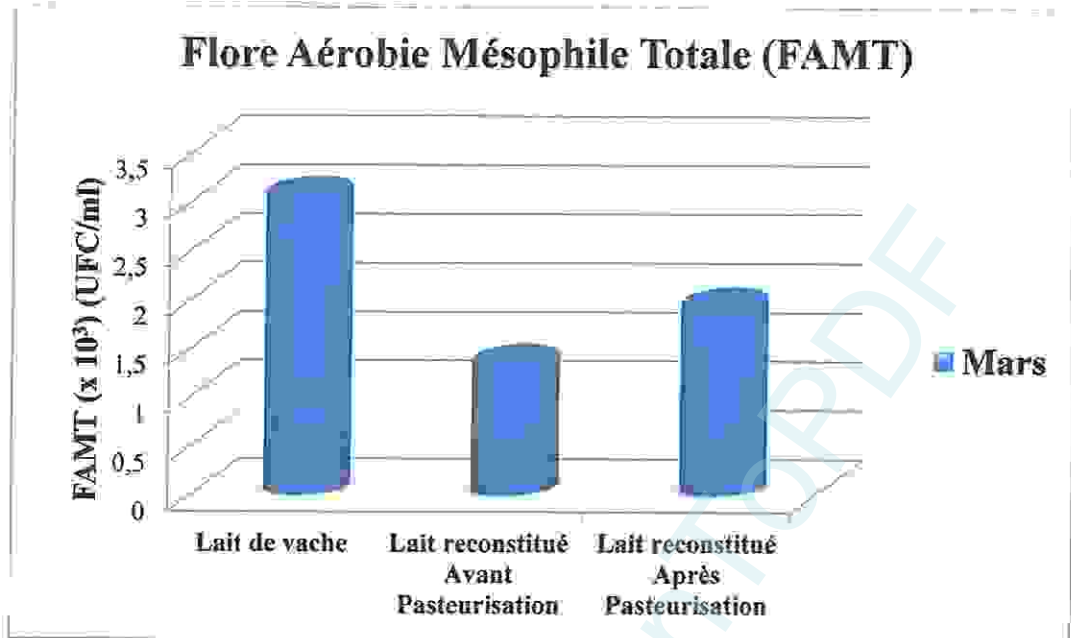


Figure 29 : Variation de la flore aérobie mésophile totale pendant le mois de Mars.

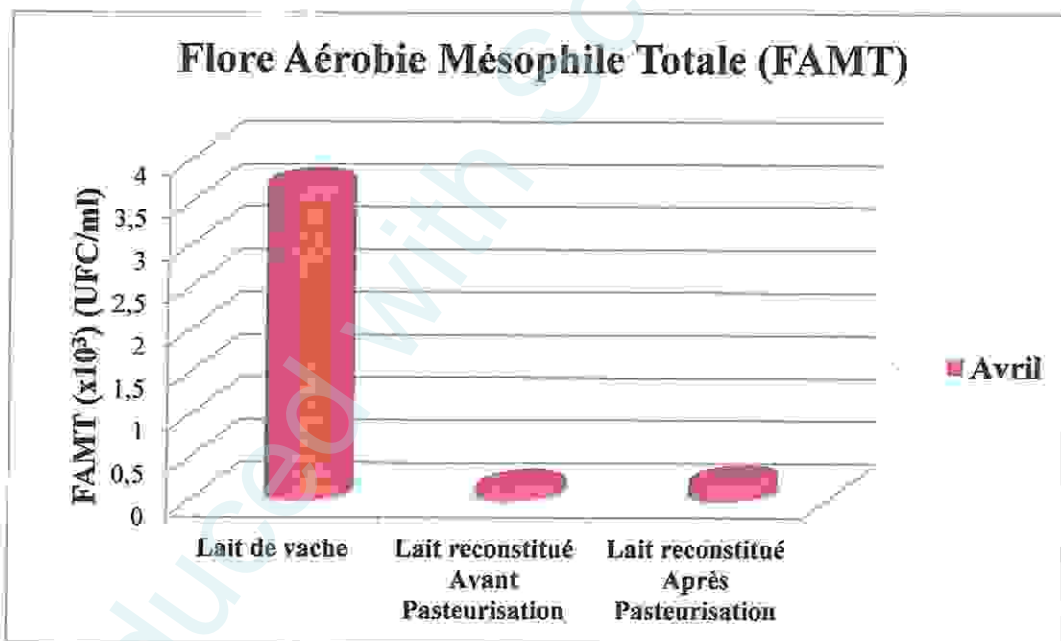


Figure 30 : Variation de la flore aérobie mésophile totale pendant le mois d'Avril.

Selon les normes de J.O.R.A., (1998), les valeurs trouvées de la flore aérobie mésophile totale sont moyennes et inférieures ou bien conformes à la législation Algérienne qui exige une charge en germes totaux de 10^5 UFC/ml pour le lait de vache et $3 \cdot 10^4$ UFC/ml pour le lait pasteurisé. D'autre part, l'augmentation de la charge microbienne pour le lait pasteurisé peut être liée à plusieurs causes : l'eau de préparation, contamination de la poudre du lait pendant le stockage, température insuffisante de la pasteurisation ou le non respect de refroidissement après pasteurisation.

2.2. Flore psychrophile

D'après les résultats obtenus au cours de deux mois (Fig. 31, 32), on note une augmentation de la charge microbienne psychrophile pendant la période de stockage (10 jours à 4 °C). Elle varie de $0,09.10^3$ UFC/ml à $0,481.10^3$ UFC/ml pendant les deux mois. Plusieurs auteurs (Grosskopf et Harper, 1969 ; Langeveld, 1970) ont montré que certains microorganismes étaient capables de se développer à des basses températures, ces germes ont une phase de latence et de croissance un peu plus lentes.

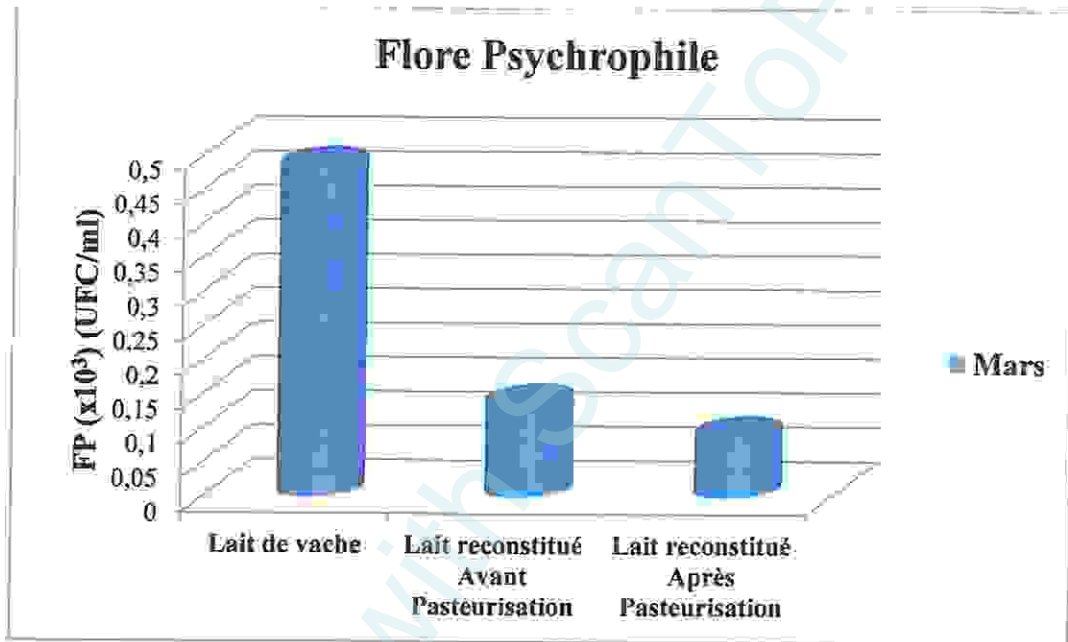


Figure 31: Variation de la flore psychrophile pendant le mois de Mars.

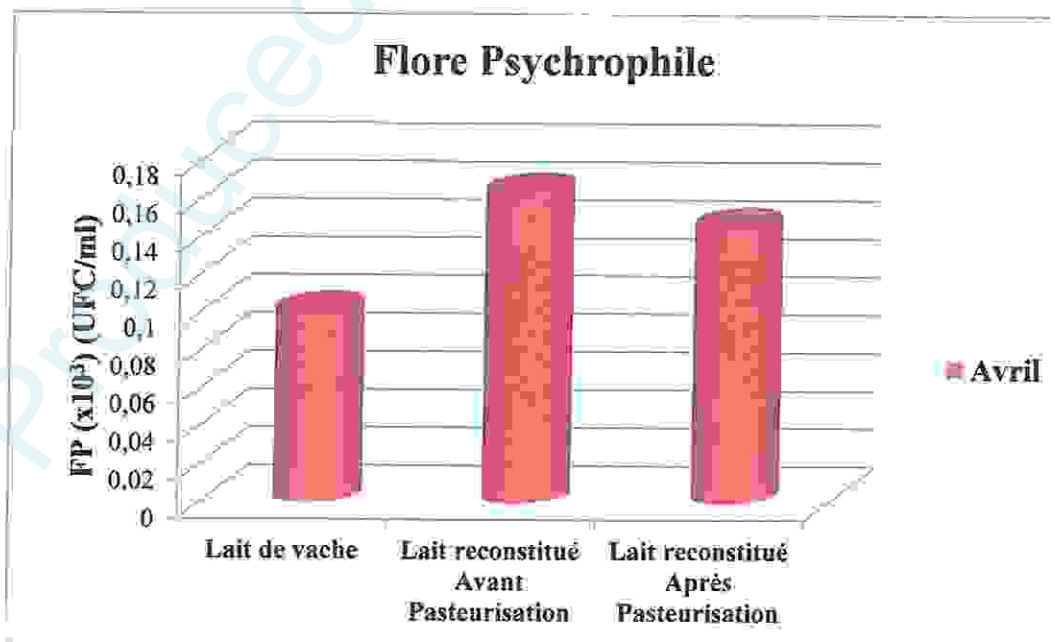


Figure 32 : Variation de la flore psychrophile pendant le mois d'Avril.

2.3. Coliformes

2.3.1. Coliformes totaux

Pendant le mois de Mars, les résultats obtenus présentent une charge moyenne en coliformes totaux pour les 3 types du lait avec une absence totale des germes pour le lait de vache, une valeur maximale pour le lait reconstitué non pasteurisé égale à $0,236.10^3$ UFC/ml et une valeur pour le lait pasteurisé égale à $0,118.10^3$ UFC/ml) (Fig. 33).

Pendant le mois d'Avril, les valeurs augmentent pour le lait de vache pour atteindre une valeur maximale de $1,2.10^3$ UFC/ml, une augmentation pour le lait non pasteurisé ($0,427.10^3$ UFC/ml) et pas de changement significatif pour le lait pasteurisé ($0,109.10^3$ UFC/ml) (Fig.34).

L'absence totale des coliformes totaux dans le lait de vache pendant le mois de Mars peut être liée à l'effet des composés antimicrobiens présents dans le lait cru tel que les lysozymes qui hydrolyse les polysaccharides dans les parois cellulaires bactériennes. Par contre, l'augmentation de la charge microbienne pendant le mois d'Avril peut être liée à la mauvaise hygiène pendant la traite ou la collecte.

D'autre part, la présence des coliformes totaux dans le lait non pasteurisé peut être liée à une origine hydrique ou à la mauvaise hygiène du personnel. Alors la diminution du taux de ces germes dans le lait pasteurisé révèle l'effet de la température mais elle reste toujours insuffisante pour la destruction des germes pathogènes.

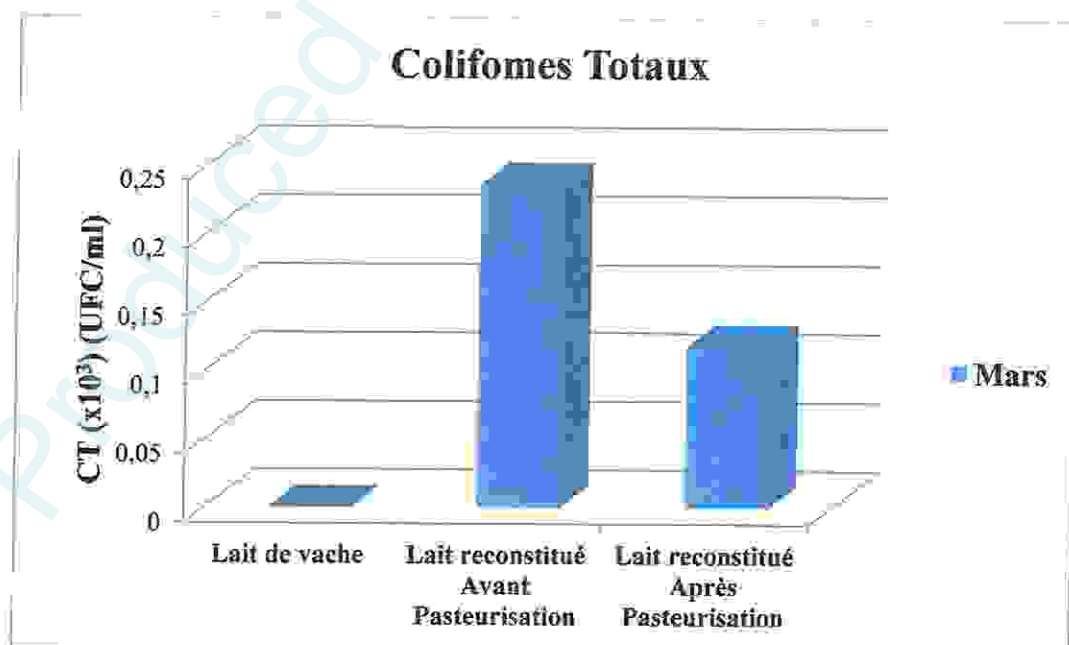


Figure 33: Variation des coliformes totaux pendant le mois de Mars.

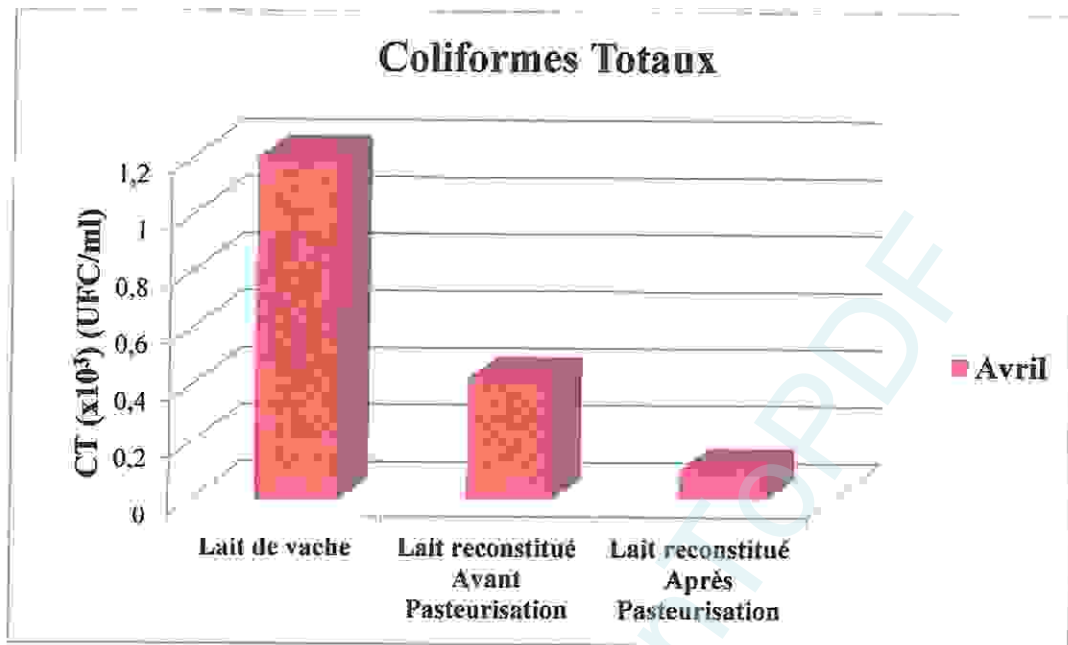


Figure 34: Variation des coliformes totaux pendant le mois d'Avril.

2.3.2. Coliformes fécaux

Pendant le mois de Mars, on note une absence totale des coliformes fécaux dans les trois types du lait.

Pendant le mois d'Avril, les résultats restent toujours nuls pour les deux types du lait reconstitué, alors qu'ils sont positifs pour le lait de vache atteignant une valeur maximale de $0,981.10^3$ UFC/ml (Fig.35).

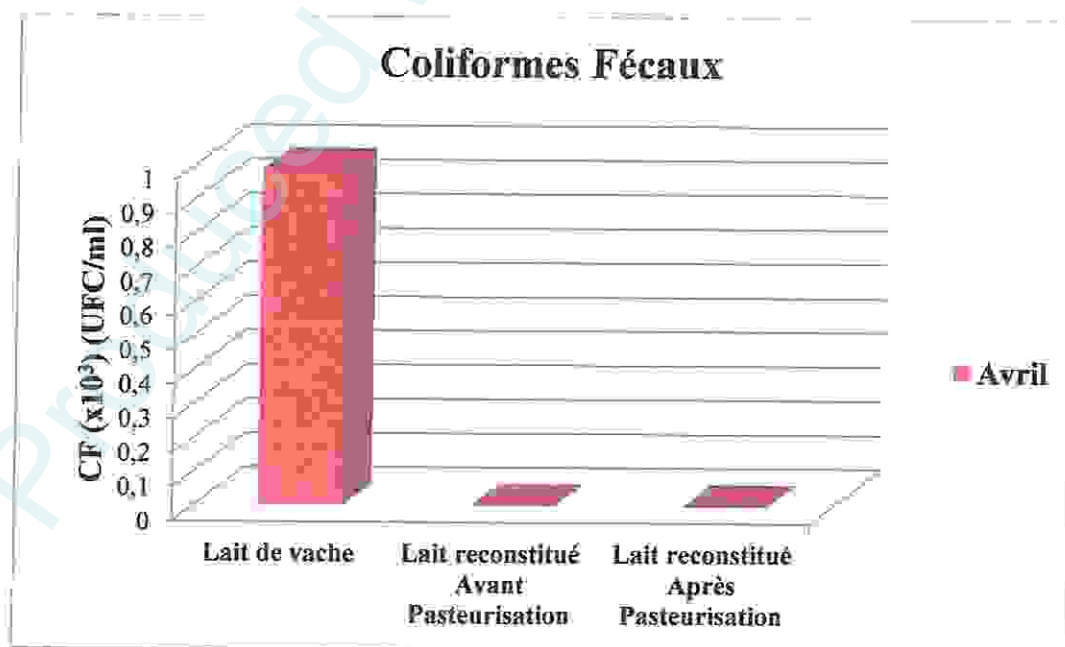


Figure 35 : Variation des coliformes fécaux pendant le mois d'Avril.

Ces valeurs trouvées sont conformes par rapport à la norme Algérienne (10^3 pour le lait de vache, 1 pour le lait pasteurisé) (JORA, 1998). D'autre part, la présence des coliformes fécaux dans le lait de vache indique une contamination fécale due probablement à la non maîtrise d'hygiène pendant la traite par contact direct avec le pis ou la collecte. Aussi, leur absence dans le lait reconstitué peut être à cause de la sensibilité de ces germes surtout à la chaleur.

2.4. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont considérés comme des indicateurs spécifiques de contamination fécale. Ils se multiplient rarement dans l'environnement et résistent mieux aux conditions défavorables que les coliformes (Gantzer *et al.*, 1998).

Les résultats obtenus pendant le mois de Mars sont faibles par rapport à ceux trouvés pendant le mois d'Avril. Ils varient de 2,72 SF/100ml une valeur minimale enregistrée pour le lait pasteurisé, une valeur de 5,45 SF/100ml pour le lait non pasteurisé et une valeur maximale de 22,72 SF/100ml notée pour le lait de vache (Fig.36).

Pendant le mois d'Avril, les valeurs augmentent d'une façon marquante de 27,27 SF/100ml pour le lait pasteurisé à 81,81 SF/100ml pour le lait non pasteurisé avec une valeur maximale de 127,27 SF/100ml enregistrée pour le lait de vache (Fig.37).

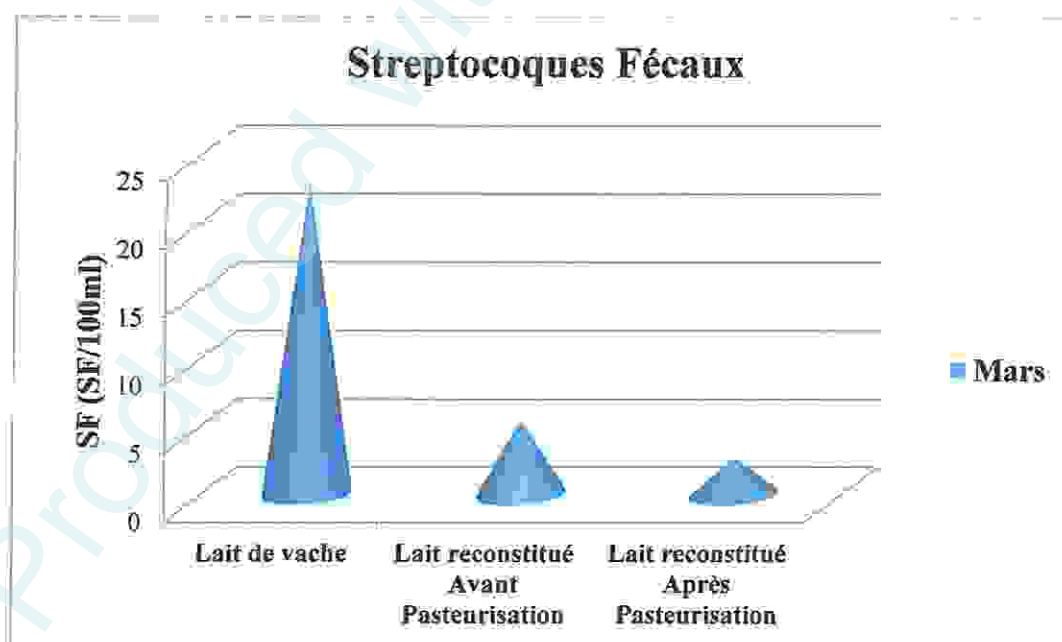


Figure 36: Variation des Streptocoques fécaux pendant le mois de Mars.

Ces résultats dépassent largement les normes Algérienne (JORA, 1998). La cause peut être liée toujours à la mauvaise hygiène pendant la traite ou la collecte du lait de vache et

aussi à une origine hydrique et la mauvaise hygiène pour le lait reconstitué. D'autre part, la diminution du taux de ces germes dans le lait pasteurisé révèle l'effet de la température mais elle reste toujours insuffisante pour la destruction des germes pathogènes.

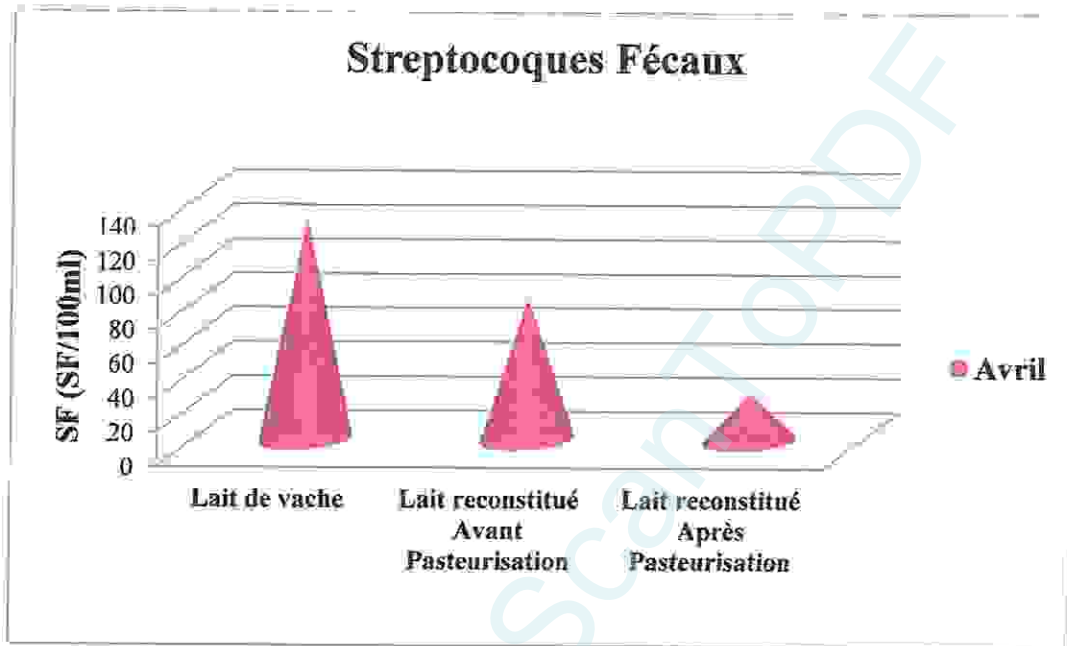


Figure 37: Variation des Streptocoques fécaux pendant le mois d'Avril.

2.5. *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les résultats obtenus de dénombrement sont illustrés dans le tableau 12.

Pendant les deux mois, les valeurs de *Clostridium* varient de 09 à 118 CSR/20ml pour le lait de vache, de 100 à 145 CSR/20ml pour le lait non pasteurisé et de 0 à 90 pour le lait pasteurisé.

Les valeurs trouvées pour le lait de vache dépassent largement les normes Algérienne (JORA, 1998). Cela peut être lié à la contamination pendant la traite ou la collecte par les spores de ces bactéries qui sont capables de survivre dans l'environnement surtout dans le sol et l'eau et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées (Lebres, 2002).

La présence de ces germes dans le lait non pasteurisé est liée à une contamination ancienne de l'eau utilisée pour la préparation. Ces valeurs ont été diminuées après pasteurisation avec une absence totale pour le deuxième prélèvement ce qui révèle l'effet de la température sur la croissance de ces germes, alors leur présence après pasteurisation dans le premier prélèvement peut être liée à la résistance des germes à la température ou bien celle-ci n'était pas suffisante pour le traitement thermique.

Tableau 12: Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR/20ml)

Date de prélèvement	Type du lait		
	Lait de vache	Lait reconstitué avant pasteurisation	Lait reconstitué après pasteurisation
Mars	09	100	90
Avril	118	145	00

P

2.6. *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*

On constate une absence totale de *Salmonella* et des *Staphylococcus aureus* au niveau des trois types du lait. L'analyse microbiologique de ces groupes microbiens pathogènes n'a pas montré de contamination, ce qui est conforme à la réglementation Algérienne.

CONCLUSION

Produced with ScanTOPDF

CONCLUSION

Le principe de contrôle de la qualité du lait des espèces animales est très simple, il suffit de comparer les résultats obtenus par les différentes analyses avec les normes et les règles citées dans la réglementation. Cette comparaison a pour but de juger de l'acceptation ou le refus d'un lait.

Sur le territoire national, on trouve différentes marques du lait reconstitué qui doivent répondre à des critères de qualité internationaux. Dans notre étude nous avons choisi une marque du lait commercialisé à l'Est Algérien et plus précisément dans la Wilaya de Guelma « laiterie BENI FOUGHAL ». Cette étude est étendue sur une période de trois mois.

A travers cette étude, nous avons tenté d'apporter une modeste contribution en étudiant l'effet de la pasteurisation sur la qualité du lait et en recherchant un barème convenable. Pour se fait, nous avons procédé à l'analyse physico-chimique et microbiologique avant et après pasteurisation du lait.

L'analyse physicochimique du lait avant et après pasteurisation a montré que la valeur de pH augmente après la pasteurisation, par contre l'acidité a été diminuée après la pasteurisation. Cependant, la densité du lait reconstitué pasteurisé présente des valeurs légèrement supérieures que celle du lait avant pasteurisation alors que, la température du lait pasteurisé a diminué grâce au refroidissement au stade post pasteurisation. Pour le critère volume de sachet, le lait BENI FOUGHAL, montré des valeurs acceptables aux normes.

Les résultats d'analyses physico-chimiques répondent généralement aux normes ou varient légèrement.

D'après les résultats obtenus au cours des analyses microbiologiques pour les prélèvements du lait reconstitué et lait de vache, nous avons remarqué que le lait pasteurisé conditionné est moins contaminé grâce à un choc thermique (85 °C pour la pasteurisation et 6 °C pour le lait conditionné). Cependant l'analyse microbiologique pour les 3 types du lait a révélé la présence des germes (FMAT, coliformes totaux et fécaux, psychrophiles, Streptocoques fécaux) à des proportions variables qui sont moyennes et inférieures ou bien conformes à la législation Algérienne, cette augmentation de la charge microbienne pourrait être la conséquence de plusieurs vecteurs potentiels de contamination du lait: l'eau de préparation, contamination de la poudre du lait pendant le stockage, animaux malpropres,

mamelles souillées, mauvaise hygiène, température insuffisante de la pasteurisation ou le non respect de refroidissement après pasteurisation.

Les analyses microbiologiques de tous les différents types du lait étudié montrent l'absence totale de *Salmonella* et des *Staphylococcus aureus* ce qui est conforme à la réglementation Algérienne.

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

En conclusion finale, on pourrait dire que le lait « BENI FOUGHAL » acceptable et propre à la consommation humaine.

Comme perspectives il serait intéressant :

- ✓ D'évaluer la qualité organoleptique et dégustative de ce lait ;
- ✓ Rechercher d'autres germes pathogènes ;
- ✓ Dosage des antibiotiques dans le lait ;
- ✓ Appliquer le système de prévention, de surveillance et d'identification des risques (méthode HACCP) dans la laiterie « BENI FOUGHAL ».

Références bibliographiques

Produced with ScantOPDF

Références Bibliographiques

-A-

- Aboutayeb, R. (2009)** : Technologie du lait et dérivés laitiers.
- Adrian, J., Pusot, J. et Frangne R. (2004)** : La science alimentaire de A à Z. 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier.79 (477 pages).
- AFNOR. (1985)** : Association Française de Normalisation : Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques. 3^{ème} édition ,107-121-125-167-251(321 pages).
- AFNOR. (1992)** : Association Française de Normalisation : ISO 5492 Analyse sensorielle - Vocabulaire. In Analyse sensorielle. Paris. pp 9-30.
- AFNOR. (1995)** : Association Française de Normalisation : Contrôle de la qualité des produits alimentaires –Analyse sensorielle. 5ème édition, ISBN, 400 p.
- Alais, C. (1984)** : Science du lait. Principe des techniques laitières, 3eme édition, Tom 1 et 2 sl, Paris.807p.
- Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R. et Turgeon, H. (2002)** : Composition, propriétés physicochimiques. Valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola, C.L., Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal. ISBN:3-25-29 (600 pages).

-B-

- Bryskier, A. (1999)** : Kétolides.Antibiotiques agents antibactériens et antifongiques, Ellipses Marketing SA, Paris, France, 563–594p.
- Bonnyfoy, C., Guillet, F., Luyral, G. et Bourdis, E.V. (2002)** : Microbiologie et qualité dans les industries agro-alimentaires. Aquitaine : Doin, Paris, 248p.
- Bouchakour, E.K. et Djeghlal, S. (2015)** : Etude comparative entre trois (03) types du lait de vache (Lait entier, lait demi – écrémé et le lait écrémé) pasteurisé. Mémoire de Master, Université Djelali Bounaama-Khemis, Miliana, 75p.
- Bylund, G. (1995)**: Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 8. Lund, Sweden, 18-23-381(436 pages).

-C-

Choisy, J.P. (2003) : Réintroductions animales et biodiversité. Objectifs, stratégies, La Fayolle, revue d'information du Parc naturel régional du Vercors, 5, 18-31.

Coulon, J.B. (1994) : Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. INRA Prod, Anim,4 (4) : 303-309 In Pougheon, S., Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France. 59 (102 pages).

Coq, J.L. (2007) : Microbiologie Alimentaire. Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires, Université Montpellier II, 129p.

-D-

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

Derwich, E., Beziane, Z., Benaabidate, L. et Belghyti, D. (2008) : Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 07, pp. 59-77.

-E-

El houssain, B. (2009) : Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception. Gharb Chrarda BniHcen Maroc, Edilivre-A paris, 204p.

-F-

FAO. (2010) : Food and Agriculture Organization : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Lait de consommation.

Favier, J.C. (1985) : Composition du lait de vache-Lait de consommation.

Franworthe, M. et Mainville, I. (2010) : Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique. Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.

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

-G-

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 de Magister, Université Mentouri – Constantine, 130p.

Gantzer, C., Lucena, F., Schwartzbrod, L. et Jofre, J. (1998): Virologie. Volume 2, numéro 2. 117p.

Gaucheron, F. (2004) : Minéraux et produits laitiers. Tec et Doc, Lavoisier, 783 (922 pages).

Genin, G. (1935) : Pasteurisation du lait, ses avantages et ses inconvénients, méthode de pasteurisation basse... le Lait. INRA Editions, 15 (150), pp.1101-1103.

Grosskopf, J.C. et Harper, W.J. (1969): Role of psychrophilic spore former in long life milk. J. DairySci, 52, 897.

Guiraud, J. et Galzi, P. (1980) : les analyses microbiologiques dans les industries alimentaires. ED, Usine nouvelle, Paris.

Guiraud, J.P. (1998) : Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod, Paris, 137p.

Guiraud, J.P. (2003) : Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod, Paris, 136-139p.

-H-

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

Himoud, H., Mouffok, S. et Rouabeh, R. (2009) : Contribution a l'étude physico-chimique de lait pasteurisé conditionné en deux laites raies « safia » et « Edoug ». Mémoire d'ingénieur en génie biologie, Université 08 Mai 1945, Guelma, 48p.

Hoden, P. et Coulon, H. (1991) : Composition chimique du lait.

-J-

Jean, C. et Dijon, C. (1993) : Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3, 847p.

Jean Christian, M. (2001): Le lait pasteurisé. Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Paris.

Jeantet, R., Croguenne, C.T., Schuck, P. et Brule, G. (2007) : Science des aliments-technologie des produits alimentaires. tec et doc, Lavoisier, 17 (456 pages).

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

Joffin, C. et Joffin, J.N. (1993) : microbiologie alimentaire. 5^{ème} édition.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) (1998) : Arrêté interministériel du Janvier 1998, Critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires.

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

-L-

Langeveld, L.P.M. (1970): Refrigerated storage life of aseptically and non aseptically packaged milk. Off. Org. K. Ned. Zuivelbond, 62 (22), 544-546.

Larpent, J.P. (1997) : Microbiologie alimentaire. technique de laboratoire, ED,Tec&Doc, Lavoisier, Paris.

Lebres, (2002) : Manuel des travaux pratiques. Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments, unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut Pasteur d'Algérie, 21-27p.

Leseur, R. et Melik, N. (1999) : Lait de consommation. In Luquee F.M., Laits et produits laitiers vache brebis chèvre. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 5 (637 pages).

Leveau, J.Y. et Bouix, M. (1993) : Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 612p.

-M-

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

-P-

Petranxiene, D. et Lapiéd, L. (1981) : la qualité bactériologique du lait et des produits laitiers. ED, Tec et Do, Lavoisier, Paris.

Pointurier, H. (2003) : La gestion matière dans l'industrie laitière. Tec et Doc, Lavoisier, France. 64 (388 pages).

Pougheon, S. (2001) : Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France. 34 (102 pages).

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

-R-

Rheofest, M. (2010) : Rhéomètre Rheotest ® RN et viscosimètre à capillaire Rheotest ® LK – Produits alimentaires et aromatisants. <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

Remeuf, F., Le noir, J. et Duby, C. (1989) : Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. Lait, 69,499, (518 pages).

-S-

Sandra, Isabelle, Simone et Pougheon, S. (2001) : Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ces conséquences en technologie laitière, Thèse pour obtenir le grand docteur vétérinaire Diplôme d'état, Université Paul-Sabatier de Toulouse ,102p.

Steven, S. (1997) : Chimie des solutions, 2^{ème} édition, 1977 By Houghton Mifflin Company, 290 p.

Stoll, W. (2003) : Vaches laitières -L'alimentation influence la composition du lait. Vol 9, <http://www.db-alpadmin.ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf>.

Siboukeur, O.K. (2007) : Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, université INA El-Harrach Alger.

Singh, E. (1972): A study on the nitrogen distribution in goat's milk. *Milch wess enschaft*, 167p.

-T-

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

Tria, S. et Nasir, N. (2003) : Etude de la qualité du lait pasteurisé –HAMMADA Souk – Ahras, Mémoire du DEUA en chimie industrielle. Université 08 Mai -1945-Guelma, 31p.

-V-

Vierling, E. (1998). Aliments et boissons. Technologies et aspect réglementaires, EdWEKA, Suisse, 421p.

Vierling, E. (1999) : Aliments et boissons-Science des aliments. Doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France. 11(270 pages).

Vierling, E. (2003) : Aliments et boissons-Filière et produit. 2ème édition, Doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, 11(270 pages).

Vignola, C.L. (2002) : Science et technologie du lait –Transformation du lait. École polytechnique de Montréal, ISBN, 29-34 (600 pages).

Webographie

[1] : [http:// shaneseallali.wixsite.com/dulaitauvaourt/untitled-c1x2u](http://shaneseallali.wixsite.com/dulaitauvaourt/untitled-c1x2u) (Consulté le : 28/03/2017 à 17:10 h).

[2] : [http:// www.economie.gouv.fr](http://www.economie.gouv.fr) » DGCCRF » Publications » Vie pratique » Fiches pratiques (Consulté le : 28/03/2017 à 18 :00h).

[3] : [http:// institutdanone.org](http://institutdanone.org) » LES PROCEDES DE CONSERVATION DES ALIMENTS (Consulté le : 31/03/2017 à 10 :40 h).

[4] : www.familles-de-france.org/sites/.../CONSO_2015_02_fiche70_conservationLATT.pd... (Consulté le : 31/03/ 2017 à 14 :00 h).

[5] : http://www.hpci.ch/hh_docu_hpci_ems_cuisine-germes.htm (Consulté le : 31/03/ 2017 à 15 :00 h).

[6] : www.economie.gouv.fr/files/directions_services/daj/...laitiers/produits_laitiers.pdf (Consulté le : 11/03/ 2017 à 20 :25 h).

[7] : <http://www.apaqw.be/Productions/Le-lait/Les-types-de-lait.aspx> (Consulté le : 12/03/2017 à 18 :45h).

[8] : agrolevage.blogspot.com/2013/10/lait-pasteurise-sterilise-et-uhf.html (Consulté le : 07/04/2017 à 20 :22 h).

[9] : www.hubrural.org/IMG/pdf/agridoc_lait_pasteurise.pdf (Consulté le:08/04/2017 à 09 :55h).

Produced with ScanTOPDF

ANNEXES



Annexe 01 : La composition des milieux de culture.

1. Milieux liquides

1.1. Bouillon lactose au pourpre de bromotémol (BCPL)

Double concentration (D/C)

L'extrait de viande de bœuf.....	2 g
Pourpre de bromocrésol.....	0,06 g
Peptone	14 g
Lactose.....	10 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH.....	6,9 +/- 0,2

Autoclavage pendant 15 minutes à 120 °C

Simple concentration (S/C)

L'extrait de viande de bœuf.....	1 g
Peptone de caseïne	7 g
Lactose.....	5 g
Pourpre de bromocrésol 1%	0,03 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH.....	6,9 +/- 0,2

Autoclavage pendant 20 minutes à 120°C

1.2. Milieu de Rothe

Double concentration (D/C)

Peptone de caseïne	40 g
Extrait de viande.....	3 g
Glucose	8 g
Chlorure de sodium.....	8 g
Phosphate dipotassique	5,4 g
Phosphate mono potassique.....	5,4 g
Azide de sodium.....	0,4 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH.....	9,6 +/- 0,1

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

Simple concentration (S/C)

Peptone de caseine.....	20 g
Extrait de viande.....	1.5 g
Glucose.....	4 g
Chlorure de sodium.....	4 g
Phosphate dipotassique.....	2.7 g
Phosphate mono potassique.....	2.7 g
Azide de sodium.....	0.2 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH.....	9,6 +/- 0,1

Autoclavage pendant 20 min à 120°C

1.3. Milieu d'Eva Litsky

Tryptone.....	20 g
Glucose.....	5 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Phosphate mono potassique.....	2.7 g
Azide de sodium.....	0.3 g
Solution d'éthyle violet.....	5 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH.....	6,8 à 7

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

1.4. Milieu Sélénite Cystéine

Tryptone.....	5 g
Lactose.....	4 g
Phosphate disodique.....	10 g
Hydrogénosélénite de sodium.....	4 g
L-cystine.....	10 g
pH.....	7 +/- 0,2

1.5. Le Milieu VRBL (Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)

Peptone.....	7 g
extrait de levure.....	3 g
lactose.....	10 g

Chlorure sodium.....	5 g
mélange sel biliaire.....	1.5 g
crystal violet.....	0.002g
rouge neutre.....	0.03 g
agar-agar.....	15 g
eau distillé.....	1000 ml
pH.....	7.4

2. Milieux solides

2.1. Milieu PCA (plate count agar)

Tryptone.....	5g/litre
Dextrose.....	1g/litre
Extrait de levure.....	2.5 g/litre
agar.....	12g/litre
pH.....	7

Autoclavage pendant 10 min à 100 °C

2.2. Milieu Chapman

Peptones.....	11,0g
Extrait de viande.....	1g
Chlorure de sodium.....	75g
Mannitol.....	10g
Rouge de phénol.....	0.025g
Agar.....	15g
Eau distillée.....	1000 ml
pH.....	7,5

Autoclavage pendant 15 min à 121°C

2.3. Milieu SS (Salmonella-Shigella)

Extrait de viande de bœuf.....	5g
Bio-polytone.....	5g
Sels biliars.....	8.5g
Lactose.....	10 g
Citrate de sodium.....	8.5 g

Agar.....	13.5g
Thiosulfate de sodium.....	8.5g
Vert brillant.....	0.330mg
Rouge neutre.....	0.025
Citrate ferrique.....	1
pH.....	7

2.4. Milieu viande foie

Base viande foie.....	20 g
Glucose.....	0.75 g
Amidon.....	0.75 g
Sulfite de sodium.....	1.2 g
Carbonate de sodium.....	0.67 g
Agar agar.....	11 g
Eau distillée.....	1000 ml

Dissoudre les constituants, répartir en tubes ou en flacons, Autoclave (15 min à 120°C).

Produced with ScanTopDF

Annexe 02 : Table NPP (Série de trois de tubes de dilution).

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					