

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 : Sciences alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire
Département: Biologie

Thème :

Méthodes d'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique du lait pasteurisé conditionné selon les normes algériennes -Etude théorique-

Présenté par : - Mlle. BELAABED Houda
- Mlle. MERABTI Besma
- Mlle. MERAH Meryem

Devant le jury composé de :

Président:	Mr. ATHAMNIA Mohamed	MCB	Université de Guelma
Examinatrice :	Mme. GRARA Nedjoud	Pr.	Université de Guelma
Encadreur :	Mr. ROUABHIA Kamel	MAA	Université de Guelma

Année universitaire: 2019/2020

Remerciements

Nous remercions le Dieu tout puissant de nous avoir donné la vitalité et le pouvoir pour concrétiser ce travail.

Nous remercions les membres du jury : Dr. ATHAMNIA Mohamed, d'avoir accepté de présider le jury, et Pr. GRARA Nedjoud, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions très vivement notre encadreur Mr. ROUABHIA Kamel, d'avoir proposé et dirigé ce thème. Nous le remercions pour ses conseils, ses orientations et sa patience pour la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude au Chef de département Pr. CHEMMAM Mabrouk, et à tous les enseignants et enseignantes du département de biologie qui ont contribué à notre formation durant les cinq années de graduation.

Enfin, nous remercions tous les étudiants de 2ème année Master Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire (2019-2020) et tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :

Toute ma gratitude va premièrement à la chandelle de ma vie, mes très chers parents:

*A mon père **Hassene**, la base de toute ma carrière, le plus cher qui existe sur terre, école de mon enfance, qui à été mon ombre durant toutes les années des études, et qui à veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger, que dieu le préserve et que dieu lui perpétue une couronne sur ma tête toujours et pour toujours.*

*A la mémoire de ma mère **Fella** « allah yerhamha » Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi ma mère.*

*A mon très cher frère **Bilel** symbole d'ambiance et de gaieté qui je le souhaite une vie pleine de bonheur et une carrière pleine de gloire.*

*A mes sœurs **Samia** et **Mina** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral. A mes nièces de sœurs **Ghoufrane**, **Soujoud**, **Jouri***

Et à tous tes membres à ma famille, de prés et de loin veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

A tous mes camarades de promotion.

Aux gens qui m'aiment et m'estiment...

BESMA

Dédicace

Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :

A la chandelle de ma vie, mes très chers parents :

*Mon père Mr. **Belaabed boubaker** et ma mère Mme. **Belkharchouche louiza** qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments les plus profonds pour le confort moral et leur grand amour qu'ils m'ont assuré tout au long de mes études.*

*A qui le destin n'a pas permis d'assister à ma consécration, à l'âme de mon grand-père **Mouhamed** qui aurait tant voulu me voir ce jour ici.*

*A ma grande mère **Mebarka** « que dieu me la protège »*

*A ma chère tante **Malika** qui a été un exemple pour moi, et qui a veillée à ma réussite, Symbole de reconnaissance et de remerciement sur tout ce qu'elle m'a offert dans ma vie.*

*A mon cher frère **zizou***

*A ma chère sœur **saba***

*A chaque membre de la famille **Belaabed** et **belkharchouche** qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements.*

*A mes fidèles amies **Lamis, Moufida, Hanane.***

A tous mes camarades de promotion.

Aux gens qui m'aiment et m'estiment...

HOUDA

Dédicace

Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :

À Mon cher père : merah tayeb

Qui a été toujours un exemple pour moi, et qui a veillé à ma réussite en déployant tous les efforts nécessaires.

À Ma chère mère : Chabbi zohra

Qui m'a appris à être femme et qui m'a beaucoup aidé dans mes études, pour les sacrifices qu'elle a faits, pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'elle m'a toujours accordés.

A la mémoire de ma grand-mère: khroufa

Vos beaux souvenirs restent à jamais gravés dans ma mémoire.

À ma seule sœur Ahlem et ses enfants : Mouhamed et Maria

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tout l'amour que vous m'avez donné. Vous êtes toujours dans mon cœur.

*Sans oublier une personne chère à mon cœur et à la place de ma seconde sœur **NADIA** et ses enfants, merci pour tout le soutien et les encouragements, que dieu vous protège et vos soins.*

À mes chères amies : Amira et Selma

Pour toute l'ambiance, la spontanéité et les moments chaleureux que nous avons passé ensemble Rien au monde, n'a pu ébranler notre amitié.

A tous mes camarades de promotion.

Aux gens qui m'aiment et m'estiment...

MERYEM

Liste des abréviations

- **AG** : Acide gras.
- **ANP** : Apport Non Protéique.
- **Api 20 E** : Appareillage et Procédé d'Identification pour les Entérobactéries.
- **Aw** :(Activity of water)
- **D/C** : Double Concentration.
- **EPT** : Eau peptonée tamponnée.
- **ESD** : Extrait sec dégraissé.
- **EST** : Extrait sec total.
- **EVA** : l'Eva Litskey.
- **FAMT** : Flore Aérobie Mésophile Totale.
- **HTST** : high température short time
- **Ig** : Immunoglobuline.
- **IgA** : Immunoglobuline A.
- **IgG** : Immunoglobuline G.
- **IgM** : Immunoglobuline M.
- **JORA** : Journal Officiel De la République Algérienne.
- **LPC** : Lait Pasteurisé conditionné.
- **MG**: Matière grasse.
- **NPP** : Nombre le plus probable.
- **PCA** : Plate Count Agar.
- **S/C** : Simple Concentration.
- **SC**: Sélénite Cystine.
- **TB** : Taux Butyreux.
- **TS** : Tryptone sel.
- **UHT** : Ultra haute température.
- **VRBL** : Gélose au cristal violet, au rouge neutre à la bile et au lactose.

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Structure d'un globule de matière grasse	05
02	Structure d'une micelle caséique du lait	06
03	Pasteurisateur pour la pasteurisation basse	20
04	Pasteurisateur HTST	21
05	Thermoflach pour pasteurisation flash	21
06	Principe de standardisation directe en ligne de la crème et du lait	29
07	Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur	30
08	Diagramme de fabrication du lait pasteurisé conditionné	32
09	Mesure du pH par un pH- mètre	35
10	Mesure de la densité par lactodensimètre	36
11	Mesure d'acidité titrable en °D pour le lait	37
12	Photo de centrifugeuse de Gerber	38
13	Photo de butyromètre	38
14	La balance analytique pour pester les prises d'essai	39
15	La capsule dans l'étuve	39
16	Solution mère et dilutions décimales	41
17	Dénombrement des germes aérobies mésophiles	42
18	Recherche et dénombrement des coliformes	44
19	Dénombrement de streptocoques fécaux	46
20	Dénombrement de <i>Staphylocoques aureus</i>	47

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Composition moyenne du lait de vache	03
02	Matières azotées du lait	05
03	Composition minérale du lait de vache	08
04	Composition vitaminique moyenne du lait cru	09
05	Caractéristiques des principaux enzymes du lait	10
06	Propriétés physicochimiques du lait	13
07	Caractères organoleptiques du lait cru normal et anormal	16

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Table des matières	
	Page
Introduction.....	01
<i>Chapitre I : Généralités sur le lait</i>	
1. Définition du lait	03
2. Composition du lait	03
2.1. L'eau	04
2.2. Matière grasse	04
2.3. Matière azotée	05
2.3.1. Caséines	06
2.3.2. Protéines du lactosérum	06
2.3.2.1. α -lactalbumine	06
2.3.2.2. β -lactoglobuline	06
2.3.2.3. Sérum-albumine	07
2.3.2.4. Immunoglobulines	07
2.3.2.5. Protéoses peptones	07
2.4. Lactose	07
2.5. Minéraux	08
2.6. Vitamines	08
2.7. Enzymes	09
2.8. Gaz dissous	10
3. Facteur de Variations de la composition du lait	10
3.1. Facteurs intrinsèques	11
3.1.1. Variabilité génétique entre individus	11
3.1.2. Stade de lactation	11
3.1.3. Age et nombre de vêlage	11
3.1.4. Etat sanitaire	11

3.2.	Facteurs extrinsèques	12
3.2.1.	Facteurs alimentaires	12
3.2.2.	Saison et climat	12
4.	Propriétés physico-chimiques du lait	12
4.1.	Masse volumique	13
4.2.	Densité	13
4.3.	Point de congélation	13
4.4.	Point d'ébullition	13
4.5.	Acidité de titration ou acidité Dornic	14
4.6.	pH	14
5.	Qualité organoleptique du lait	14
5.1.	Couleur	14
5.2.	Odeur	14
5.3.	Saveur	15
5.4.	Viscosité	15
6.	Caractéristiques microbiologiques de lait	16
6.1.	Flore originelle	16
6.2.	Flore de contamination	16
7.	Valeur nutritionnelle du lait	17
8.	Place du lait dans l'alimentation	17
9.	Procédé de conservation du lait	18
9.1.	Par le froid	18
9.1.1.	Réfrigération	18
9.1.2.	Congélation	18
9.2.	Par la chaleur	18
9.2.1.	Stérilisation	18
9.2.2.	Pasteurisation	19
10.	Différents types du lait de consommation	19
10.1.	Différenciation selon la teneur en matières grasses	19
10.1.1.	Lait entier	19
10.1.2.	Lait partiellement écrémé	19
10.1.3.	Lait écrémé	19
10.2.	Différenciation selon le traitement thermique	20

10.2.1.	Lait cru	20
10.2.2.	Lait pasteurisé	20
10.2.3.	Laits stérilisés	21
10.2.3.1.	Lait stérilisé	22
10.2.3.2.	Lait stérilisé UHT	22
10.3.	Autres laits	22
10.3.1.	Lait concentré	22
10.3.2.	Lait aromatisé	22
10.3.3.	Lait en poudre	23
11.	Composants indésirables de lait	23
11.1.	Antibiotiques	23
11.2.	Pesticides	23
11.3.	Radioéléments	23
11.4.	Polychlorobiphényles	24
11.5.	Métaux	24
12.	Maladies transmises par le lait	24
12.1.	Listériose	24
12.2.	Tuberculose par <i>Mycobacterium bovis</i>	24
12.3.	Brucellose (fièvre de malte, fièvre ondulante)	25
12.4.	Infection à <i>Clostridium botulinum</i>	25
12.5.	Salmonelloses	25
12.6.	Shigellose	26
12.7.	Colibacillose	26
12.8.	Intoxication staphylococcique	26
12.9.	Infection streptococcique	27

Chapitre II : Le lait pasteurisé conditionné

1.	L'industrie laitière algérienne	28
2.	Définition du lait pasteurisé conditionné (LPC)	28
3.	Processus de fabrication du lait pasteurisé	28
3.1.	Réception	28
3.2.	Clarification	28
3.3.	Standardisation	29

3.4.	Homogénéisation	30
3.5.	Pasteurisation	30
3.6.	Refroidissement	31
3.7.	Conditionnement	31
3.8.	Entreposage	31
4.	Avantages et inconvénients de la pasteurisation	32
5.	Types de contenants	33
5.1.	Contenant en carton	33
5.2.	Contenant en plastique	33
5.3.	Contenant en verre	34

Chapitre III : Les analyses physico-chimiques et bactériologiques du lait pasteurisé

1.	Les analyses physico-chimiques	35
1.1.	Détermination de pH	35
1.2.	Détermination de la densité	35
1.3.	Détermination de l'acidité	36
1.4.	Détermination de la matière grasse	37
1.5.	Détermination de la matière sèche totale "l'extrait sec total "	38
1.6.	Détermination du taux d'extrait sec dégraissé "ESD"	39
2.	Les analyses bactériologiques	40
2.1.	Règles générales de bonne pratique au laboratoire	40
2.2.	Préparation de la solution mère et dilutions décimales	40
2.3.	Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FAMT)	41
2.4.	Dénombrement de la flore psychrophile	42
2.5.	Dénombrement des coliformes totaux et coliforme fécaux	43
2.6.	Dénombrement de Streptocoques fécaux	44
2.7.	Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	47
2.8.	Dénombrement des salmonelles	48
	Conclusion	49
	Références bibliographiques	50

Résumés

Introduction

Introduction

L'Algérie est un pays de tradition laitière (**Ghaoues, 2011**), Et lait est un aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens. Il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale, en regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments : des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines, et 87% d'eau. 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. Sur le plan alimentaire, il est à la base de nombreuses préparations culinaires traditionnelles très ancrées dans l'histoire (Jben, Klila, D'hen, L'ben, Raïb,...etc.) (**Sehli, 2017**).

En raison des différentes cultures en Algérie, il existe une grande variété de lait commercialisé (cru, UHT, pasteurisé, reconstitué,...).

Le lait pasteurisé est une importante source de nutriments. Il fait partie de l'alimentation quotidienne de beaucoup de gens, fabriqué à partir du lait cru ou du lait reconstitué, écrémé ou non. C'est un produit qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore contenue dans ce produit, notamment tous les germes pathogènes non sporulés et les germes de la tuberculose et de la brucellose et qui n'altère pas sa qualité nutritionnelle (**Debabi et Kouadri, 2015**).

L'objectif de notre travail est de mettre en évidence les méthodes des analyses physico-chimiques et bactériologiques pour estimer la qualité hygiénique du lait pasteurisé conditionné, selon les normes algériennes apportées par le journal officiel de la République algérienne, dans ses différents numéros, qui stipulent les normes et la qualité du lait et de ses dérivés.

Pour cela, nous avons choisi de diviser ce présent travail en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre est consacré aux données bibliographiques sur les généralités du lait, leur composition, caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et organoleptiques et les maladies les plus importantes transmises par le lait.
- ✓ Le deuxième chapitre est une présentation de la chaîne de production et les étapes de fabrication du lait pasteurisé conditionné.

- ✓ Le troisième chapitre présente les méthodes les plus importantes d'analyses physico-chimiques et bactériologiques du lait pasteurisé selon les normes prévues par les lois algériennes.

Chapitre I

Généralités sur le lait

Chapitre I : Généralités sur le lait

1. Définition du lait

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1908, lors du premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires, comme « produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli, proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Larpen, 1997**).

Selon le journal officiel de la république démocratique algérienne, la dénomination « Lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (**J.O.R.A, 1993**).

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée et au goût douceâtre, il est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères comme la vache, la chèvre et la brebis, après la naissance du jeune. (**Alias, 1975 in Kizi et Makdoud, 2014**).

2. Composition du lait

La composition du lait ne varie pas seulement d'une espèce à l'autre mais varie à l'intérieur d'une même espèce, selon les races, les individus : l'alimentation, l'âge, l'époque de l'année, le stade de la sécrétion modifient sans cesse (dans des limites toute fois relativement étroites) la composition des laits d'une même espèce. Cet édifice physico-chimique d'une grande complexité comprend plus de 50 constituants (**Dillon, 1989**). Le tableau 01 décrit la composition générale de lait de vache.

Tableau 01 : Composition moyenne du lait de vache (**Vignola, 2002**).

Constituants majeurs	Variation limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85.5 - 89.5	87.5
Matière grasse	2.5 - 5.5	3.7
Protéines	2.9 - 5.0	3.2
Glucides	3.6 - 5.5	4.6
Minéraux	0.7 - 0.9	0.8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, pigments, cellules divers, gaz		

2.1. L'eau

L'eau est le principal constituant du lait avec une proportion de 87% elle représente environ le $9/10^{\text{ème}}$ de la composition totale du lait (**Briki et Mekhermeche, 2017**). 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 varie 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 (**Hamou, 2015**).

2.2. Matière grasse

Rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10 μ m et est essentiellement constitué 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 (C18 :1) et palmitique (C16 :0) ;
 - une teneur moyenne en acide stéarique (C18 :0) (**Jeantet et al., 2008 ; Chouarfi et Ferdès, 2017**). La figure 01 présente un globule gras du lait.
- La membrane est constituée des phospholipides, des lipoprotéines, des cérébrosides, des protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligoéléments (métaux) et d'eau (**Chouarfi et Ferdès, 2017**).
- 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 C18 :2 et acide linoléique C18 :3) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (**Jeantet et al., 2008 ; Chouarfi et Ferdès, 2017**).
- 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).

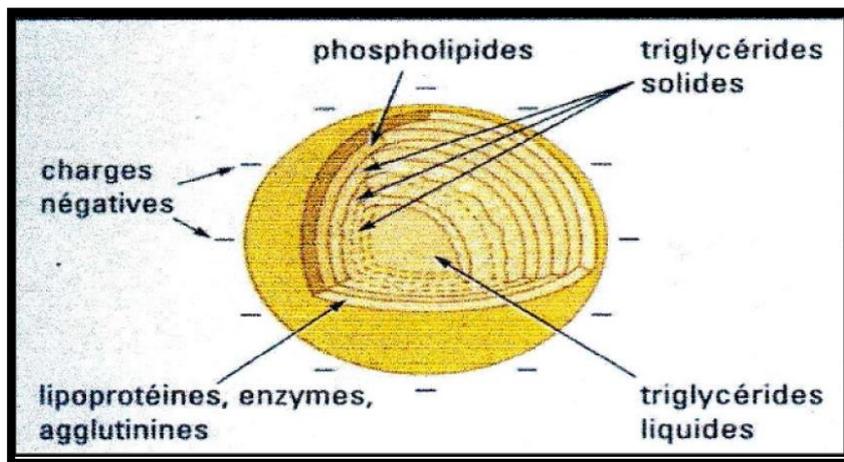


Figure 01 : Structure d'un globule de matière grasse (Vignola, 2002).

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 ; Kigmou et Belaroussi, 2019).

2.3.Matière azotée

La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote de lait (Goursaud, 1985) cité par (Benallegue et Debbeche, 2015), les matières azotées contenues dans un litre de lait se répartissent, en moyenne de la façon suivante (Tableau 02) :

Tableau 02 : Matières azotées du lait (Veisseyre, 1979).

1 – protides		environ 33.5g
	Caséine entière	27g
	Protéine du lactosérum	6.2g
	β-Lactoglobuline	3.0
	α-Lactalbumine	1.2
	Sérum-albumine	0.4
	Globulines immunes	0.7
	Protéoses peptones	0.6
	Protéines mineures	0.3
2 – Azote non protéique		1.6g

2.3.1. Caséines

La caséine est un polypeptide complexe, résultant de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g/mol, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 μm (**Fig. 02**) (**Ghaoues, 2011**).

La caséine native a la composition suivante : protéine 94 %, calcium 3 %, phosphore 2,2 %, acide citrique 0,5% et magnésium 0,1 % (**Chouarfi et Ferdes, 2017**).

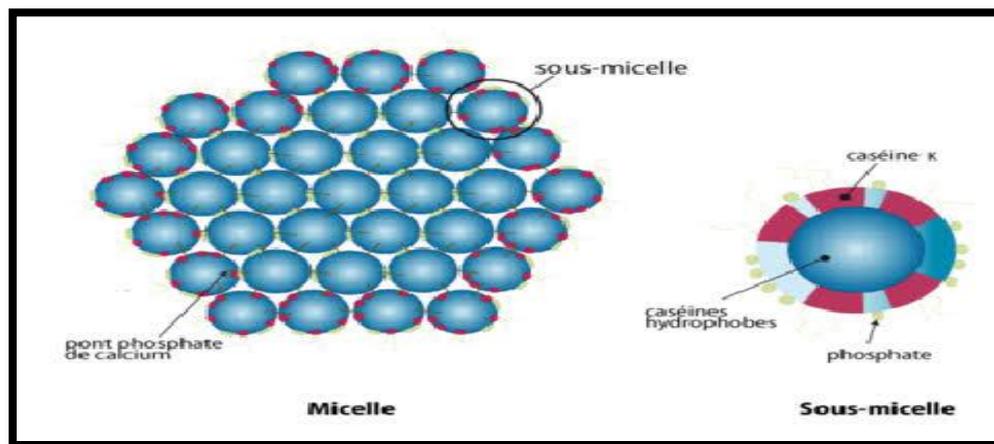


Figure 02 : Structure d'une micelle caséique du lait (**Chouarfi et Ferdes, 2017**).

2.3.2. Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28 % des protéines du lait de vache et 17 % des matières azotées (**Ghaoues, 2011**).

Thapon, (2005) cité par Debabi et Kouadri, (2015) définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont des remarquables propriétés fonctionnelles mais elles sont sensibles à la dénaturation thermique.

2.3.2.1. α -lactalbumine

L' α -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant deux variantes génétiques (A, B). C'est une métalloprotéine du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22 % des protéines du sérum (**Vignola, 2002**).

2.3.2.2. β -lactoglobuline

La β -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55 %. Son point isoélectrique est 5,1. La β -lactoglobuline est une

protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G) (Vignola, 2002). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une β -lactoglobuline se fait également par un pont disulfure (Ghaoues, 2011).

2.3.2.3.Sérum-albumine

Elle représente environ 7 % des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés, comptant un seul variant génétique A, elle est identique au sérum albumine sanguine (Vignola, 2002).

2.3.2.4.Immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines: IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (Ghaoues, 2011).

2.3.2.5.Protéoses peptones

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4,6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (Ghaoues, 2011).

2.4.Lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puis qu'il constitue environ 40% des solides totaux (Kourghli et Hadj Ammer, 2018). Le lactose, c'est un disaccharide constitué par de l'alpha(α) ou bêta (β) glucose ou bêta (β) galactose (Luquet et al., 1985 ; Briki et Mekhermeche, 2017). Il est synthétisé à partir du glucose prélevé dans le sang par la mamelle (Goursaud, 1985 ; Briki et Mekhermeche, 2017).

Le lactose c'est un solide blanchâtre, avec un pouvoir sucrant 4 fois plus faible que le saccharose. (Betka et Saidani, 2018). Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose (Mathieu, 1999 ; Hamou, 2015).

Les propriétés physiques qui comptent le plus dans les transformations industrielles sont la solubilité, la cristallisation et le pouvoir sucrant (Amiot et al., 2002 ; Kourghli et Hadj Ammer, 2018). Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de

produits laitiers : Fermentation alcoolique, fermentation butyrique, fermentation propionique et fermentation lactique (**Benhedane, 2012**).

Le lactose peut subir quelques transformations chimiques lors des fabrications industrielles de différents produits laitiers. Les principales sont l'hydrolyse, le brunissement non enzymatique, qui peut se faire par la réaction de Maillard, et la fermentation (**Kabir, 2015**).

2.5. Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**Gaucheron, 2004 ; Debabi et Kouadri, 2015**). Ils ont un rôle structural et fonctionnel, ils sont souvent impliqués dans le mécanisme physiologiques (régulation nerveuse ou enzymatique, contraction musculaire ...) (**Zanoun et Kahlouche, 2018**). Les différents minéraux du lait sont représentés dans le tableau 03.

Tableau 03: Composition minérale du lait de vache (**Jeantet et al., 2007 ; sehli, 2017**).

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 indispensablement à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. On retrouve en très petite quantité dans les aliments. Nous examinerons ici leurs propriétés physicochimiques avant de traiter de l'aspect nutritionnel dans la section suivante. (**Vignola, 2002**).

On distingue d'une part les vitamines : hydrosolubles (vitamines de groupe B et vitamines C) en quantité constante, et d'autres part les vitamines liposolubles (A, D, E, et K) (Tableau 04) (**Jeantet et al., 2008 ; Debabi et Kouadri, 2015**).

Tableau 04: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Ghaoues, 2011).

Vitamine	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40 µg/100 ml
Vitamine D	2,4 µg /100 ml
Vitamine E	100 µg/100 ml
Vitamine K	5 µg/100 ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (Acide ascorbique)	2 mg/100 ml
Vitamine B1 (Thiamine)	45 µg/100 ml
Vitamine B2 (Riboflavine)	175 µg/100 ml
Vitamine B6 (Pyridoxine)	50 µg/100 ml
Vitamine B12 (Cyanobalamine)	0,45 µg/100 ml
Niacine et niacinamide	90 µg/100 ml
Acide pantothénique	350 µg /100 ml
Acide folique	5,5 µg/100 ml
Vitamine H (Biotine)	3,5 µg/100 ml

2.7.Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait, pouvant jouer un rôle très important soit par la lyse des constituants originaux du lait soit assurant un rôle antibactérien, soit des indicateurs de qualité hygiénique, de traitement thermique et d'espèce (Kourghli et Hadj Ammer, 2018).

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

pH et une température d'activité maximale (Tableau 05) (Veisseyre, 1975 ; Derriche et Djarloul, 2019).

Tableau 05 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).

Groupe D'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	Estérases			
	Lipases	8,5	37	Triglycérides
	Phosphate alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphate acide	4-5,2	37	Esters phosphoriques
	Protéases			
	Lysozyme	7,5	37	Paroi cellulaire microbienne
	plasmine	8	37	caséine
Déshydrogénases Ou oxydases	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéines-peptides
	Xanthine oxydas	8,3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactopéroxydase	6,8	20	Composés réducteurs +H ₂ O ₂
	catalase	7	20	

2.8. Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous (5% en volume), essentiellement du dioxyde de carbone (CO₂), du diazote (N₂) et de l'oxygène (O₂). Les différents composants qui ont été développés dans cette partie relèvent de l'aspect chimique. Il est toutefois intéressant de signaler que le lait est un excellent milieu de culture et de protection pour certains germes, en particulier pour les bactéries pathogènes (la flore), dont la prolifération dépend essentiellement de la température ainsi que des micro-organismes et de nombreux enzymes (lipase) (Idrissi, 2011).

3. Facteur de Variations de 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). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter (**Coulon, 1994** in **Pougheon, 2001**).

3.1. Facteurs intrinsèques

3.1.1. 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 (**Ghaoues, 2011**).

3.1.2. Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2ème mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**Ghaoues, 2011**).

3.1.3. Age et nombre de vêlage

La quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5ème, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7ème. Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Melahi et Benhila, 2017**).

3.1.4. Etat sanitaire

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (**Badinand, 1994 ; Debabi et Kouadri, 2015**). Les mammites sont les

infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers. Elles sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation des laits et du rendement fromager (**Toureau et al., 2004 ; Debabi et Kouadri, 2015**).

3.2. Facteurs extrinsèques

3.2.1. 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 de 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 (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues).

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 AG de la matière grasse du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001 ; Ghaoues, 2011**).

3.2.2. Saison et climat

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (**Coulon et Hoden, 1991 ; Debabi et Kouadri, 2015**).

A partir des travaux réalisés par Spike et Freeman, (1967) in Debabi et Kouadri, (2015). il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver. Chez des vaches de type pie noire, ils atteignent 3g/Kg pour le taux butyreux et près de 2 g/Kg pour le taux protéique.

4. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Tableau 06) (**Damim, 2019**).

Tableau 06 : Propriétés physicochimiques du lait (Vignola, 2002).

Constantes	Valeurs
pH (20 °C)	6.6 à 6.8
Acidité titrable	13 à 17
Densité (20°C)	1,028 à 1,036
Point de congélation	-0.530 °C à -0.575°C
Point d'ébullition	100.5 °C

4.1.Masse volumique

La masse volumique du lait est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de lait divisée par son volume. Comme la masse volumique du lait entier à 20°C est en moyenne de 1030 kg.m⁻³. La masse volumique, est une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température (**Zanoun et Kahlouche, 2018**).

4.2.Densité

Elle est également liée à sa richesse en matière sèche un lait pauvre aura une densité faible ; il faut cependant nuancer cette remarque, car le lait contient de la matière grasse de densité inférieure à 1 (0.93 à 20°C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue et, qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée (**Luquet, 1985 ; Ait ouali et Akkouché, 2012**).

4.3.Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de - 0,555 °C à - 0,530 °C. Un point de congélation supérieur à - 0,530 °C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'un cryoscope (**Vignola, 2002**).

4.4.Point d'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, soit : 100.5 °C (**Amiot et al., 2002 ; Belmegdad et Bentaieb, 2018**).

4.5. Acidité de titration ou acidité Dornic

L'acidité de lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en générale la phénophtaléine. Elle est exprimée en "degré Dornic" (°D), ce dernier exprime la teneur en acide lactique: 1°D = 0,1g d'acide lactique. L'acidité titrable est comprise entre 15 °D et 18 °D (Alais, 1984 ; Ali saoucha, 2017).

4.6. 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 (H₃O⁺) 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 ; Chouarfi et Ferdes, 2017).

5. Qualité organoleptique du lait

Rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais (Tableau 07) (Vierling, 2003 ; Benissad et Djoudi 2015).

5.1. Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A, qui passe directement dans le lait) (Fredot, 2005 ; Briki et Mekhermeche, 2017).

Le lait contient deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (Reumont, 2009 ; Briki et Mekhermeche, 2017).

5.2. Odeur

L'odeur est caractéristique du lait, du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages

à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (**Vierling, 2003 ; Benissad et Djoudi, 2015**).

5.3. Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru.

Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum.

L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Damim, 2019**).

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 dépend également de paramètres technologiques. Elle 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. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée (**Rheotest, 2010 ; Khemiri et Semda, 2017**).

La viscosité est fonction de l'espèce, c'est ainsi que l'on distingue :

- Un lait visqueux chez les monogastriques (jument, ânesse, carnivores, et femme etc.)
- Un lait moins visqueux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache (**Wendmisida, 2013**)).

Tableau 07: Caractères organoleptiques du lait cru normal et anormal (**Himoud et al., 2009**).

	Caractère normale	Caractère anormale
Couleur	Blanc mat Blanc jaunâtre : lait riche en crème	Gris jaunâtre : lait de mammité, 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 mammité Goût amer : lait très pollué par des bactéries
Consistance	Homogène	Grumeleuse : mammité visqueuse ou Coagulée (pollution bactérienne).

6. Caractéristiques microbiologiques de lait

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. De ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle et une flore de contamination (**Benissad et Djoudi, 2015**).

6.1. Flore originelle

Le lait contient peu de Microorganismes, lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques, lactobacilles. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (Streptocoque pyogène, corynébactéries pyogènes, des staphylocoques) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale Salmonella, Brucella, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, mycobactérie, *Bacillus anthracis* et quelque virus (**Benissad et Djoudi, 2015**).

6.2. Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble de micro-organismes contaminants le lait, de la récolte jusqu'à la consommation (**Vignola, 2002**).

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine diverses :

- Fèces et téguments de l'animal: coliformes, entérocoques, clostridium, éventuellement entérobactéries pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*)... etc ;
- Sol : *Streptomyces*, *Listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques, ...etc ;
- Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, *Clostridium butyriques* (ensilages).
- Air et eau : flores diverses dont *Pseudomonas*, bactéries sporulées, etc ;
- Equipement de traite et de stockage du lait: microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Entérocooccus*), *Leuconostoc*, etc. Cette flore est souvent spécifique d'une usine ;
- Manipulateurs: staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes provenant de contamination fécale (**Guiraud, 1998 in Gherbi, 2017**).

7. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait est un aliment liquide, mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides. Sa valeur énergétique est de 720 Kcal/l (**Cheftel et Cheftel, 1992 ; Ait ouali et Akkouche, 2012**). Le lactose est le sucre prédominant dans le lait, il est connu pour jouer un rôle important dans la formation et la croissance du système nerveux des mammifères (synthèse de galactosides) (**Thapon, 2005 ; Salhi et Medjoudj, 2013**).

Le lait n'est cependant pas un aliment complet, car carencé en fer et acides aminés soufrés (méthionine, cystéine). Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et des minéraux d'intérêt nutritionnel (calcium et phosphore) sous forme organique et minérale facilement assimilable par l'organisme (**Gherbi, 2017**).

Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de leur croissance durant la période néonatale (**Boukertouta et Draïdi, 2014**).

8. Place du lait dans l'alimentation

Le lait joue, un rôle très important dans l'alimentation humaine, tant au point de vue calorique que nutritionnel. Comparativement aux autres aliments, il constitue un élément de haute valeur nutritionnelle.

L'intérêt alimentaire du lait est qu'il:

- Une source de protéides d'excellente valeur biologique.
- La principale source de calcium
- Une source de matière grasse

- Une bonne source de vitamines (**Kizi et Makdoud, 2014**).

9. Procédé de conservation du lait

9.1.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 [1].

9.1.1. Réfrigération

La réfrigération est une technique de semi conservation, et consiste à placer les denrées dans une enceinte maintenue vers +5°C. Cette température freine les développements des germes mésophiles par contre ce traitement est sans effet sur psychrophiles, qui se développent à la température de réfrigération (**Boukertouta et Draïdi, 2014**).

9.1.2. Congélation

La congélation est une technique de conservation des aliments qui maintient la température à la cours de la denrée jusqu' à -18° C. Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments. On assiste alors à une diminution importante de l'eau disponible, soit à une baisse de l'activité de l'eau (Aw), ce qui ralentit ou stoppe l'activité microbienne et enzymatique (**Darinmoub, 2009**). Selon le même auteur, la congélation permet donc la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération.

9.2.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 ré-contaminations microbiennes ultérieures [2].

9.2.1. 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 °C particulièrement à 115 °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 °C [1].

9.2.2. Pasteurisation

Est un processus de traitement thermique qui vise à détruire certains micro-organismes présents dans un produit, alors le processus de pasteurisation consiste à chauffer l'aliment jusqu'à une certaine température, souvent inférieure à 100 °C, elle est employée pour les aliments qui nécessitent uniquement la destruction des germes pathogènes ou toxigènes (Adrian, 1987).

Le lait pasteurisé est de bonne qualité organoleptique. Les macronutriments sont bien conservés ainsi que les vitamines [2].

10. Différents types du lait de consommation

10.1. Différenciation selon la teneur en matières grasses

Par le mélange du lait non écrémé et du lait écrémé, la laitière produit trois types de laits standardisés dont les teneurs en matière grasse sont fixées par la loi :

10.1.1. Lait entier

Il contient généralement 3,5 % de la matière grasse s'il n'est pas homogénéisé, les matières grasses remontent à la surface et forment une couche de crème. Cette couche de crème est absente dans le lait homogénéisé, car la matière grasse est en suspension dans le lait. Ce lait est enrichi de vitamine D (Ahmed belhalili, 2014).

10.1.2. Lait partiellement écrémé

Il contient 1 ou 2 % de matière grasse. Il a presque la même valeur nutritive que le lait entier, à l'exception des matières grasses, ce qui entraîne une diminution de la valeur énergétique. Son goût est légèrement moins riche que celui du lait entier. On lui ajoute de la vitamine A pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D (Anonyme, 2014).

10.1.3. Lait écrémé

Il contient au maximum 0,3 % de matière grasse. On y ajoute de la vitamine A pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D (Anonyme, 2014).

10.2. Différenciation selon le traitement thermique

10.2.1. Lait cru

Le lait cru est un produit intéressant sur le plan de la nutrition puisqu'il n'a subi aucun traitement d'assainissement lui permettant d'assurer une meilleure conservation, sa production et sa commercialisation doivent être sévèrement contrôlées en raison des risques qu'il peut présenter pour la santé.

En effet, il doit :

- Provenir d'animaux reconnus indemnes de brucellose et de tuberculose (maladies transmissibles de l'animal à l'homme) dans le cadre de prophylaxie collective obligatoire.
- Être préparé (traite, conditionnement, stockage) dans des conditions hygiéniques satisfaisantes.
- Satisfaire à des critères microbiologiques déterminés (témoins de contamination) jusqu'à la date limite de consommation (**Bettayeb et Hamichi, 2019**).

10.2.2. Lait pasteurisé

La pasteurisation a pour but de détruire tous les micro-organismes pathogènes potentiellement présents dans le lait ainsi que la plus grande partie des autres microorganismes et des enzymes susceptibles d'altérer les propriétés organoleptiques du lait (**Debabi et Kouadri, 2015**).

On distingue trois types de traitements :

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

Elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie (Fig. 03).



Figure 03: Pasteurisateur pour la pasteurisation basse (**Lazouni, 2015**).

- **Pasteurisation haute (71 - 72°C/ 15 - 40s) ou HTST)**

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 (Fig. 04).



Figure 04: Pasteurisateur HTST (Lazouni, 2015).

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

Elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites (Figu 05) (Ghaoues, 2011).



Figure 05: Thermoflach pour pasteurisation flash (Lazouni, 2015).

10.2.3. Laits stérilisés

Selon le procédé de stérilisation qui est une conservation du lait par la destruction thermique des germes capables de s'y développer, et qui se fait avec des échangeurs thermiques à plaques ou tubulaires, on peut distinguer le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT.

Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation (**Bettayeb et Hamichi, 2019**).

10.2.3.1. Lait stérilisé

C'est un lait conditionné- stérilisé après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes les microorganismes pathogènes. La stérilisation est réalisée à une température de 100 -120°C pendant une vingtaine de minutes, il peut se conserver très longtemps à température ambiante (**Bennacef et Sahed, 2018**).

10.2.3.2. Lait stérilisé UHT

C'est un lait traité par la chaleur, qui doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à 135-150°C pendant 25 secondes environ (**Bennacef et Sahed, 2018**).

10.3. Autres laits

10.3.1. Lait concentré

Lait concentré c'est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre (**J.O.R.A., 2001**). La stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau (aw). On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre. Le principe consiste à effectuer une évaporation sous vide afin d'abaisser la température d'ébullition. L'évaporation s'effectue dans des évaporateurs tubulaires ou à plaques. L'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par abaissement de l'aw (**Benomar et Makabrou, 2016**). 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 ; Benomar et Makabrou, 2016**).

10.3.2. Lait aromatisé

Rappelle que cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement de lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des

colorants généralement autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement : abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise.

Les laits aromatisés peuvent avoir subi l'addition d'agar-agar, alginates, carraghénanes et pectines comme stabilisants. Ils sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT (Vierling, 1999 ; Ghaoues, 2011).

10.3.3. Lait en poudre

Il est fabriqué par une dessiccation, c'est un traitement qui permet une longue conservation puisque les micro-organismes ne peuvent se multiplier sans eau (Idrissi, 2011).

11. Composants indésirables de lait

La mamelle est un émonctoire et le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit du constituant original, soit de composés dérivés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement (pesticides), de traitements prescrits à l'animal (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones) (Mahieu *et al.*, 1977).

11.1. Antibiotiques

Les résidus d'antibiotiques, surtout si ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites, leur présence dans le lait offre un double inconvénient, ainsi pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes allergiques et cancérogènes (Kigmou et Belaroussi, 2019).

11.2. Pesticides

Les résidus de pesticides sont des substances polychlorées, liposolubles, et s'accumulent donc dans les graisses de réserve. Lors de la fonte des graisses, les substances emmagasinées sont brusquement remises en circulation, et des manifestations d'intoxication peuvent apparaître (Kigmou et Belaroussi, 2019).

11.3. Radioéléments

Les radioéléments, provenant surtout des retombées consécutives aux explosions atomiques mais aussi à l'emploi de plus en plus fréquent de ces isotopes (Madelmont et Michon, 1964). Certains, comme l'iode, ont une durée de vie suffisamment courte pour ne pas constituer un danger grave pour le consommateur. Certains sont indiscutablement

dangereux en raison de la longue durée de vie et des possibilités de stockage dans le corps tel le Strontium (**Kigmou et Belaroussi, 2019**).

11.4. polychlorobiphényles

Certains produits chimiques, comme les phtalates, les esters de l'acide sébacique et certains polychlorobiphényles, présentent un certain degré de toxicité pour l'homme, d'autant plus que ces substances sont stables dans l'organisme où elles s'accumulent dans le tissu adipeux. Ces contaminations posent des problèmes particuliers, parce qu'il est souvent difficile d'en apprécier les conséquences à long terme sur la santé (**Kigmou et Belaroussi, 2019**).

11.5. métaux

Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé, on peut citer le sélénium, l'arsenic, le plomb, le mercure et le cadmium (**Vanier, 2005**) cité par (**Kigmou et Belaroussi, 2019**).

12. Maladies transmises par le lait

12.1. Listériose

Listeria monocytogenes, capable de se développer à faible température, provoque une toxi-infection qui a le plus souvent, pour origine la consommation de lait cru ou de fromages crus, élaborés à partir de laits contaminés. Atteignant essentiellement des personnes fragiles ou immunodéprimées, la listériose se caractérise par un syndrome grippal, parfois compliqué de méningite, de méningo-encéphalite, ou d'avortements dans le cas de femmes enceintes (**Milhaud, 1999**) cité par (**Salhi et Medjoudj, 2013**). La contamination du fœtus par la mère au cours du 2^{ème} ou 3^{ème} trimestre de la grossesse peut causer une naissance prématurée, la mort du fœtus in utero ou une souffrance fœtale (**Samake, 2003** cité par **Salhi et Medjoudj, 2013**).

12.2. Tuberculose par *Mycobacterium bovis*

Historiquement, les tuberculoses des animaux familiers ou celles du bétail, dues à *Mycobacterium bovis*, étaient à l'origine de nombreux cas humains. L'homme se contaminait par voie respiratoire, par consommation de lait cru (**Milhaud, 1999**) in (**Salhi et Medjoudj, 2013**). Cette tuberculose se caractérise par la fréquence des localisations extra-pulmonaires et des formes disséminées. La fréquence de la tuberculose bovine chez l'homme dépend

donc de l'atteinte du bétail et des quantités de lait cru ou insuffisamment thermo-traité consommé par la population (Salhi et Medjoudj, 2013).

12.3. Brucellose (fièvre de malte, fièvre ondulante)

Maladie grave par ses complications d'endocardite, d'arthrite, ou d'orchite, elle a le plus souvent pour origine un contact direct avec un animal de rente, ses tissus, ou ses excréments. Dans ce cas il s'agit d'une maladie professionnelle qui atteint les éleveurs, les vétérinaires. Plus rarement, l'homme se contamine lors de la consommation de lait cru de vache ou de chèvre. La brucellose est due à des bactéries, hôtes d'animaux domestiques ou sauvages, du genre *Brucella*, espèces *abortus* (bovins). La protection de l'homme est assurée par un cheptel sain. Elle est pratique, selon la situation épidémiologique, soit la vaccination du bétail, soit l'abattage des animaux malades ou reconnus porteurs de germes (Salhi et Medjoudj, 2013).

12.4. Infection à *Clostridium botulinum*

Le botulisme est une maladie rare mais potentiellement grave due à la toxine produite par *Clostridium botulinum*. La toxine botulique bloque la neurotransmission des systèmes nerveux périphérique et autonome, et la maladie se caractérise par des paralysies flasques, symétriques et descendantes sans atteinte du système sensoriel. L'intoxication botulique, causée par l'ingestion directe de toxine botulique préformée dans un aliment, est la forme la plus classique de la maladie. A l'opposé, la toxi-infection botulique chez le nourrisson, autrement dit le botulisme infantile, est la conséquence de l'ingestion de spores de *C. botulinum* (Espie et al., 2010) in (Salhi et Medjoudj, 2013).

12.5. Salmonelloses

Les Salmonelles sont responsables de toxi-infections. Des épidémies de fièvre typhoïde et paratyphoïde ont pour origine la consommation des laits n'ayant pas subi de traitement thermique ou recontaminé. Bien que le plus souvent correctement maîtrisé, le syndrome gastro-intestinal salmonellique peut être mortel chez les individus sensibles : nourrissons, vieillards, immunodéprimés. Par ailleurs, l'apparition de souches de Salmonelles multi résistantes aggrave le risque, et pose, en particulier, le problème plus général de l'utilisation des antibiotiques en élevage (Salhi et Medjoudj, 2013).

12.6. Shigellose

La shigellose est une cause relativement fréquente d'infection entérale bactérienne. *Shigella* est responsable, notamment, de syndromes dysentériques avec fièvre, douleurs abdominales et diarrhée. Dans certains cas s'y associent des signes neurologiques (convulsion, léthargie). La dysenterie bacillaire est répandue dans le monde entier mais elle sévit surtout dans les régions aux conditions d'hygiène précaires (guerres, camps de réfugiés). Dans les pays tropicaux en voie de développement, la dysenterie bacillaire associée à la malnutrition est responsable d'une forte morbidité et mortalité (**Bennish et Wojtyniak, 1991 in Salhi et Medjoudj, 2013**).

12.7. Colibacillose

Parfois des affections gastro-intestinales sont attribuées aux colibacilles des germes *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Proteus* d'après diverses observations souvent insuffisantes. *Escherichia coli* appartient à la famille des Entérobacteriace. Les souches pathogènes provoquant la maladie sont groupées en deux catégories : Les entérotoxigène, les entéroinvasives. Certaines souches d'enterotoxigène produisent un à deux types de toxines, l'une thermolabile et l'autre thermostable qui au contact de l'intestin grêle colonisent les cellules épithéliales de celui-ci. Les *Escherichia coli* sont très facilement véhiculés par la poussière qui constitue une source importante de contamination en élevage. Un grand nombre d'aliments a été associé à des infections à *E. coli*. Les aliments plus particulièrement ceux à l'origine de différents foyers épidémiques sont : produits carnés : principalement de la viande de bœuf, lait et produits laitiers non pasteurisés (**Salhi et Medjoudj, 2013**).

12.8. Intoxication staphylococcique

Le principal danger de la contamination du lait par les Staphylocoques tient à la production par certaines Staphylococciques d'une entérotoxine capable de provoquer chez l'homme une gastro-entérite aiguë (**Abdussalam et al., 1962 in Salhi et Medjoudj, 2013**). *Staphylococcus aureus* seul n'est pas dangereux pour l'homme mais l'enterotoxine qu'il produit dans certaines situations est responsable de toxi-infections alimentaires qui se traduisent par des nausées, des douleurs abdominales et musculaire, des diarrhées, des maux de tête, voire de l'hypertension. La production de toxine dépend de la souche incriminée, du niveau de contamination du produit et du milieu. Les toxines produites résistent à la

pasteurisation, à la déshydratation, à la congélation et à différents enzymes protéolytiques (Billon *et al.*, 2009 in Salhi et Medjoudj, 2013).

12.9. Infection streptococcique

Infection streptocoque du groupe à provoquent chez l'homme plusieurs affection cliniques aigue : Angine, otite moyenne et scarlatine. Les germes sont introduits dans le lait par des personnes incubant une maladie à streptocoque, par des convalescents et par des porteurs. Dans certains cas, les personnes qui propagent l'agent infectieux contaminent les animaux laiteries, lesquels contractent ainsi des affections clinique ou sub-clinique du pis et, à leur tour, excrètent des quantités importantes de streptocoques dans leur lait. Ce lait consomme frais ou insuffisamment traite peut être pour l'homme une source d'infections sporadiques ou épidémique. Les streptocoques du groupe B, qui provoque souvent des mammites dans les climats tempères, ne sont que faiblement pathogènes pour l'homme (Salhi et Medjoudj, 2013).

Chapitre II : Le lait pasteurisé conditionné

Chapitre II : Le lait pasteurisé conditionné

1. L'industrie laitière algérienne

Le développement du secteur agricole et agroalimentaire constitue un enjeu majeur pour l'Algérie sur le plan économique, politique et social. Le chiffre d'affaires réalisé par l'industrie agroalimentaire représente 40 % du total du chiffre d'affaires des industries algériennes hors hydrocarbures (**Debabi et Kouadri, 2015**).

La consommation des produits laitiers a connu une croissance continue; l'Algérie étant le premier consommateur du lait au sein du grand Maghreb, cette filière est menacée par la conjoncture actuelle : Les entreprises évoluent de plus en plus dans des environnements où les avancées technologiques et l'innovation sont des facteurs essentiels pour l'obtention d'avantages concurrentiels (**Amellal, 1995**) in (**Leksir, 2013**).

2. Définition du lait pasteurisé conditionné (LPC)

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru du lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit de 90 à 98 % de la flore microbienne contenue dans le lait, notamment tous les germes pathogènes non sporulés et plus particulièrement les germes de la tuberculose et de la brucellose (**M'Boya et al., 2001**). Il peut être conservé à une température inférieure ou égale à 6°C pendant une durée de 7 jours à compter de la date de fabrication (**JORA, 1993**).

3. Processus de fabrication du lait pasteurisé

3.1. Réception

L'étape de réception du lait doit se faire sans bris des globules gras ni incorporation d'air dans la conduite de lait tout en maintenant les contrôles de qualité nécessaires [3].

3.2. Clarification

La clarification est l'opération par laquelle le lait est soumis à une force centrifuge dans le but d'en extraire les particules plus denses, tels les débris cellulaires, les leucocytes et les matières étrangères. On effectue généralement cette opération entre la section de régénération et la section de chauffage du pasteurisateur à plaques; dans ce cas, l'appareil est généralement une combinaison séparateur-clarificateur [3].

3.3. Standardisation

En offrant à sa clientèle un choix de laits à différentes teneurs en matière grasse. 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 [3].

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 (Fig. 06). Ce système peut être facilement contrôlé, puisque le mélange se fait avec deux produits dont le taux de matière grasse est connu. Mais de plus en plus on a recours à un type d'appareil complètement automatisé : Le clarificateur-séparateur-normalisateur est, en effet, programmé pour remélanger le lait écrémé et la crème, séparés dans un premier temps au cours d'un écrémage partiel ou total du lait. 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 [3].

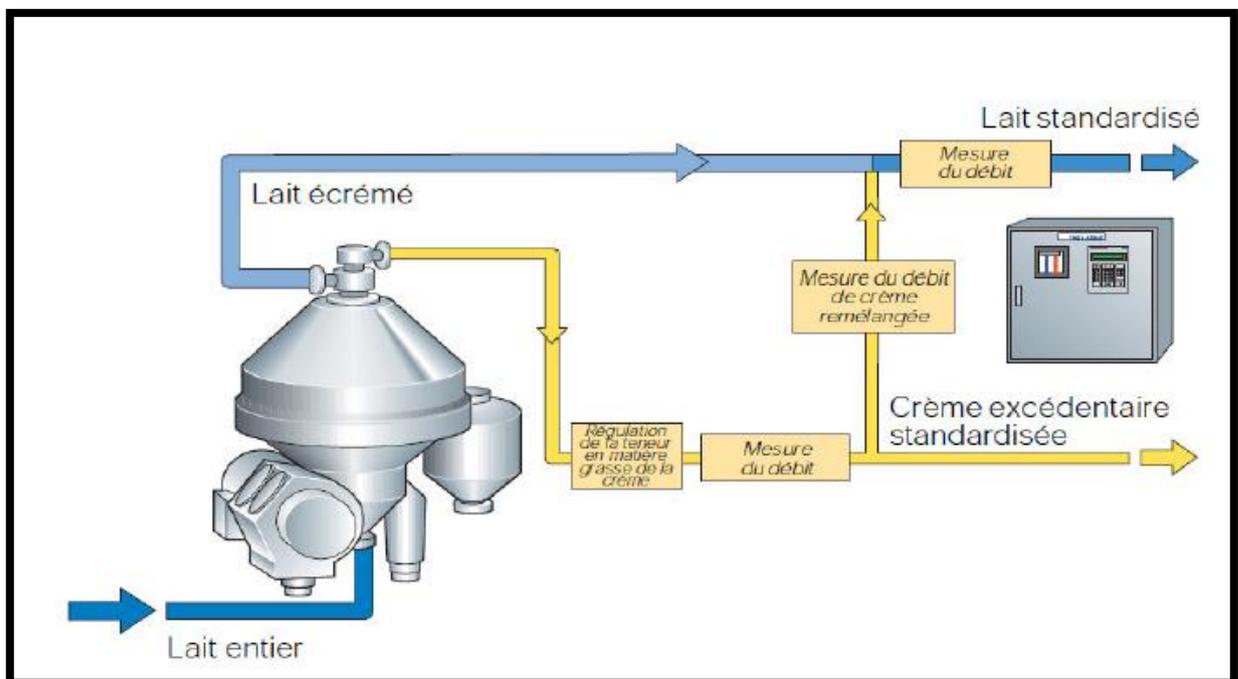


Figure 06 : Principe de standardisation directe en ligne de la crème et du lait [3].

3.4. Homogénéisation

L'homogénéisation présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide. L'efficacité de l'homogénéisation dépend principalement de trois facteurs : la température, la pression et le type de valve. La condition mécanique de l'homogénéisateur, l'incorporation d'air dans le circuit et la nature des produits traités peuvent aussi modifier les effets du traitement (Fig. 07) [3].

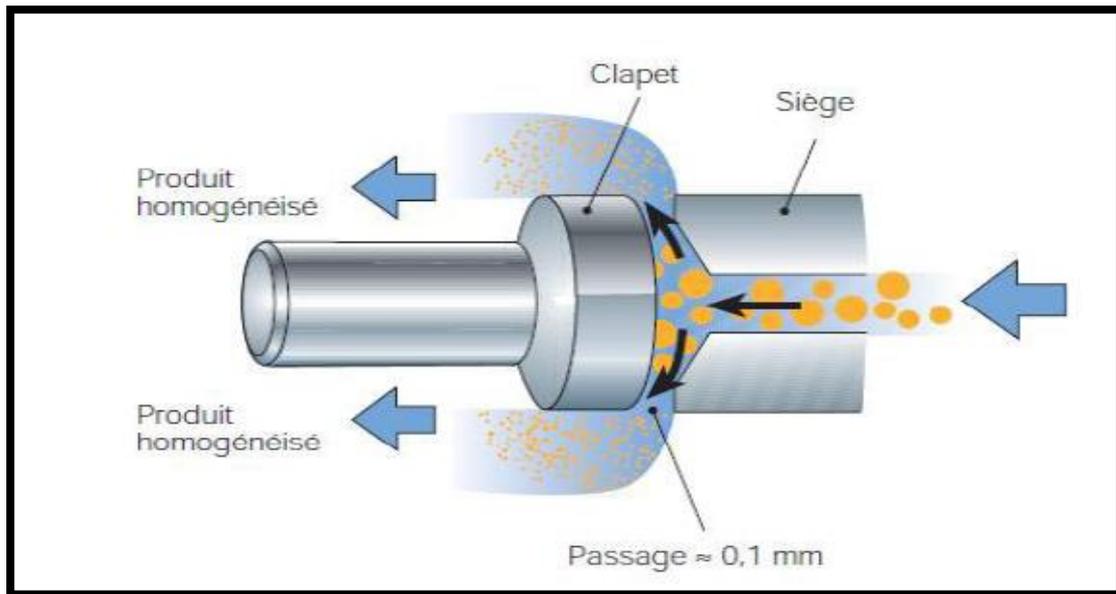


Figure 07 : Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur [3].

3.5. 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 conservation. Cette étape est utilisée pour produire plusieurs produits comme le lait pasteurisé et le beurre pasteurisé [3]. Le barème de pasteurisation utilisé est de 85°C pendant 15 à 20 secondes (Sadelli et Oulmi, 2013).

- **Appareils de basse pasteurisation**
- ✓ **Cuve à double paroi**

Ces pasteurisateurs sont essentiellement constitués par une cuve à double paroi conditionnée. Dans cette cuve le lait est chauffé à 63°C puis maintenu à cette température pendant 30 mn avant d'être refroidi. Un agitateur mélange le lait au cours de l'opération afin d'accélérer les échanges thermiques (Debabi et Kouadri, 2015).

➤ Appareils de haute pasteurisation

Jacquinet, (1986) cité par Debabi et Kouadri, (2015) a signalé que le fonctionnement est toujours continu. Le lait s'écoule en couche mince le long d'une ou de deux paroi chauffantes. D'après l'auteur nous pouvons distinguer :

✓ Pasteurisation tubulaires

Le lait traverse le faisceau dans lequel il est chauffé sur une ou deux faces selon le cas par l'action de l'eau chaude circulant à contre-courant.

✓ Pasteurisation à plaques

Ils comportent principalement une série de plaques ondulées ou nervurées en nombre variable, serrées les unes contre les autres. L'espace qui sépare les deux plaques consécutives (3 à 4 mm) est parcouru par le lait alors que l'élément chauffant (eau ou vapeur à basse pression) circule à contre-courant dans les espaces qui précèdent et qui suivent immédiatement (**Debabi et Kouadri, 2015**).

3.6. Refroidissement

Après la pasteurisation, le refroidissement du lait à une température voisine du point de congélation favorise une plus longue conservation, au stade post-pasteurisation et lors du conditionnement, à fin d'éviter toute contamination, spécialement par les bactéries psychrotrophes qui sont responsables de la détérioration des produits pasteurisés (**Vignola, 2002**).

3.7. 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 [3].

3.8. Entreposage

Un stockage prolongé du lait pasteurisé à des températures de réfrigération favorise la croissance des bactéries psychrotrophes, qui sont capables de détériorer la qualité dans l'industrie laitière. *Pseudomonas* est identifié comme étant le principal type de bactéries de

contamination du lait pasteurisé, à la fin de sa durée de vie, s'il est stocké à la température de 4°C (Figu08) (Kigmou et Belaroussi, 2019).

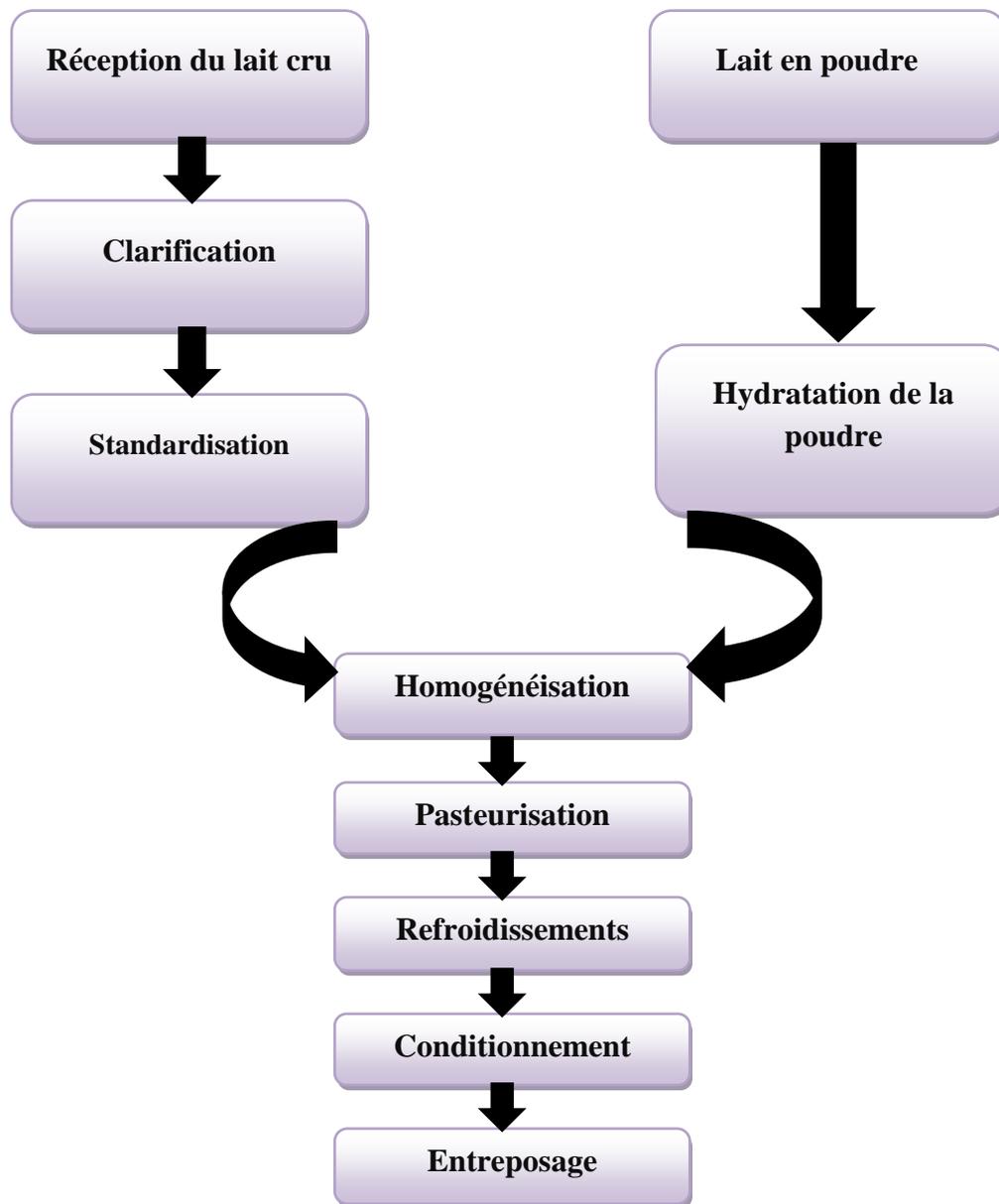


Figure 08 : Diagramme de fabrication du lait pasteurisé conditionné (Vignola, 2002).

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.

- Elle consiste à porter le lait à une température de 62 à 65°C pendant 30 minutes et à le refroidir ensuite à 12° C ou à une température inférieure (**Génin, 1935 ; Chouarfi et ferdes, 2017**).

Alors que les inconvénients de la pasteurisation sont :

- La pasteurisation diminue la teneur en crème du lait. Dès que la température dépasse 62°, cette diminution est sensible, et entre 63 et 64°, elle peut atteindre 20-30%.
- La pasteurisation peut entraîner une modification de la constitution chimique du lait. L'albumine résiste à une température de l'ordre de 63°, mais à 65°, elle est en partie précipitée.
- 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 organismes qui résistent à la chaleur ; aussi, après pasteurisation, devient-il rapidement inemployable (**Génin, 1935 ; Chouarfi et ferdes, 2017**).

5. Types de contenants

5.1. Contenant en carton

Malgré la faible résistance du carton, ce dernier est apprécié par les consommateurs pour son apparence, sa forme et sa commodité. Il permet, en outre, une bonne protection du produit. Fabriqué de carton enduit de polyéthylène, il est généralement pré-assemblé en usine. Parfois de fabrication plus sophistiquée pour répondre à des usages particuliers, il peut être recouvert d'une mince couche d'aluminium sur sa surface intérieure, formant ainsi une barrière efficace contre la pénétration d'oxygène et préservant mieux le produit. Les équipements utilisés pour ce type d'emballage sont nombreux et offrent beaucoup de flexibilité et de rapidité. L'opération entière, incluant le montage du contenant, le remplissage, le scellage et la mise en caisses, est de plus en plus intégrée pour répondre aux exigences nouvelles des usines [3].

5.2. Contenant en plastique

Le contenant en plastique sous forme rigide ou flexible, est largement utilisé dans l'industrie laitière. Les avantages offerts par la forme flexible sont les suivants : Son coût

moindre ; la possibilité de fabriquer ou d'assembler directement les contenants sur la doseuse, réduisant d'autant le besoin d'espace d'entreposage ; le prix inférieur des doseuses requises... parmi les inconvénients des emballages flexibles, signalons leur manipulation difficile pour le consommateur et une protection insuffisante du produit contre les rayons lumineux [3].

5.3. Contenant en verre

Bien que pratiquement disparu de plusieurs marchés, existe encore dans certaines régions canadiennes et plus particulièrement aux États-Unis. Sa rigidité offre une certaine protection contre les chocs physiques et rend le produit plus attrayant [3].

**Chapitre III : Les analyses
physico-chimiques et
bactériologiques du lait
pasteurisé**

Chapitre III : Les analyses physico-chimiques et bactériologiques du lait pasteurisé

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

1. Les analyses physico-chimiques

1.1. Détermination de pH

L'acidité ionique ou pH du lait évalue sa concentration en ions hydronium libres ce qui donne une information sur son état de conservation vis-à-vis aux altérations probables par les germes lactiques (Sehli, 2017).

- **Matériel utilisé :** pH-mètre, bécher.
- **Méthode :**
 - Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
 - Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.
 - Introduire l'électrode dans le bécher contenant le lait pasteurisé à analyser dont la température doit être 20°C.
 - A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher (Sehli, 2017).

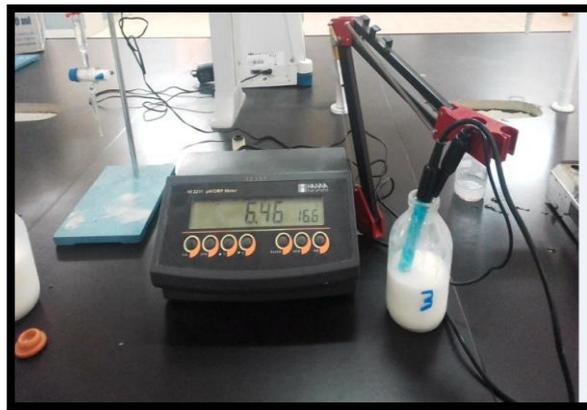


Figure 09 : Mesure du pH par un pH- mètre (Kigmou et Belaroussi, 2019).

1.2. Détermination de la densité

La densité de lait c'est le rapport entre la masse volumique de ce lait et celle d'un même volume d'eau à 20 °C. Elle est réalisée au moyen d'un thermo-lacto-densimètre.

La détermination de la densité est très important car:

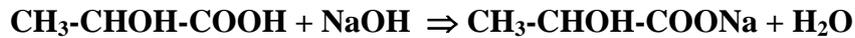
- Elle permet de détecter les fraudes comme le mouillage du lait.
- Elle nous indique la conformité du produit fini à la norme en vigueur (**Boucena, 2019**).
- **Matériel utilisé** : Eprouvette de 250 ml, lactodensimètre.
- **Méthode** :
 - Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter 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 ayant d'effectué la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque lire la température (**fig.10**) (**Chouarfi et Ferdes, 2017**).



Figure 10 : Mesure de la densité par lactodensimètre (**Sehli, 2017**).

1.3. Détermination de l'acidité

Il se base sur un titrage de l'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.



Acide lactique + Soude \Rightarrow Lactate de soude + Eau

- **Matériel utilisé :** Bécher, entonnoir, burette+ support, agitateur.

Les réactifs doivent être de qualité analytique. L'eau utilisée doit être de l'eau distillée.

- Solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol à 95%.
- Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0,1N.

- **Méthode :**

- Dans un bécher introduire 10 ml de lait prélevé à la pipette.
- Ajouter dans le bécher 5 gouttes de la solution de phénolphtaléine,
- Titrer par la solution d'hydroxyde de potassium 0,1N jusqu'au 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.

$$\text{Acidité} = V.10 (D^\circ)$$

V : volume (en ml) de la chute de la burette (Sehli, 2017).



Figure 11 : Mesure d'acidité titrable en $^\circ\text{D}$ pour le lait (Kigmou et Belaroussi, 2019).

1.4. Détermination de la matière grasse

Il s'agit de la séparation de la matière grasse (MG) du lait par centrifugation dans un butyromètre, après dissolution de protéine par l'acide sulfurique, l'apparition de la matière grasse est favorisé par l'addition d'une quantité d'alcool isoamylique.

Le butyromètre est gradué de façon à permettre une lecture directe de la teneur en matière grasse (**Hamou, 2015**).

- **Matériel utilisé :** Eprouvette graduée, pipette graduée, butyromètre, centrifugeuse.
- **Méthode :**
 - Introduire 10ml d'acide sulfurique dans le butyromètre.
 - Ajouter 11ml du lait.
 - Rajouter encore 1ml d'alcool isoamylique.
 - Boucher de butyromètre grâce à un poussoir.
 - Transvaser délicatement le butyromètre et placer le dans la centrifugeuse pendant 2min.
 - Lire directement sur le butyromètre les graduations contenant la matière grasse (**Hamou, 2015**).



Figure 12 : Photo de centrifugeuse de Gerber (**Kigmou et Belaroussi, 2019**).



Figure 13 : Photo de butyromètre (Kizi et Makdoud, 2014).

1.5. Détermination de la matière sèche totale "l'extrait sec total "

L'extrait sec est la masse restante après une dessiccation complète basé sur l'évaporation de l'eau d'un certain volume du lait (Hamou, 2015).

- **Matériel utilisé :** Capsule, pipette graduée, l'étuve, balance.
- **Méthode :**
 - Nettoyer et bien sécher les capsules.
 - Peser les capsules vides à l'aide d'une balance de précision (M0).
 - Ajouter 10ml du lait.
 - Mettre la capsule ainsi dans une micro-onde pendant 12min.
 - Peser à nouveau la capsule ressortit de micro-onde (M1).
 - Calculer le résultat d'extrait sec comme suite :

$$EST = M0 - M1 / E$$

M0 : poids de la capsule vide.

M1 : poids de la capsule après la dessiccation.

E : prise d'échantillon.

Le résultat est exprimé en g/l (Hamou, 2015).



Figure 14 : La balance analytique pour peser les prises d'essai (Sehli, 2017).



Figure 15 : La capsule dans l'étuve (Kigmou et Belaroussi, 2019).

1.6. Détermination du taux d'extrait sec dégraissé "ESD"

Le taux de l'extrait sec dégraissé exprime la teneur en éléments secs débarrassés de la matière grasse, beaucoup plus constante que la matière sèche totale, elle est presque toujours voisine de 90 g/l (Salhi et Medjoudj, 2013). La teneur en extrait sec dégraissé est déterminée par la soustraction de la teneur en matière grasse à l'EST.

La teneur en ESD est calculée comme suit :

$$\text{ESD (g/l)} = \text{EST} - \text{MG}$$

ESD: Extrait sec dégraissé ;

EST: Extrait sec total ;

MG: Matière grasse

2. Les analyses bactériologiques

Les analyses microbiologiques ont pour but de dénombrer les populations microbiennes et déceler les sources de contamination afin d'éviter toute forme de toxi-

infection alimentaire ou modification des caractères organoleptique du lait (**Kigmou et Belaroussi, 2019**).

2.1. Règles générales de bonne pratique au laboratoire

Afin d'éviter le transfert de germes d'un récipient à un autre, il faut donc respecter certaines règles lors des manipulations :

- Se laver les mains avant et après manipulation ;
- Nettoyer et aseptiser les paillasses avant et après manipulation ;
- Travailler le plus près possible du bec bunsen avec ustensiles stériles ;
- Travailler de façon absolument aseptique ;
- Toutes les boîtes de Pétri, bouillons ensemencés, ainsi que les ustensiles souillés (Pipettes, tubes...) devront être autoclaves ou décontaminés.

2.2. Préparation de la solution mère et dilutions décimales

Pour chaque produit laitier à analyser, les solutions mères ont été préparées par ajout de 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT) à 25 g du produit laitier à analyser. Ce mélange a été homogénéisé, marqué et déposé sur un portoir pendant environ 15 min. Les dilutions décimales ont été réalisées à partir de la solution mère jusqu'à la dilution 10^{-4} . La technique a consisté à prélever, à l'aide d'une pipette graduée, 1 ml de la solution mère puis à l'incorporer à 9 ml de Tryptone sel (TS). La solution obtenue a constitué la dilution 10^{-1} . Puis, 1 ml de cette dernière a été prélevé pour réaliser la dilution 10^{-2} en respectant le même protocole. Les dilutions successives ont été effectuées de la même manière en partant toujours de la dilution précédente (**Coulibaly et al., 2015**).

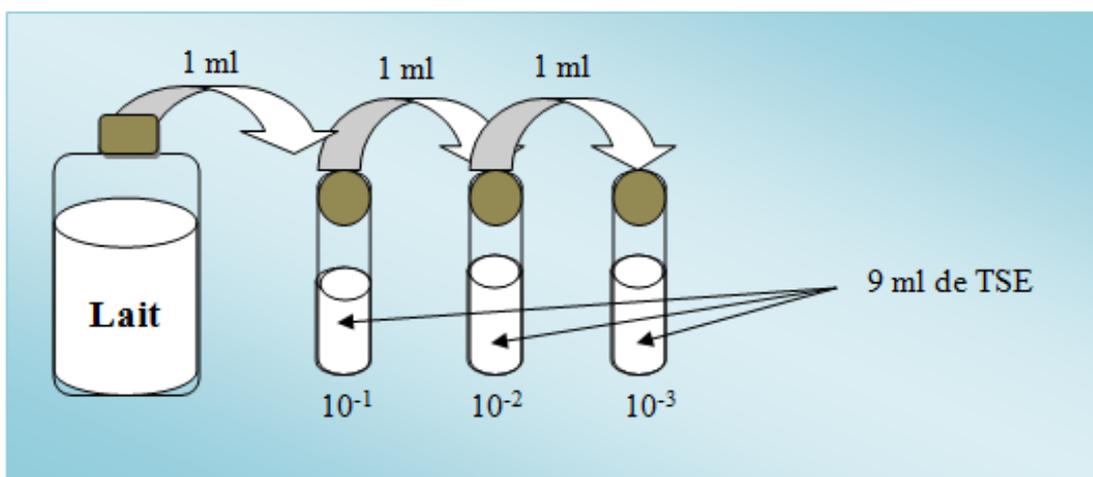


Figure 16 : Solution mère et dilutions décimales.

2.3. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (FAMT)

Le dénombrement des germes totaux à 30°C reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de la qualité des des aliments dans le contrôle industriel (Bonnyfoy et *al.*, 2002) in (Chouarfi et Ferdes, 2017).

- **Matériel utilisé :** Boîtes de Pétri, bec Bunsen, pipettes Pasteur.
- **Méthode :**
 - À partir des dilutions préparées, porter aseptiquement 1 ml de chaque solution dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage, et compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA « Plate Count Agar, fondue puis refroidie à 45 ± 1 °C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et vient en forme de « ∞ » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur paillasse (Kigmou et Belaroussi, 2019).
 - Les boîtes sont incubées à 30°C avec couvercles en bas pendant 72 heures avec : première lecture à 24 heures, deuxième lecture à 48 heures et une troisième lecture à 72 heures.
 - La lecture se fait par comptage des colonies ayant poussé sur les boîtes. Il faut compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :
 - ✓ Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
 - ✓ Multiplier le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
 - Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

Le calcul du nombre des microorganismes par millimètre de lait se fait selon la formule :

$$N = \frac{\Sigma C_n}{(n_1 + 0.1n_2)d}$$

N : Nombre d'UFC/ml

C_n : Somme totale des colonies comptées dans toutes les boîtes retenues

n₁ : Nombre des boîtes retenues à la première dilution

n₂ : Nombre des boîtes retenues à la deuxième dilution

d : Le facteur de dilution correspondant à la première dilution

- Les résultats sont exprimés en nombres de germes par millilitre.

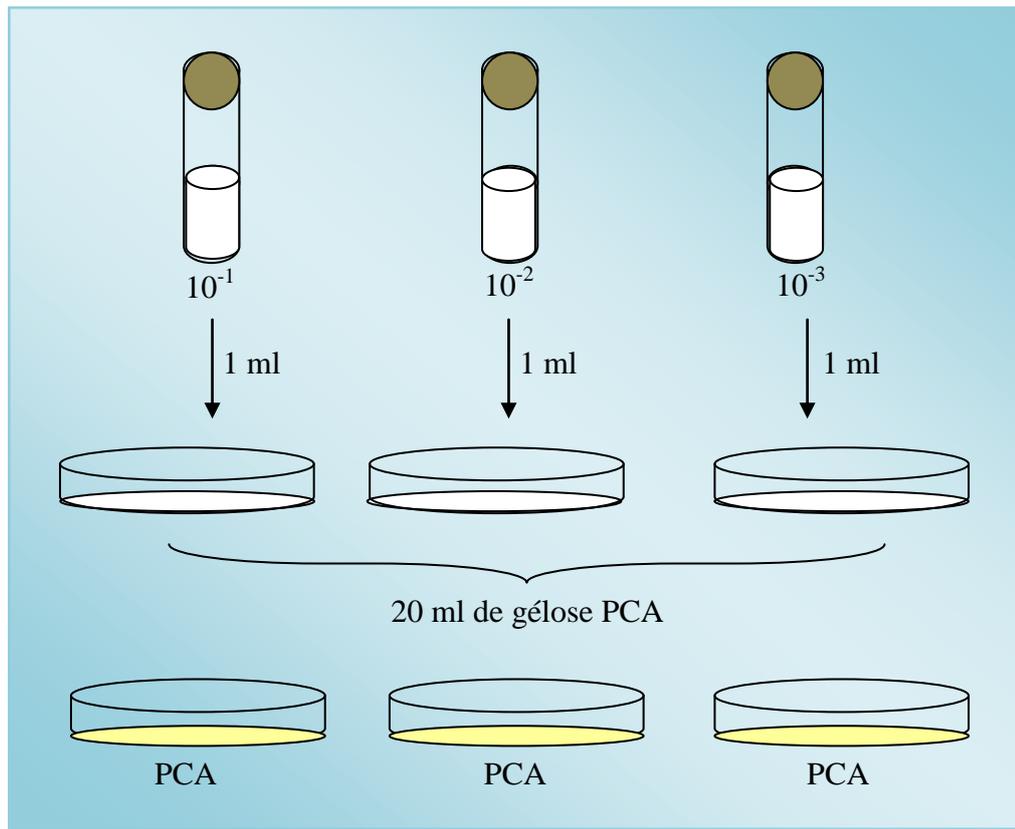


Figure 17: Dénombrement des germes aérobies mésophiles.

2.4. Dénombrement de la flore psychrophile

Certains micro-organismes sont capables de se développer à des températures inférieures à 5°C . Ces germes peuvent poser des problèmes au stade de la conservation du lait par réfrigération. Les opérations de dénombrement classiques sont utilisées. Le milieu de culture utilisé est de la gélose nutritive. Les boîtes de Pétriensemencées sont placées pendant 7 à 10 jours au réfrigérateur à 5°C . Certains auteurs recommandent une incubation d'une durée de 16 h à 17°C puis de 4 ou 5 jours à 5°C pour accroître la rapidité des résultats (Guiraud, 1998 in Chethouna, 2011).

2.5. Dénombrement des coliformes totaux et coliforme fécaux

Le dénombrement des coliformes dans le lait permet de mettre en évidence une pollution fécale et la possibilité d'une contamination par les entérobactéries témoin de l'efficacité des traitements thermiques et/ou d'une recontamination. De plus elles sont en elle-même un facteur de mauvaise conservation ou d'accidents de fabrication (J.O.R.A, 1998).

- **Matériel utilisé :** Boîtes de pétri, pipette pasteur, bec Bunsen

- **Méthode :**
 - A l'aide d'une pipette pasteur, prendre 20 gouttes (1 ml) de la dilution 10^{-2} ;
 - On les dépose dans une boîte de Pétri ;
 - Compléter avec le milieu de culture VRBL ;
 - Avec des mouvements de va et vient sous forme du numéro 8, agiter les boîtes de Pétri ;
 - Laisser solidifier sur la paillasse (**J.O.R.A, 1998**).
 - Les boîtes préparées sont solidifiées et incubées dans une température 37°C pendant 24 heures pour les coliformes totaux. et pour les coliformes fécaux 44°C pendant 24 heures.
- **Lecture :** Les coliformes (totaux et fécaux) apparaissent en masse sous forme des petites colonies de couleur rouge foncé et de 0.5 mm de diamètre.

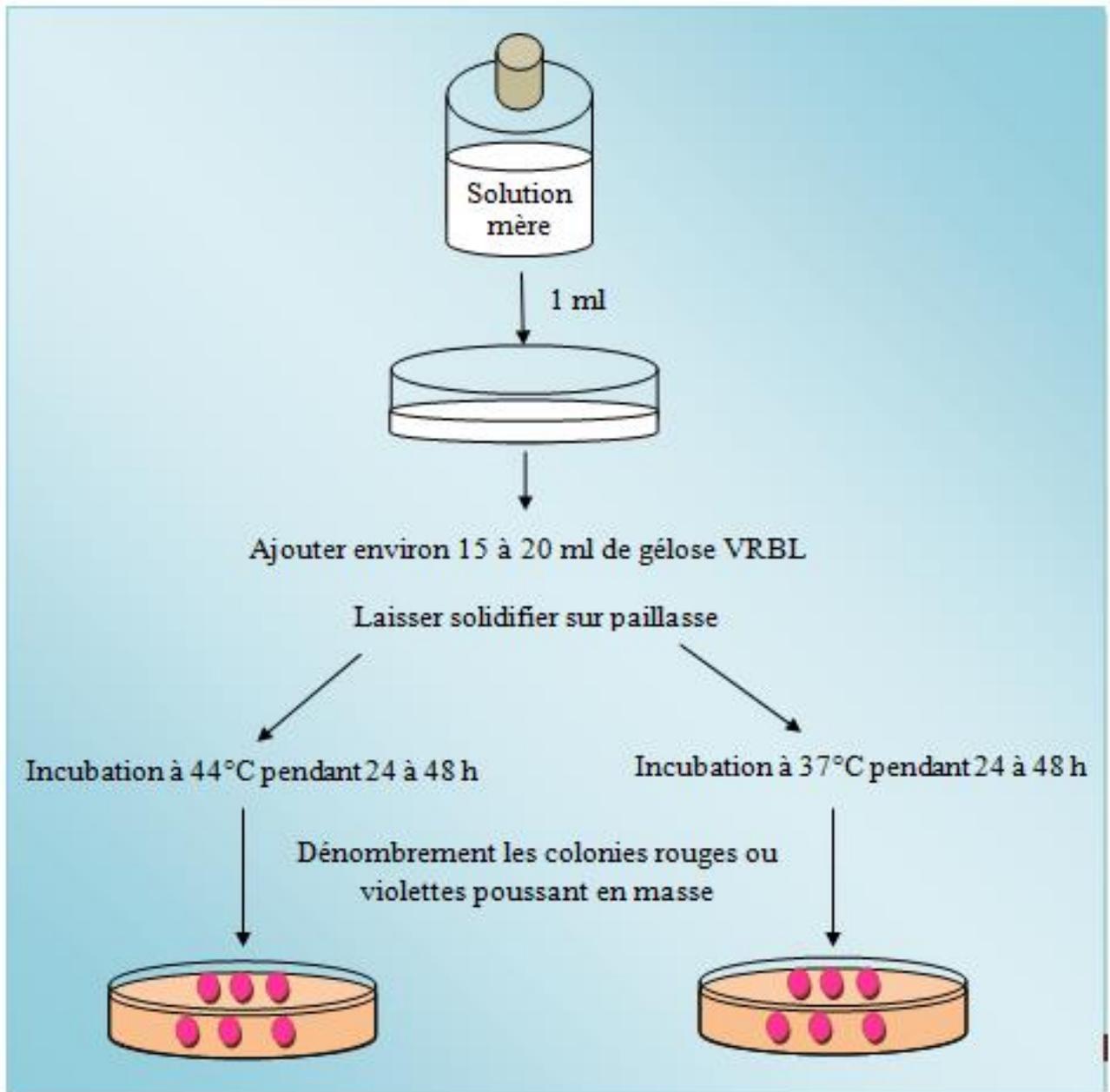


Figure 18 : Recherche et dénombrement des coliformes.

2.6. Dénombrement de 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 (Chouarfi et Ferdès, 2017).

- **Matériel utilisé :** Tubes, support de tubes, bec Bunsen, pipette Pasteur, pipette graduée, cloches de Durham.
- **Méthode :**
- **Test de présomption :**

- Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe S/C à raison de trois tubes par dilution.
- A partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée.
- Mélanger soigneusement.
- Incuber les tubes dans une étuve pendant 48 h à 37°C.
- La lecture considérée comme positifs, les tubes présentant un trouble microbienne.

➤ **Test confirmation**

- Les tubes présentant un trouble sont considérés comme positifs, dans ce cas on fait un repiquage sur milieu EVA-Litsky.
- Prendre 1 à 2 gouttes de chaque tube positif et on repique dans 12 ml de milieu d'EVA-Litsky.
- Mélanger soigneusement l'inoculum dans le milieu.
- Incuber à 37°C pendant 48 heures (**Bennacef et Sahed, 2018**).
- **Lecture :** Il est considéré comme positif tout tube présentant un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond de tube. Le nombre de Streptocoques fécaux est exprimé par la méthode de NPP selon la table de Mac Grady.

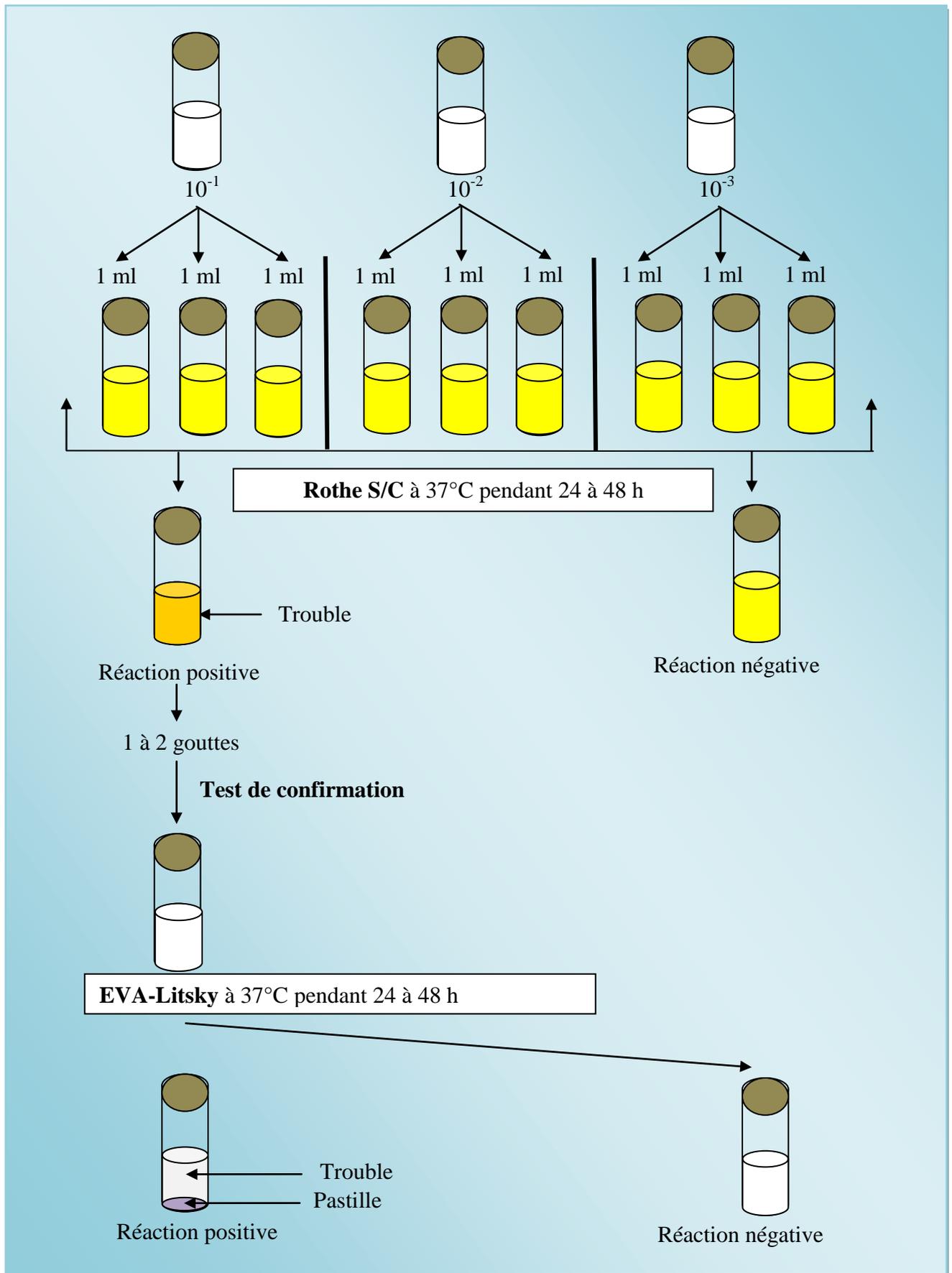


Figure 19: Dénombrement de streptocoques fécaux.

2.7. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les bactéries du genre *Staphylococcus* sont des coques (cocci) à Gram positif, groupés en amas ayant la forme de grappes de raisin, immobiles, non sporulés, catalase positive et oxydase négative (**Boukertouta et Draïdi, 2014**).

- **Matériel utilisé :** Biotes de Pétri, bec Bunsen, pipette Pasteur.
- **Méthode :**
 - A partir de la dilution 10^{-1} , prélever 2 gouttes (0.1ml) à l'aide d'une pipette pasteur.
 - Les déposés dans une boîte de pétri qui contient déjà le milieu de culture Baird Parker.
 - Etaler à l'aide d'une pipette Pasteur flambée, toute la surface du milieu.
 - Incuber le milieu dans l'étuve à 37°C pendant 48h (**Boukertouta et Draïdi, 2014**).
- **Lecture :** Il faut noter la présence ou l'absence des Staphylocoques qui apparaissent sous forme de petites colonies noir brillante avec une bordure légèrement transparente.

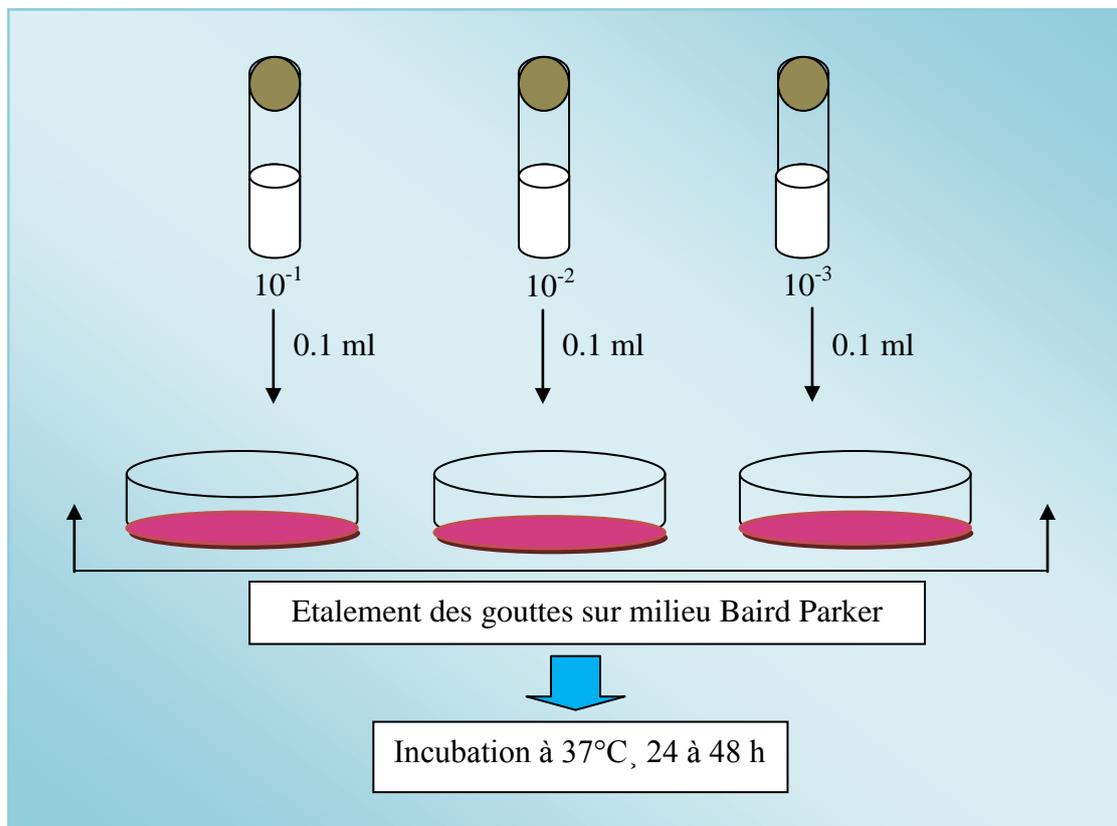


Figure 20: Dénombrement de *Staphylocoques aureus*.

2.8. Dénombrement 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 (**Chouarfi et Ferdes, 2017**)

- **Matériel utilisé :** Tubes, support de tubes, bec Bunsen, pipettes Pasteur, pipette graduée, flacon de 225ml.
- **Méthode :**
 - L'isolement se fait après l'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 l'incubation. 1 ml d'échantillon à analyser estensemencé sur 9 ml du milieu Sélénite Cystine (D/C) ; puis incubation à 37 °C pendant 24 h.

✓ 2^{ème} Enrichissement : D'une part : ensemencement sur milieu sélénite cystine en tube à raison de 0.1 du premier enrichissement et d'autre part : isolement par stries sur gélose SS, incubation à 37 °C pendant 24h (**Chouarfi et Ferdes, 2017**).

- **Lecture :** Les salmonelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille. Pour confirmer qu'il s'agit des salmonelles, on procède 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.

Conclusion

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démentir. En effet, il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaire au bon développement de l'organisme humain. Il demeure en même temps indispensable tout au long de la vie. Le lait pasteurisé conditionné est le produit le plus consommé du fait que le produit fini conserve toutes les propriétés nutritionnelles du lait cru.

Autant que l'importance du lait et ses bienfaits dans notre vie quotidienne, il est aussi à l'origine de nombreuses maladies que peuvent provoquer le consommateur s'il ne respecte pas les critères et normes strictes reconnus dans la fabrication du lait et de ses dérivés.

Dans notre étude théorique, nous avons abordé les normes et spécifications physico-chimiques et bactériologiques les plus importantes définies par le législateur algérien et mentionnées dans tous les numéros du Journal officiel de la République algérienne relatifs à l'industrie laitière.

Les paramètres physico-chimiques de lait étudiés ont été réalisés en mesurant le pH, l'acidité titrable, la densité, l'extrait sec total, l'humidité, les taux de cendres, la teneur en matière grasse. Et Les paramètres microbiologiques ont pour but la détection et le dénombrement des microorganismes d'altération (flores mésophiles, coliformes totaux et fécaux) et les microorganismes pathogènes (*Staphylococcus aureus*), rencontrés dans l'industrie laitière.

Ce que nous concluons, c'est la nécessité pour tous les producteurs de lait d'adhérer à des normes strictes, en particulier des caractéristiques bactériologiques, pour assurer un produit de qualité pour le consommateur et pour préserver la santé publique des maladies transmises par cette substance vitale et sensible.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

- **Adrian, J. (1987)** : Les vitamines. In : CEPIL, Le lait matière première de l'industrie laitière, CEPIL –INRA, paris, pg.113.
- **Ahmed Belhalili, A., Barkache, N. et Ziadi, A. (2014)** : Evaluation de la qualité du lait cru et transformé au cours de la conservation. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, Université 08 Mai 1945 Guelma, 77 pages.
- **Ait ouali, K. et Akkouche, Z. (2012)** : Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique Du lait cru récolté au niveau de Danone Djurdjura Algérie. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en Biotechnologies Agro Ressources Aliments et Nutrition, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, (6-7-8) p.
- **Ali saoucha, C. (2017)** : Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude de transformation du lait (vache et chèvre) en yaourt. Mémoire de Master Académique, Facultés des sciences, université Mohamed Boudiaf-M'SILA, 9p.
- **Anonyme . (2014)**: Pasteurized and Raw Milk, French - Number 03.

-B-

- **Belmegdad, M. et Bentaieb, C. (2018)** : Etude de la qualité physico-chimique Et microbiologique de 3 marques de lait U.H.T, (Candia, Ramy et Soummam). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master II en agronomie, Université Abdelhamid Benbadis Mostaganem, 10p.
- **Benallegue, H et Debbeche, S. (2015)** : Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de 3 marques de lait U.H.T, (Candia, Obeï et Hodna , Mémoire du Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université des Frères Mentouri Constantine,57pages.
- **Benhedane, N. (2012)** : Qualité Microbiologique du lait cru destiner à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. Thèse de magister. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires I.N.A.T.A.A, Université Mentouri Constantine, 5p.
- **Benissad, G. et Djoudi, A. (2015)** : Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait stérilisé UHT demi écrémé produit par Tchîn-lait/candia. Mémoire du Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université A. MIRA – Bejaia, (4-5-6)46 pages.

- **Bennacef, A. et Sahed, F. (2018)** : Evaluation des qualités physicochimiques et microbiologiques du lait pasteurisé partiellement écrémé produit par la laiterie Medjana wilaya de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Mohamed El Bachir El IBRAHIMI B.B.A, (10-21) p.
- **Benomar, M. et Makabrou, M. (2016)** : Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique d'une marque de lait commercialisée dans l'est Algérien (SAFIA). . Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, Université 08 Mai 1945 Guelma, 11p.
- **Bettayeb, S. et Hamichi, C. (2019)** : Evaluation physico-chimique et microbiologique du lait stérilisé UHT demi écrémé produit par Tchîn-lait de vache pasteurisé conditionné fabriqués par la laiterie fromagerie de Boudaouaou, Mémoire de Master, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre , Université A. Bejaia, (04-05)p.
- **Betka, S. et Saidani, N. (2018)** : Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique du lait fermenté « L'ben » au niveau de l'unité Danone de la région de Blida. Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université de BLIDA 1, 2p.
- **Boucena, A. (2019)** : Etude physico-chimique et microbiologique du lait et ses dérivés. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire, Institut des Sciences Vétérinaires-Blida. Université Saad Dahlab-Blida-1, 28p.
- **Boukertouta, S. et Draïdi, M. N. H. (2014)** : Evaluation de la qualité bactériologique des laits crus et pasteurisés. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, université 8 Mai 1945 Guelma, (6-8-24)35p.
- **Briki, M. et Mekhermeche, A. (2017)** : Etude de la qualité bactériologique du lait pasteurisé mis sur le marché de la ville d'Ouargla. Mémoire de master, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Kasdi Merbah Ouargla, (3-4) p.
- **Chethouna, F. (2011)** : Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah Ouargla, 67 pages.

-C-

- **Chouarfi, N. et Ferdes, C. (2017) :** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait avant et après pasteurisation Cas de la laiterie «Beni Foughal» Guelma-Algérie. Mémoire de Master en Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, université 8 Mai 1945 Guelma, (5-11-22-42) 69 page.
- **Coulibaly, K. J., Kouame Elogne, C., Yeo, A. Koffi, C. et Dosso, M. (2015) :** Qualité Microbiologique Des Produits Laitiers Industriels Vendus A Abidjan De 2009 A 2012, Revue Bio-Africa – N°14 2015, Pp. 44 -52.

-D-

- **Damim, S. (2019) :** Etude de l'effet de micro-onde sur la qualité organoleptiques et microbiologies de lait pasteurisé. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, Université Abdelhamid Benbadis Mostaganem,(7-11)p.
- **Darinmoub. (2009) :** Conseils pour le consommateur, Laboratoire de contrôle la qualité et de conformité, Atakor pub, En line : <http://www.darinmoub.com/>.
- **Debabi, M. et Kouadri, A. (2015) :** Suivi de la cinétique de l'acidité titrable et du pH des laits collectés du marché de Guelma. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, université 8 Mai 1945 Guelma, (7-10-11-25) p.
- **Dillon, J.C. (1989) :** Le lait dans la région méditerranéenne. Ed CIHEAM. Paris, 163p.
- **Derriche, S. et Djarloul, A. (2019) :** Suivi des analyses physico-chimiques du lait pasteurisé et du fromage 'Camembert' au niveau de la laiterie la vallée .Bejaia. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire, Institut des Sciences Vétérinaires-Blida, Université Saad Dahlab -Blida 1 ,11p
- **Ghaoues, S. (2011) :** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'Est Algérien, Mémoire du Magister en sciences alimentaires, I.N.A.T.A.A. Université Mentouri. Constantine, (12-16-18)130 pages.
- **Gherbi, D. (2017):** Qualité du lait et produits laitiers de la laitiers Hammadides. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie, université A. MIRA – Bejaia, (4-5) p.

-H-

- **Hamou, F. (2015):** Appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru et pasteurisé au niveau de COLAITAL BIRKHADEM. Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Saad Dahlab De Blida, (3-4) p.
- **Himoud, H., Mouffok, S. et Rouabeh, R. (2009) :** Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique du lait pasteurisé conditionné des deux laiteries « SAFIA » et «Edough ». Mémoire d'ingénieur en biologie, Université de 08 Mai 1945, Guelma, 48 pages.

-I-

- **Idrissi Kaitouni, S. (2011) :** Suivi de la stabilité du mouillage du lait cru au niveau de la collecte. Projet de fin d'études des techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité, Université sidi Mohamed ben Abdellah, 30 p.

-J-

- **JORA. N°69. (1993) :** Arrêté Interministériel De 27 Octobre 1993. Relatif Aux Spécifications Microbiologiques Et Physico-chimique De Certaines Denrées Alimentaires, p16.
- **J.O.R.A. N°35. (1998) :** Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994, Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, p.17.
- **J.O.R.A. (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.

-K-

- **Kabir, A. (2015):** Contrainte de la production laitière en A Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse de doctorat, Faculté des sciences en microbiologie, Université d'Oran Ahmad ben Bella, 22p.
- **Khemiri, S.et Semda, Y. (2017):** Evaluation de la qualité physico-chimique, microbiologique et nutritionnelle du lait de vache, et suivi de la préparation d'une crème fraîche recombinaée, Mémoire de Master, Faculté Microbiologie et Toxicologie Alimentaire, Université Blida 1,11p.
- **Kigmou, A.et Belaroussi, A. (2019) :** Caractérisation physico-chimique et microbiologique de lait pasteurisé de la laiterie d'Adrar. Mémoire de Master Faculté des sciences et de la technologie, université d'Adrar, 57 pages.

- **Kizi,N. et Makdoud. S. (2014):** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de deux régions Akbou et Sidi Aich (Bejaia). Mémoire de Master, Faculté des sciences de la Nature et de la vie, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 34pages.
- **Kourghli, S. et Hadj Ammer, S. (2018) :** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait pasteurisé conditionné de Laiterie Fromagerie de Boudouaou. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira,8 p.

-L-

- **Larpent, J.P. (1997) :** Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire, Ed, Technique et documentation, Lavoisier, Paris, 273 p.
- **Lazouni,I. (2015) :** Extraction et identification des AGE du lait. Mémoire de master, Faculté des sciences, université abou Belkr Belkaid-Tlemcen, 12p.
- **Leksir, C. (2013) :** Caractérisation et contrôle de la qualité de ferments lactiques utilisés dans l'industrie laitière algérienne, Mémoire du Magistère en sciences alimentaires. INATAA. Université Mentouri de Constantine, 118 pages.

-M-

- **Melahi, S. et Benhila, C. (2017):** Etude de la propreté microbiologique du lait de vache cru au niveau des fermes de la Wilaya de <<Ain defla>> .Mémoire de de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana ,20 p.
- **M'boya, J.C., Broutin, C.et Dudez, P. (2001) :** Le lait pasteurisé. Agri doc. Bultin saisie le 10/11/2001.
- **Madelmont, C .et Michon, G. (1964) :** la pollution radioactive du lait consommé dans l'agglomération parisienne. éditionnera, France.
- **Mahieu, H., Jaouen, J-C., Luquet, G-M., et Mouillet, L. (1977) :** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. Thèse de Doctorat l'Université Douai, France.

-O-

- **OMS, organisation mondiale de la santé. (2005) :** Manuel de Sécurité Biologique En Laboratoire, 218 pages.

-P-

- **Pougheon, S. (2001) :** Contribution à 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).

-S-

- **Sadelli, N. et Oulmi, A. (2013) :** Etude des paramètres physico-chimiques et analyses microbiologiques du lait pasteurisé conditionné fabriqué par l'unité ORLAC d'Amizour. Mémoire de Master, Faculté de la Science de la Nature et de la Vie , université Abderrahmane MIRA de Bejaia, 11p.
- **Salhi, K. et Medjoudj, K. (2013) :** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de la laiterie d'Amizour. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, (6,12, 13, 14,15) p.
- **Sehli, S. (2017) :** Caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques du lait pasteurisé El-Mouroudj de la région de Tlemcen. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'Univers, université Abou bekr BELKAID Tlemcen, 5p.

-V-

- **Veisseyre, R. (1979) :** Technologie du lait. constitution, récoltes, traitement et transformation du lait, 3ème édition, La maison rustique, Paris, 710 pages.
- **Vignola, C. L. (2002) :** Science et technologie du lait. Transformation du lait. 3eme Ed. Presse international Polytechnique. Québec, Canada, (2-5-25-26-29) p.

-W-

- **Wendmisida, V.H. (2013) :** Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal. Thèse de doctorat. Ecole Inter-Etats Des Sciences Et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V/Dakar). Université Cheikh Anta Diop De Dakar, 18p.

-Z-

- **Zanoun, L. et Kahlouche, K. (2018) :** Evaluation et comparaison de la qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru et le lait recombinaison, avant et après pasteurisation. Mémoire de Master, Faculté des sciences de la nature de la vie et des sciences de la terre, université akli Mohand oulhadj-bouira, (2-15) p.

Webographie

[1] : **Dgccrf. (2020)** : conservation des aliments : toutes les techniques. Disponible sur :

<http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/publications/vie-pratique/Fiches-pratiques/conservation-des-aliments.pdf> (consulté le: 24 /07/2020 à 10 :54h)

[2] : **Bernard, A., Carlier, H. (1992)**: les procédés de conservation des aliments. Disponible sur :

<http://www.institutdanone.org/objectif-nutrition/les-procedes-de-conservation-des-aliments/dossier-les-procedes-deconservation-des-aliments/> (consulté le: 23/03/2020 à 18 :30h)

[3] : **Aboutayeb. (2018)** : technologie des laits de consommation UHT. Disponible sur :

<http://www.scientecal.com/cours/technologie-des-laits-de-consommation-lait-pasteuris%C3%A9-st%C3%A9rilis%C2%A9-et-ugt>. (Consulté le:25/03/2020 à 20:25h)

Résumé

Résumé

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs. Le lait pasteurisé peut être obtenu à partir du lait naturel provenant d'élevage ou de poudre de lait importée. C'est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % à 98% de sa flore microbienne d'origine. Vu sa composition et sa fragilité le lait peut causer des maladies pouvant être très grave par le biais de la contamination bactérienne. Pour pallier à ce risque, un suivi des analyses physico-chimiques et bactériologiques de ce dernier s'avère importante selon ce que stipulent les normes algériennes afin d'éviter tout problèmes de santé publique.

Les mots clés : Lait pasteurisé, pasteurisation, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques, normes algériennes.

Abstract

Milk is considered a complete and balanced food because of its richness in several nutrients. Pasteurized milk may be obtained from the natural milk from the farm or imported milk powder. It is milk that has undergone a heat treatment (Pasteurized) that destroys more than 90% a 98 % of its original microbial flora. Milk may cause very serious diseases enhanced through bacterial contamination. In order to moderate such risks, it is necessary to monitor the physicochemical and bacteriological analysis of milk according to what Algerian standards stipulate so that to avoid any public health problems.

Key words: Pasteurized milk, pasteurization, physicochemical analysis, bacteriological analysis, Algerian standards.

ملخص

يعتبر الحليب الغذاء الكامل و المتوازن بسبب احتوائه على عدد كبير من المغذيات, يتم الحصول على الحليب المبستر من خلال الحليب الطبيعي أو الجاف المستورد. يخضع هذا الحليب للمعالجة الحرارية (بسترة) التي تدمر من 90% الى 98% من البكتيريا الضارة, نظرا لبنيته الحساسة و هشاشته فانه يمكن للحليب أن يسبب أمراضا جد خطيرة نتيجة التلوث الجرثومي , وللتخفيف من هذه المخاطر , فانه من الضروري مراقبة العايبير والتحليل الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية للحليب وفق ما تنص عليه المعايير الجزائرية لتفادي أي مخاطر تضرر با لصحة العمومية .

الكلمات المفتاحية : الحليب المبستر , البسترة , التحليل الفيزيائي و الكيميائي , التحليل الميكروبيولوجي ، المعايير الجزائرية.

Annexes

Annexe 01 : Journal Officiel De La République Algérienne N° 70

24 Ramadhan 1425 7 novembre 2004	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 70	19
<p>6.1.6 Beurre</p> <p>Peser 10 g d'échantillon pour essai dans un récipient et le placer dans le bain d'eau (4.11) à $45^{\circ}\text{C} \pm 1$. Garder le récipient dans l'eau jusqu'à ce que l'échantillon soit juste fondu.</p> <p>Ajouter 90 ml de diluant (3.2).</p> <p>Mélanger. Cette opération est plus facilement réalisée dans l'homogénéisateur de type péristaltique (4.2b).</p> <p>On peut également travailler uniquement sur la phase aqueuse pour la dilution, comme suit :</p> <p>Prendre une prise de 50 g contenant environ 8 ml d'eau et ajouter 42 ml de diluant (3.2.3) réchauffé à 45°C.</p> <p>Placer le récipient dans un bain d'eau (4.11) à $45^{\circ}\text{C} \pm 1$ jusqu'à ce que le beurre soit fondu. Bien mélanger et laisser séparer pendant 15 min. au maximum.</p> <p>Si nécessaire, pour séparer les phases, placer l'échantillon pour l'essai fondu dans un tube à centrifuger stérile (ou faire fondre l'échantillon pour essai directement dans le tube), et centrifuger à une fréquence de rotation de 1000 min⁻¹ à 2000 min⁻¹.</p> <p>Prélever stérilement la phase grasse (supérieure) avec un tube stérile relié à une pompe à vide. Prélever la couche inférieure.</p> <p>Préparer les dilutions suivantes selon 6.2.</p> <p>6.1.7 Produits laitiers congelés (y compris les glaces de consommation)</p> <p>Procéder comme indiqué pour le beurre (6.1.6) (première alternative), mais en utilisant un bain d'eau (4.12) à $37^{\circ}\text{C} \pm 1$ au maximum.</p> <p>La température de l'échantillon pour essai ne doit pas dépasser la température de ce bain d'eau.</p> <p>Préparer les dilutions suivantes selon 6.2.</p> <p>6.1.8 Flans, desserts, lait fermenté et crème</p> <p>Peser 10g d'échantillon pour essai dans une fiole (4.4) contenant des billes de verre (4.8)</p> <p>Pour les flans, les desserts et la crème douce ajouter 90 ml de diluant (3.2) et agiter pour disperser.</p> <p>Pour le lait fermenté et la crème acide utiliser le diluant 3.3.2 à pH $7,5 \pm 0,1$. On peut utiliser un homogénéisateur de type péristaltique (4.2 b).</p> <p>Préparer les dilutions suivantes selon 6.2.</p> <p>6.2 Dilutions décimales suivantes :</p> <p>Dans le cas de la recherche de la présence ou de l'absence d'un micro-organisme dans 0,1ml ou 0,1 g de produit, il n'est pas nécessaire de préparer les dilutions décimales.</p> <p>Introduire avec une nouvelle pipette 1 ml de la dilution primaire (par exemple 6.1.1 ou 6.1.2) dans un nouveau tube contenant 9 ml de diluant stérile (3.2) en évitant le contact de la pipette avec le diluant. Utiliser une nouvelle pipette pour chaque dilution.</p>	<p>Si de plus grands volumes doivent être utilisés, introduire 10 ml de la dilution primaire dans une fiole contenant 90 ml de diluant stérile (3.2) ou 11 ml de la dilution primaire à 99 ml de diluant stérile (3.2).</p> <p>Dans la pratique courante, quand on exige une dilution 10^{-3}, 1 ml de la dilution primaire devrait être rajouté à 99 ml de diluant stérile (3.2).</p> <p>Mélanger soigneusement, soit par aspiration refoulement, 10 fois, avec une nouvelle pipette, soit en utilisant un agitateur mécanique (4.3) pendant 5 à 10 secondes pour obtenir la dilution 10^{-2}.</p> <p>La vitesse de rotation doit être choisie de sorte que le liquide tournoyant affleure à 2 à 3 cm du bord du récipient.</p> <p>Si nécessaire, répéter ces opérations avec le diluant stérile (3.2) en utilisant la dilution 10^{-2} et les suivantes pour obtenir les dilutions 10^{-3}, 10^{-4}, etc... jusqu'à obtention du nombre approprié de micro-organismes par millilitre (voir 2).</p> <p>Lorsque 10 ml plus 90 ml ou 11 ml plus 90 ml ont été prélevés, ajouter manuellement comme indiqué en 6.1.1.</p> <p>6.3 Durée des opérations</p> <p>Le temps qui s'écoule entre la fin de la préparation de la dilution primaire et le mélange des dilutions et des milieux (décrit selon les méthodes spécifiques) ne doit pas être supérieur à 15 minutes.</p> <p style="text-align: center;">★</p> <p>Arrêté du 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de contrôle microbiologique pour le lait pasteurisé.</p> <p>Le ministre du commerce,</p> <p>Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes ;</p> <p>Vu le décret exécutif n° 02-453 du 17 Chaoual 1423 correspondant au 21 décembre 2002 fixant les attributions du ministre du commerce ;</p> <p>Vu l'arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation ;</p> <p>Vu l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994, modifié et complété, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires ;</p> <p>Arrête :</p> <p>Article 1er. – En application des dispositions de l'article 19 du décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, susvisé, le présent arrêté a pour objet de rendre obligatoire une méthode de contrôle microbiologique pour le lait pasteurisé.</p> <p>Art. 2 — Pour le contrôle microbiologique du lait pasteurisé, les laboratoires du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes et les laboratoires agréés à cet effet doivent employer la méthode décrite en annexe.</p>	

20	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 70	24 Ramadhan 1425 7 novembre 2004
<p>Cette méthode doit être également utilisée par le laboratoire lorsqu'une expertise est ordonnée.</p> <p>Art. 3. — Le présent arrêté sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004.</p> <p style="text-align: center;">Noureddine BOUKROUH</p> <p style="text-align: center;">ANNEXE</p> <p style="text-align: center;">METHODE DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE POUR LE LAIT PASTEURISE</p> <p>1. Préparation de l'échantillon pour essai</p> <p>Il est nécessaire de rendre l'échantillon homogène avant chaque analyse, par exemple, agiter soigneusement en inversant rapidement 25 fois le préemballage, ou appliquer des techniques appropriées donnant des résultats identiques.</p> <p>Ouvrir aseptiquement le préemballage après avoir nettoyé à l'éthanol la surface d'ouverture.</p> <p>Procéder à l'analyse bactériologique dans un délai n'excédant pas trois minutes.</p> <p>Jusqu'au moment de l'analyse, conserver l'échantillon à 6° C.</p> <p>2. Dilutions décimales</p> <p>La préparation des dilutions décimales est effectuée avec le diluant suivant.</p> <p>2.1 Composition</p> <p>Peptone pancréatique de caséine (tryptone).....1 g Chlorure de sodium.....8,5 g Eau distillée.....1000 ml</p> <p>2.2 Préparation</p> <p>Faire dissoudre les composants dans l'eau en chauffant légèrement. Si nécessaire, ajuster le pH de sorte qu'après stérilisation il soit de $7 \pm 0,1$ à 25° C.</p> <p>Répartir, par exemple, à raison de 100 ml dans des flacons de capacité appropriée.</p> <p>Stériliser à l'autoclave à $121 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ pendant vingt minutes.</p> <p>2.3 Préparation des dilutions décimales</p> <p>Au moment de l'emploi, distribuer aseptiquement le diluant à raison de 9 ml dans des tubes stériles de 20 x 200 mm. Pour la préparation des dilutions, utiliser le diluant à température ambiante.</p> <p>Une dilution au 1/10 est obtenue en transférant aseptiquement 1 ml de lait à l'aide d'une pipette de 1 ml stérile dans 9 ml de diluant (2.1.). Une dilution au 1/100 est obtenue en transférant 1 ml de la dilution au 1/10 à l'aide d'une nouvelle pipette de 1 ml stérile dans un second tube de diluant.</p> <p>Procéder de manière identique pour les dilutions suivantes.</p> <p>Mélanger soigneusement chacune des dilutions pendant 5 à 10 secondes au moyen d'un agitateur mécanique à mouvement de rotation excentré au moment de leur préparation et avant les ensemencements.</p> <p>3. Dénombrement des micro-organismes aérobies à 30° C.</p> <p>Gélose pour dénombrement</p> <p>3.1 Composition</p> <p>Peptone pancréatique de caséine (tryptone).....5,0 g Extrait de levure déshydratée.....2,5 g Glucose anhydre.....1,0 g Lait écrémé en poudre(exempt de substances inhibitrices).....10 g Ou lait écrémé (exempt de substances inhibitrices) 10 ml Agar-agar.....12 à 18 g Eau distillée.....1000 ml</p> <p>3.2 Préparation</p> <p>Faire dissoudre les composants ou le milieu complet déshydraté dans l'eau en portant à ébullition. Si nécessaire, ajuster le pH de sorte qu'après stérilisation, il soit de $7 \pm 0,1$ à 25° C.</p> <p>Répartir à raison de 100 ml dans des flacons de capacité appropriée ou de 12 à 15 ml dans des tubes de 18 x 180 mm ou 20 x 200 mm.</p> <p>Stériliser à l'autoclave à $121 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ pendant 20 minutes. Le milieu peut être conservé trois mois au maximum et à l'obscurité entre 0° C et 5° C.</p> <p>3.3 Mode opératoire</p> <p>Transférer en double 1 ml des dilutions retenues (2.3) dans des boîtes de Pétri stériles de 90 ou 100 mm de diamètre. Couler 12 à 15 ml de milieu, fondu au préalable et refroidi dans un bain d'eau à $45 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5$ (le maintien dans le bain d'eau ne doit pas excéder trois heures). Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu.</p> <p>Laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale.</p> <p>Placer les boîtes de Pétri retournées dans une étuve à $30^\circ\text{C} \pm 1$ pendant $72\text{h} \pm 2\text{h}$.</p> <p>Le délai entre la préparation des dilutions et l'introduction de la gélose dans les boîtes ne doit pas excéder 15 minutes.</p> <p>3.4 Expression des résultats</p> <p>Retenir pour comptage, les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 10 et 300. Utiliser, si nécessaire, une loupe d'un grossissement de 1,5 au maximum.</p> <p>3.5 Mode de calcul</p> <p>Calculer le nombre de micro-organismes par millilitre de lait à l'aide de la formule suivante :</p> $\text{Nombre/ml} = \frac{\text{Nombre total de colonies comptées}}{\text{Volume ensemencé de l'échantillon}}$ <p>ou</p> $\frac{\sum c}{(n_1 + 0,1 n_2) d}$		

où :

c : Somme totale des colonies comptées.

n1 : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

n2 : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

Exemple : Dilution 10-2 278 et 290 colonies.
Dilution 10-3 33 et 28 colonies.

$$\text{Nombre/ml} : \frac{278 + 290 + 33 + 28}{(2 + 0,1 \times 2) 10^{-2}} = \frac{629}{0,022} = 28590$$

Pour exprimer le nombre de microorganismes, arrondir le nombre à deux chiffres significatifs.

Quand le chiffre qui doit être arrondi est 5, arrondir de manière que la valeur indiquée immédiatement à gauche soit paire.

Dans l'exemple, le résultat devra être arrondi à 29 000 ou

$2,9 \times 10^4$ si les boîtes contiennent moins de 10 colonies donner le nombre de micro-organismes par millilitre sous la forme moins de $10 \times d$, « d » étant l'inverse du facteur de dilution le plus faible.

Si les boîtes contiennent plus de 300 colonies, faire une estimation à partir des boîtes ayant un comptage proche de 300 colonies. Donner le résultat avec l'indication « nombre estimé de micro-organismes par millilitre ».

Le résultat peut-être exprimé par un nombre compris entre 1 et 9,9 multiplié par 10^x , « x » étant la puissance de 10 appropriée.

L'expérience montre que si le résultat le plus élevé de deux essais indépendants sur le même échantillon dépasse fréquemment le résultat le plus bas de 30 %, l'analyste doit exprimer son mode opératoire afin de déterminer les sources d'erreurs.

4. Dénombrement des coliformes à 30 °C et des coliformes fécaux.

Utiliser la gélose lactosée à 0,5 % de désoxycholate de sodium

4.1 Composition

Peptone.....	10 g
Lactose.....	10 g
Désoxycholate de sodium.....	0,5 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Citrate de sodium.....	2 g
Agar agar	12 à 15 g
Rouge neutre.....	0,03 g
Eau distillée	1000 ml

4.2 Préparation

La préparation est extemporanée. Préparer la quantité nécessaire ne pas stériliser à l'autoclave.

Faire dissoudre les composants ou le milieu complet déshydraté dans l'eau en portant à ébullition. Refroidir le milieu en le maintenant dans un bain d'eau à $45 \pm 0,5^\circ \text{C}$.

Eviter de surchauffer le milieu : un chauffage prolongé ou des chauffages répétés diminuent son pouvoir sélectif et nuisent à la spécificité de l'épreuve.

4.3 Mode opératoire

Transférer en double 1 ml de lait et 1 ml d'une dilution au 1/10 (2.3) dans les boîtes de Pétri stériles de 90 ou 100 mm de diamètre.

Couler 12 ml de gélose au désoxycholate et mélanger linoculum avec le milieu. Laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale. Lorsque le milieu est solidifié, couler environ 4 ml de milieu non ensemencé. Laisser solidifier à nouveau.

4.3.1 Coliformes à 30° C

Placer les boîtes de Pétri retournées dans une étuve à $30^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$ pendant 24 heures \pm 2 h.

4.3.2 Coliformes fécaux

Placer les boîtes de Pétri retournées dans une étuve à $44^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$ pendant 24 heures \pm 2 h.

4.4 Expression des résultats

4.4.1 Sélection des boîtes

Retenir pour comptage, les boîtes de Pétri contenant moins de 150 colonies caractéristiques rouge foncé d'un diamètre d'au moins 0,5 mm.

4.4.2 Mode de calcul

Donner le résultat des coliformes par millilitre de lait après avoir effectué la moyenne arithmétique des colonies comptées sur boîtes ensemencées par le même volume de l'échantillon. Le résultat peut être obtenu également à partir de la moyenne arithmétique entre les valeurs obtenues par l'examen de 1 ml de lait et dilution décimale, sauf lorsque le rapport de la valeur la plus faible est supérieur à 2; dans ce cas, retenir comme résultat la valeur la plus faible.

Si les valeurs sont obtenues depuis une dilution décimale, multiplier par l'inverse du facteur de dilution.

Le résultat peut être exprimé par un nombre compris entre 1 et 9,9 multiplié par 10^x « x » étant la puissance de 10 appropriée.

5. Dénombrement de staphylococcus

Utiliser la gélose BAIRD PARKER.

5.1 Composition

Peptone pancréatique de caséine (tryptone).....	10 g
Extrait de levure.....	1 g
Extrait de viande.....	5 g
Glycine	12 g
Chlorure de lithium.....	5 g
Agar-agar	12 à 20 g
Eau.....	1000 ml

Faire dissoudre les composants dans de l'eau en portant à ébullition. Si nécessaire, ajuster le pH de sorte qu'après stérilisation il soit de $7,2 \pm 0,1$ à 25°C .

Répartir le milieu à raison de 90 ml dans des flacons de capacité appropriée.

Stériliser à l'autoclave à $121^\circ \text{C} \pm 1$ pendant 15 minutes. Le milieu de base peut être conservé un mois entre 0 et $+5^\circ \text{C}$.

5.2 Milieu complet et préparation des boîtes

Au moment de l'emploi, après fusion du milieu de base (5.1) faire refroidir dans un bain d'eau à 50°C et ajouter à 90 ml :

Solution aqueuse à 1 % de tellurite de potassium : 1 ml ;

Solution aqueuse à 20 % de pyruvate de sodium : 5 ml ;

Emulsion de jaune d'œuf, concentration à environ 20 % : 5 ml.

Mélanger soigneusement entre chaque addition et couler le milieu à raison de 28 ± 1 ml dans des boîtes de Pétri de 140 mm de diamètre ou de 15 ml ou 20 ml dans des boîtes de Pétri de 90 mm ou 100 mm de diamètre respectivement.

Laisser solidifier, puis sécher les boîtes en les plaçant retournées couvercles largement ouverts, dans une étuve entre 45°C et 53°C durant 30 minutes.

Procéder aux ensemencements dans les 30 minutes qui suivent la fin du séchage.

Les boîtes contenant la gélose Baird Parker non séchées peuvent être utilisées pendant 24 heures entre 0°C et $+5^\circ \text{C}$.

Si l'on suspecte la présence de *Proteus*, il est conseillé d'ajouter une solution de sulfamézathine.

Sulfamézathine.....

Solution d'hydroxyde de sodium 0,1 mol/l.....

Eau Q.S.P.....

Dissoudre la sulfamézathine dans la solution d'hydroxyde de sodium, compléter à 100 ml avec de l'eau.

Stériliser cette solution par filtration sur membrane.

Au moment de l'emploi, après fusion de la gélose, ajouter 27,5 ml de cette solution à 100 ml de milieu de base.

5.3 Mode opératoire**5.3.1 Ensemencement**

Selon le format des boîtes de Pétri, l'ensemencement de 1 ml de lait sera pratiqué de la manière suivante :

Boîtes de 140 mm : à l'aide d'un étaleur en verre stérile, étaler à la surface du milieu la totalité du volume.

Boîtes de 90 ou 100 mm : distribuer 1 ml à la surface du milieu de trois boîtes de Pétri sous forme de trois fractions sensiblement égales, puis étaler en utilisant le même étaleur pour les trois boîtes.

Attendre 15 minutes avant de placer les boîtes de Pétri retournées dans une étuve à $37^\circ \pm 1^\circ \text{C}$ pendant 24 à 48 heures.

5.3.2 Sélection des boîtes et choix des colonies

Après 24 et 48 heures d'incubation, marquer sur le fond des boîtes les colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques.

Colonies caractéristiques : Colonies noires, brillantes, convexes, entourées d'une zone transparente qui peut être translucide. Après 24 heures, peut apparaître dans cette zone transparente un anneau opalescent immédiatement au contact des colonies.

Colonies non caractéristiques : Colonies noires, brillantes convexes ou gris noirâtre ayant parfois un aspect mat et une texture sèche, dépourvues de zone transparente (exceptées certaines colonies gris noirâtre).

Retenir pour comptage, les boîtes contenant moins de 250 colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques par boîte de 140 mm; 150 colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques par boîte de 90 ou 100 mm.

Prélever en vue de l'épreuve de la coagulase un nombre maximum de cinq colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques en tenant compte de leur nombre respectif.

De manière identique, dix colonies au maximum seront prélevées dans le cas d'un volume réparti en trois fractions ou en double.

5.3.3 Epreuve de la coagulase

Ensemencer la colonie dans un bouillon cœur et incubé dans une étuve à 37°C durant 20 à 24 heures.

Pour l'épreuve de la coagulase, utiliser un plasma de lapin contenant de l'E.D.T.A. (acide éthylène diamine tétra-acétique), à défaut ajouter une solution d'E.D.T.A. de sorte que la concentration finale dans le plasma réhydraté soit de 0,1 %.

L'épreuve est reconnue positive lorsque le coagulum occupe plus des trois quarts du volume initial.

5.4 Expression des résultats

Si au moins 80 % des colonies examinées sont coagulase positive, considérer que la totalité des colonies dénombrées correspond à *Staphylococcus aureus*, sinon, exprimer le résultat global en tenant compte des proportions (colonies caractéristiques et colonies non caractéristiques).

Le résultat peut être exprimé par un nombre compris entre 9,9 multiplié par 10^x , « x » étant la puissance de 10 appropriée.

6. Recherche des Salmonella**6.1 Utiliser les milieux complets déshydratés correspondant aux indications données ci-dessous.****6.2 Mode opératoire****6.2.1 Préenrichissement**

Afin de réduire la charge de travail, prélever aseptiquement de chacune des cinq unités, 250 ml de lait et les rassembler dans un récipient stérile de 1,5 à 2 litres.

Abandonner à la température ambiante pendant 1 heure, si nécessaire, ajuster le pH à 6,8 environ. Introduire aseptiquement 2,25ml d'une solution aqueuse à 1 % de vert brillant. Mélanger soigneusement.

Incuber à l'étuve à 37° C pendant 20h ± 2 heures.

6.2.2 Enrichissement

Introduire 10 ml de lait préenrichi dans 100 ml de bouillon Muller Kauffmann au tétrathionate et au vert brillant ; faire incuber dans un bain d'eau à 43 °C ± 1 pendant quarante-huit heures. Et dans 100 ml de bouillon au sélénite-cystine, faire incuber à l'étuve à 37 °C ± 1 pendant quarante-huit heures.

6.2.3 Isolement

Après l'incubation, pratiquer à partir de chaque bouillon des isolements. Effectuer les isolements à la surface de deux milieux sélectifs solides coulés de préférence dans des boîtes de Pétri de 140 mm.

Utiliser la gélose au vert brillant et au rouge de phénol, et la gélose au sulfate de bismuth.

En raison de l'existence possible de Salmonella atypiques, lactose +, on peut substituer la gélose au vert brillant et au rouge de phénol par un autre milieu sélectif, par exemple : la gélose XLD, la gélose Hektoen.

Retourner les boîtes à l'étuve à 37° C pendant dix huit à vingt heures. Si le développement est insuffisant, poursuivre l'incubation.

Soumettre aux épreuves biochimiques classiques un nombre suffisant de colonies caractéristiques ou douteuses.

★

Arrêté du 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des coliformes pour les crèmes glacées et les glaces au lait.

Le ministre du commerce,

Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes ;

Vu le décret exécutif n° 02-453 du 17 Chaoual 1423 correspondant au 21 décembre 2002 fixant les attributions du ministre du commerce ;

Vu l'arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation ;

Vu l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994, modifié et complété, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires ;

Arrête :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 19 du décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété susvisé, le présent arrêté a pour objet de rendre obligatoire une méthode de dénombrement des coliformes pour les crèmes glacées et les glaces au lait.

Art. 2. — Pour le dénombrement des coliformes dans les crèmes glacées et les glaces au lait, les laboratoires du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes et les laboratoires agréés à cet effet doivent employer la méthode décrite en annexe.

Cette méthode doit être également utilisée par le laboratoire lorsqu'une expertise est ordonnée.

Art. 3. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004.

Noureddine BOUKROUH.

ANNEXE

**METHODE DE DENOMBREMENT
DES COLIFORMES DANS LES CREMES
GLACEES ET LES GLACES AU LAIT**

1. DEFINITION

On appelle "coliformes", les bactéries en forme de bâtonnets, Gram négatives, aérobies et facultativement anaérobies, non sporulées, qui fermentent le lactose avec formation de gaz et d'acide.

2. PRINCIPE DE LA METHODE**2.1 Méthode de référence**

Trois séries de dilutions en parallèle obtenues à partir de l'échantillon du produit servant à ensemencer le milieu liquide sélectif «Vert Brillant lactosé à la bile de bœuf» dans des tubes à essai contenant de petits tubes de Durham. On incube les tubes pendant 48 heures + 2 h à 30°C ± 1.

Les tubes positifs (production de gaz dans les tubes de Durham) seront soumis à confirmation par repiquage d'une ose dans un nouveau tube du même milieu. A partir des tubes pour lesquels le test est positif, après confirmation, on détermine le nombre le plus probable de bactéries coliformes par g du produit en se référant au tableau du nombre le plus probable (NPP) pour trois séries parallèles.