

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Biotechnologies, Agro ressources,

Aliments et Nutrition

Option: Industrie Laitière

Thème

*Analyses physico-chimiques et
microbiologiques du lait cru collecté au
niveau de la laiterie d'Amizour*

Réalisé par :

M^{lle} Salhi Katiba

M^{lle} Medjoudj Kahina

Membre de jury :

Présidente : Merzouk H.

Examinatrices : Mekhoukhe A.

Issaadi O.

Promotrice : Touati N.

Année 2012 - 2013

Remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier DIEU tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de terminer ce travail.

En tout premier lieu nous tenons à remercier M^{lle} Touati N pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'elle nous a donné, pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger le travail.

Nous remercions également tous les responsables et techniciens de la laiterie d'Amizour en particulier : Sonia, Chafiaa, Cherif, Abderzak, Ridha.

A toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et encouragements durant la réalisation de ce travail.

Merci à tous

*D*edicaces

Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie

à :

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

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

Ma très chère grand-mère.

Mes adorables frères (Abdellah et Kamel) et sœurs (Fatiha, Ibtissam et Imene).

A mes oncles et tantes

Mes copines : Ouacila, Zoubida, Saida, Zineb, Hassiba, Lamia, Dyhia, Lidia, Theldja, Souhila, Radhia

Mes copines de chambre D04 : Kahina, Souad, Dihia, Djidji et Aziza.

Ma collègue Kahina et Sa famille

A toute la promotion d'industrie laitière ;

A toutes les personnes de la résidence d'ITE ;

A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail et tous ceux qui me sont chers.

Katiba

*D*édicaces

*Je dédie ce travail, qui n'aurait pu aboutir et voir la lumière sans l'aide
de Dieu le tous puissant*

*A mes très chère parents, symbole de courage et de volonté, qui ont
consacré et sacrifié leur vie pour mon bien être ;*

A mes très adorable frères : Toufik et Walid

A mes chères sœurs : Radia, Lynda, Sakina et la petite Leila

A mes cousines et leur familles

A mes oncles et tantes

A ma très chère binôme Katiba et sa famille

A mes copines de chambre G111 : Kafya, Suzy, Nadjoua, Siham et

Mounira

A tout les étudiants de ma promotion;

A tous les résidents de Targa -Ouzemour

et a tous les êtres chers à mes yeux que je n'est pas évoqués

Kahina

Liste des abréviations

- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- **BLBVB** : Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant
- **BP** : Baird Parker
- **CIPC** : Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles
- **EPEI** : Eau Peptonée Exempte d'Indole
- **ESD** : Extrait Sec Dégraissé
- **EST** : Extrait Sec Total
- **FAMT** : Flore Aérobie Mésophile Totale
- **ISO** : International Standard Organisation.
- **JORA** : Journal Officiel République Algérienne
- **MG** : Matière Grasse
- **NF** : Norme Française
- **NPP** : Nombre le Plus Probable
- **PCA** : Plant Count Agar.
- **UFC** : Unité Formant Colonie
- **VF** : Viande Foie

Liste des tableaux et figures

Numéro	Titre du tableau	page
I	Composition typique du lait de vache	3
II	Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru	5
III	Caractéristiques organoleptiques d'un lait	5
IV	Flore indigène du lait cru	8
V	Sources et niveaux de contamination du lait	9
VI	Résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache	30
VII	Niveaux des différentes flores dénombrées dans les cinq échantillons du lait	32

Numéro	Titre de la figure	Page
1	Evolution du lait cru abandonner vers 20°C	5
2	Diagramme explicatif de l'organisation de la laiterie d'Amozour	17
3	Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	24
4	Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux	27
5	Recherche des <i>staphylococcus aureus</i>	29

Numéro	Titre du tableau en annexe
I	Résultats des caractéristiques physico-chimiques des 5 échantillons de laits
II	Résultats des dénombrements microbiologiques des 5 échantillons de lait
III	table du nombre le plus probable (NPP) de Mac Grady
IV	Correspondance de la masse volumique

Sommaire

Listes des tableaux et figures

Introduction..... 1

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

1. Généralité sur le lait

1.1. Définition du lait 2

1.2. Composition chimique moyenne du lait..... 2

1.3. Caractéristiques physico-chimiques du lait..... 3

1.3.1. Densité du lait..... 3

1.3.2. Acidité titrable ou acidité Dornic 4

1.3.3. pH..... 4

1.3.4. Point de congélation 4

1.3.5. Point d'ébullition..... 5

1.4. Caractéristiques organoleptiques du lait 5

1.5. Différentes phases de l'évolution naturelle du lait..... 6

1.6. Valeur nutritionnelle du lait 6

1.7. Composants indésirables de lait 7

1.7.1. Antibiotiques 7

1.7.2. Pesticides..... 7

1.7.3. Radio-éléments..... 7

1.7.4. Polychlorodryphényles..... 8

1.7.5. Métaux..... 8

2. Microbiologie du lait cru

2.1. Flore originelle 8

2.2. Flore de contamination.....	9
2.3. Principales activités microbiennes dans le lait.....	10
2.4. Evolution et altération du lait.....	11
2.4.1. Phase bactériologique ou de latence.....	11
2.4.2. Phase d'acidification.....	12
2.4.3. Phase de neutralisation.....	12
2.4.4. Phase d'alcalinisation.....	12
3. Maladies transmises par le lait	
3.1. Listériose.....	12
3.2. Tuberculose par <i>Mycobacterium bovin</i>	12
3.3. Brucellose (fièvre de malte, fièvre ondulante).....	13
3.4. Infection à <i>Clostridium botulinum</i>	13
3.5. Salmonelloses.....	13
3.6. Shigellose.....	14
3.7. Colibacillose.....	14
3.8. Intoxication <i>staphylococcique</i>	14
3.9. Infection <i>streptococcique</i>	15
4. Hygiène de la traite	
4.1. Trayeur.....	15
4.2. Animal.....	16

Chapitre II: matériel et méthodes

1. Historique.....	17
2. Organisation de l'unité ORLAC d'Amizour.....	17
3. Echantillonnage et prélèvement.....	19

4. Techniques de prélèvement.....	19
5. Analyses physico-chimiques	19
5.1. Détermination du pH.....	19
5.2. Détermination de l'acidité titrable	20
5.3. Détermination de l'extrait sec total (EST)	20
5.4. Détermination de la matière grasse par la méthode acido- butyrométrique	21
5.5. Détermination du taux d'extrait sec dégraissé (ESD).....	21
5.6. Détermination de la densité.....	22
6. Analyses microbiologiques	22
6.1. Préparation des dilutions	23
6.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	23
6.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	25
6.4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux	26
6.4. Recherche <i>Staphylococcus aureus</i>	28
6.5. Recherche de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	29

Chapitre III: Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques	31
2. Analyses microbiologiques	33
Conclusion.....	37
Références bibliographiques	38

Annexes

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment biologique qui présente un intérêt nutritionnel, et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans. Depuis le 19^{ème} siècle, la production ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés en médecine vétérinaire, de la sélection de races performantes et des pratiques d'élevage (**Faye et Loiseau, 2002**).

C'est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, protéines, lipides vitamines et sels minéraux, peut néanmoins représenter un danger pour le consommateur, spécialement quand il véhicule des agents zoonotiques et des résidus de substances antimicrobiennes (**Aggad et al., 2009**).

Plusieurs facteurs interviennent dans la détermination de la composition chimique du lait. Ces facteurs sont soit liés à l'animal (facteurs génétiques, stade physiologique, état sanitaire, ...), soit au milieu (alimentation, saison, traite,...) (**Abdellaoui et Guezlane, 2010**).

La qualité du lait peut être affectée par de nombreux facteurs tels que l'adultération, les contaminations au cours et après la traite et la présence d'infections mammaires (**Aggad et al., 2009**).

La qualité physico-chimique et bactériologique du lait reste toujours irrégulière à cause de plusieurs facteurs, tels que l'alimentation des bovins, le manque d'hygiène, la race et la saison qui constituent des facteurs prépondérants de la mauvaise qualité du lait (**Lederer, 1983**). Il est donc important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique du lait ainsi que de sa qualité hygiénique soient instaurées.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude réalisée au sein de la laiterie d'Amizour dont le principe consiste en l'étude de la qualité globale de cinq échantillons de lait provenant de diverses fermes.

Ce présent travail est scindé en deux parties; bibliographique et expérimentale. La première partie, englobe quelques généralités sur le lait. Quand à la deuxième partie, elle est constituée de deux chapitres dont le premier décrit les matériels, techniques utilisées pour l'appréciation de la qualité physico-chimique de lait étudié, et le dénombrement de certains germes. Dans le second chapitre, les résultats obtenus seront par la suite discutés.

*Synthèse
bibliographique*

1. Généralités sur le lait

1.1. Définition du lait

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (Alais, 1975).

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

Selon **Deforges et al. en 1999**, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

1.2. Composition chimique moyenne du lait

La composition du lait (Tableau I) varie d'une espèce de mammifère à une autre car elle est adaptée aux besoins de chacune d'elle. Cependant, on retrouve des caractéristiques communes aux différents laits à savoir la richesse en calcium, qualité protéique appréciable, le lactose comme sucre prédominant et une richesse en vitamines notamment du groupe B. Sa composition dépend aussi d'autres facteurs tels que la race des vaches, la saison et le climat. Certains de ces facteurs peuvent être contrôlés donc modifiés pour améliorer la rentabilité laitière d'une vache (Mathieu, 1998).

Tableau 1 : Composition typique du lait de vache (Alais, 1984).

SUBSTANCES	Quantité en g par litre	ETAT PHYSIQUE DES COMPOSANTS
<u>Eau</u>	905	Eau libre (solvant) Eau liée (3,7 %)
<u>Glucides</u> : Lactose	49	Solution
<u>Lipides</u> Matière grasse proprement dite	35 34	Emulsion de globules gras
Lécithine (phospholipide)	0,5	
Partie insaponifiable (stérol, carotène, tocophérols)	0,5	
<u>Protides</u> Caséine	34 27	Suspension micellaire de phosphocaséinates de calcium
Protéines solubles (globulines, albumines)	5,5	
Substances azotées non protéiques	1,5	Solution colloïdale Solution vraie
<u>Sels</u> Acide citrique	9 2	Solution ou état colloïdal (P et Ca) (Sels de K, Ca, Na, Mg, ...)
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	1,6	
Acide chlorhydrique (NaCl)	1,7	
<u>Constituants divers</u> Vitamines, enzymes, gaz dissous	Traces	
Extrait sec total (EST)	127	
Extrait sec non gras	92	

1.3. Caractéristiques physico-chimiques du lait

1.3.1. Densité du lait

La densité du lait n'est pas une valeur constante pour les laits individuels. A une température de 20°C, les valeurs moyennes sont comprises entre 1,030 - 1,033 et pour les laits de grands mélanges, elle est de 1,032.

Deux facteurs de variation opposés déterminent la densité: la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse.

La densité varie proportionnellement à la concentration des éléments dissous et en suspension mais varie de façon inverse à la tension en graisse (Alais, 1984 ; Boudier et Luquet, 1981).

1.3.2. Acidité titrable ou acidité Dornic

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait a une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et les lactalbumines, de substances minérales telles que les phosphates et le gaz carbonique, ainsi que des acides organiques, le plus souvent l'acide citrique (Amariglio, 1986).

Un lait frais normal a une acidité titrable de 16 à 18° degré Dornic c'est à dire 16 à 18 en décigrammes d'acide lactique par litre selon Veisseyre (1975), c'est une mesure indirecte de sa richesse en caséine et en phosphates.

Dans les laits en voie d'altération, cette acidité titrable augmente (en raison de la dégradation du lactose en d'autres acides en plus de l'acide lactique et des liquides) (Amariglio, 1986).

1.3.3. pH

A la traite, le pH du lait est compris entre 6,6 et 6,8 et reste longtemps à ce niveau. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites indiquent un cas anormal (ex : mammites) (Amariglio, 1986).

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

A la différence avec l'acidité titrable qu'elle mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, dissociés ou non (acidité naturelle + acidité développée), reflétant ainsi les composés acides du lait (CIPC lait, 2011).

1.3.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre $-0,54^{\circ}C$ et $-0,55^{\circ}C$ (Mathieu, 1998).

La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $0,0055^{\circ}C$ (Goursaud, 1985).

1.3.5. Point d'ébullition

L'ébullition propre du lait a lieu de 100,15°C à 100,17°C voire 100,55°C. Cependant à une température voisine de 80 à 90°C, lorsqu'on porte le lait sur le feu, il y a montée du lait c'est-à-dire formation d'une membrane protéinocalcaire ou peau du lait (frangipane) qui gêne l'ébullition du lait (**Bouix et Leveau, 1980**).

Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru (**Mathieu, 1998**).

Caractéristiques	Valeurs
Densité	1,028 -1,034
Acidité titrable en degré Dornic (°D)	15 -18
Point de congélation	-0,5- 0,55
Point d'ébullition	100,5 °C
pH (20°C)	6,5-6,7

1.4. Caractéristiques organoleptiques du lait

Les principales caractéristiques organoleptiques du lait sont données au tableau III.

Tableau III : Caractéristiques organoleptiques du lait (**Veisseyre ,1975**).

Couleur	Blanc-jaunâtre à blanc-mât (à cause de la réflexion de la lumière sur les micelles et les caséines). Bleutée ou franchement jaunâtre (lait riche en lactoflavine).
Odeur	Peu accentuée, fonction de l'espèce et l'alimentation.
Saveur	Légèrement sucrée (le lactose à un faible pouvoir sucrant).
Viscosité	Deux fois plus visqueux que l'eau: - plus visqueux chez les monogastriques que chez les polygastriques - plus visqueux au début de lactation (colostrum)
Propreté physique	Le lait doit être propre c'est-à-dire ne doit pas contenir d'éléments figurés.

1.5. Différentes phases de l'évolution naturelle du lait

Le lait est un mélange hétérogène. Laissé un certain temps à température ambiante (20°C) (figure1), le lait évolue et différentes phases apparaissent lors de son évolution (trois Compartiments) :

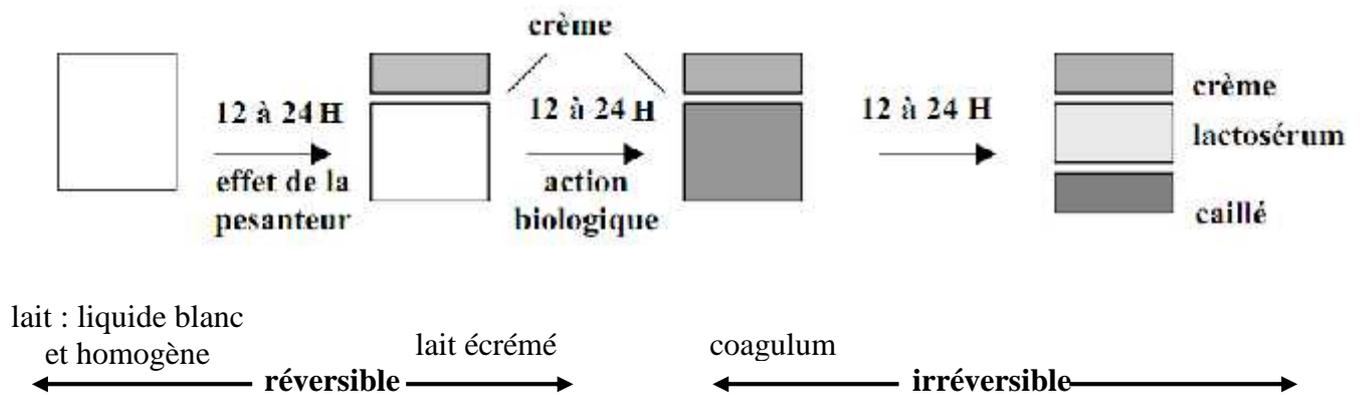


Figure 1 : Evolution du lait cru abandonné vers 20°C (Bragere, 1996).

Le lait est un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent :

- La phase aqueuse qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes) ;
- La suspension colloïdale micellaire (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes ;
- L'émulsion (4,2%) qui peut donner naissance à la crème qui est une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (Bragere, 1996).

1.6. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait est un aliment complet à l'état naturel contenant plusieurs éléments nutritifs indispensables. Sa valeur énergétique est de 700 KCal / L. 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).

La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables.

Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (Derby, 2001).

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Le lait

assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues, elles aussi comme facteurs essentiels intervenant dans les réactions du métabolisme. Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvue de fibres (**Cheftel et Cheftel, 1996**).

1.7. 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**).

1.7.1. Antibiotiques

Les résidus d'antibiotiques, surtout si ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites (**Jacquet, 1969**). Leur présence dans le lait offre un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes allergiques et cancérigènes (**Mitchell, 2005**).

Chez des sujets sensibles, elle peut contribuer à l'installation d'une flore endogène antibio résistante (**Morel, 1962 ; Lemaitre, 1963**).

1.7.2. 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 (**Beroza et Bowman, 1996**).

1.7.3. Radio-éléments

Les radio-éléments, 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 (**Laug et al., 1963**). Certains sont indiscutablement dangereux en raison de la longue durée de vie et des possibilités de stockage dans le corps tel le Strontium (**Michon, 1963**).

1.7.4. Polychlorodryphényles

Certains produits chimiques, comme les phtalates, les esters de l'acide sébacique et certains polychlorobiphényles (PCB), 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 (Murata, Zabik et Zabik, 1977; Luquet et al., 1979).

Ces contaminations posent des problèmes particuliers, parce qu'il est souvent difficile d'en apprécier les conséquences à long terme sur la santé (Vanier, 2005).

1.7.5. 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).

2. Microbiologie du lait cru

Les microorganismes, principalement, présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue, pour elles, un excellent substrat nutritif (Billon et al., 2009).

Certains microorganismes constituent un danger pour le consommateur du lait cru ou de produits fabriqués avec du lait cru. D'autres sont seulement des agents d'altération de ces produits ; ils dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolisme indésirables (Richard, 1990 ; Guiraud, 1998).

2.1. Flore originelle

Le lait prélevé à partir d'un animal sain dans de bonnes conditions contient peu de germe (moins de 1000 germes/l) il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores, tels que les *Microcoques*, *Streptocoques lactiques* et *Lactobacilles*. Le lait cru est protégé vis-à-vis des germes de contamination par des substances inhibitrices appelées "lactenines", mais l'action de celles-ci est de courte durée (1 heure environ) (Guiraud et Galzy, 1980).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002).

Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa

production (Varnam et Sutherland, 2001). Le tableau IV regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau IV : Flore indigène du lait cru (Amiot et al., 2002).

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

2.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (Vignola, 2002).

Les contaminations par divers microorganismes peuvent provenir de l'environnement: entérobactéries, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Microcoques*, *Corynébactéries*, *Bacillus*, par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière.

Des contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de *Clostridium*, d'entérobactéries (coliformes) et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes : *Salmonella*, *Yersinia*. Ceci explique l'importance d'un contrôle rigoureux du lait (Leyral et Vierling, 2007). Les principales sources de contamination (Tableau V) sont :

1. L'ambiance. Ainsi, l'atmosphère des étables est souvent chargée de germes provenant des excréments, de la paille et des aliments. Ces germes sont véhiculés sous forme de poussière qui se dépose peu à peu (Frevel, 1985).

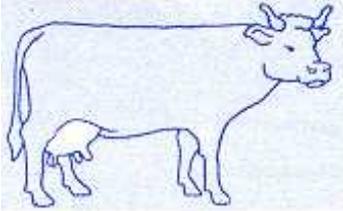
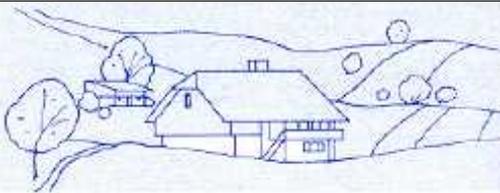
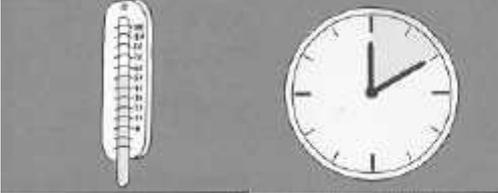
2. L'état de l'animal : Les saletés se trouvant dans le lait proviennent le plus souvent de la chute, au moment de la traite, de particules d'excréments, de terre, de végétaux ou de litière, attachées à la peau de l'animal et aussi des poils et des cellules épithéliales.

3. L'état d'hygiène du trayeur : La contamination du lait par ces bactéries est souvent due à une mauvaise hygiène de la traite (contamination de la mamelle par l'environnement ou par un matériel de traite mal entretenu) ou par contamination externe par l'intermédiaire d'aliments ou eau souillées (*Clostridium*) (Legry, 1988).

4. Les ustensiles et les machines sont habituellement la source de contamination la plus importante. Ce sont des milliards de germes qui peuvent exister sur les parois d'ustensiles laitiers mal lavés et mal séchés. La machine à traire mal nettoyée est certainement une source de contamination d'une importance considérable (**Heuchel et al., 2001**).

5. La qualité de l'eau : les eaux impures servant au rinçage des récipients et des machines peuvent être la cause de contaminations très gênantes, surtout pour la crème et le beurre (**Dumoulin et peretz, 1993**).

Tableau V: Sources et niveaux de contamination du lait (**Crema, 2003**).

	Normale	Anormale	
Pis	< 100 germes par millilitre	100000 et plus par millilitre	
Environnement	1000-5000 germes par millilitre	10000 et plus par millilitre	
Ustensiles à lait	1000-30000 germes par millilitre	100000 et plus par millilitre	
Refroidissement et durée de stockage	Pas d'augmentation significative	500000 et plus par millilitre	

2.3. Principales activités microbiennes dans le lait

L'activité d'un ou plusieurs groupes microbiens bien ciblés peut être utilisée pour transformer un aliment brut en aliment nouveau. C'est le cas des dérivés du lait (yaourt, fromage), de boissons alcoolisées (vins, bières). Dans ce cas, les conditions devront être réunies pour que soient sélectionnés les groupes microbiens compétents pour assurer ces transformations et que soient inhibés ceux dont l'activité serait nuisible au processus recherché. La nature est souvent en mesure de faire efficacement le tri : il n'est pas

absolument indispensable d'agir sur les flores microbiennes lors de la fabrication des yaourts ou de nombreux fromages. La tendance est, cependant, « d'aider la nature », voire de reproduire les processus naturels par l'utilisation de ferments sélectionnés (**Leyral et Vierling, 2007**).

L'acidification : l'acidification est la transformation physico-chimique du lactose par les bactéries lactiques présentes dans le lait ou ajoutées lors de différentes étapes de fabrication (**vignola, 2002**).

Protéolyse : au cours de leurs activités métaboliques, certains microorganismes, grâce à l'action de leurs protéases, dégradent des fractions protéiques du lait. Ce phénomène produit la libération de sous produits très variés, dont des peptides à longue ou courte chaîne à l'origine des goûts amers, des saveurs non désirées et atypiques (**Vignola, 2002 ; Guiraud, 2003**).

Lipolyse : la lipolyse est une réaction enzymatique de dégradation de la matière grasse qui se traduit dans le lait par une augmentation de la teneur en acides gras libres. Au-delà de certains seuils, cette augmentation peut provoquer l'apparition de défauts de goûts (rance, savon...) dans les produits laitiers (**Heuchel et al, 2003**).

Production de gaz : certaines bactéries lactiques ne produisent que de l'acide lactique lors de la fermentation du lactose. On dit qu'elles sont homofermentaires. Toutefois d'autres bactéries lactiques produisent du CO₂ et d'autres sous-produits en addition à l'acide lactique. On les qualifie d'hétérofermentaires ou gazogènes (**Vignola, 2002**).

Production d'alcool : la production d'alcool est souvent liée à la présence des levures dans un produit laitier. La principale conséquence est l'apparition d'une odeur levurée ou alcoolisée (**Vignola, 2002**).

2.4. Evolution et altération du lait

Suivant le degré de dégradation des constituants du lait sous l'effet des microorganismes, on distingue quatre états bactériologiques du lait.

2.4.1. Phase bactériologique ou de latence

Du fait des substances antibactériennes du lait et des bactériocines produits par les bactéries lactiques, les autres germes tendent à stagner ou à régresser. C'est une phase d'adaptation. Le lait peut alors se conserver pendant longtemps sous réfrigération. Toutefois, cette durée est réduite considérablement à une température élevée (**Petransxiene et Lapid, 1981**).

2.4.2. Phase d'acidification

Durant cette phase, l'acidité ionique diminue et le degré Dornic augmente. La fermentation du lactose par les espèces du groupe lactique principalement, aboutit à la production d'acide lactique. Les streptocoques sont les premiers germes acidifiants intervenant par abaissement du pH et par augmentation de l'acidité, puis viennent les lactobacilles acidophiles qui, en proliférant, abaissent d'avantage le pH et entravent la croissance d'autres germes. (Alais, 1984).

2.4.3. Phase de neutralisation

Durant cette phase, l'acide produit est utilisé par les levures acidophiles, ce qui est à l'origine d'une désacidification. Ainsi, le pH augmente et tend à s'équilibrer vers la neutralité (pH7). Cette phase dite de neutralisation correspond à la reprise d'activité des germes putréfient, d'où la nécessité d'un contrôle des germes acidigènes ou acidivores (Davis, 1973).

2.4.4. Phase d'alcalinisation

Elle est également dite de putréfaction et se traduit par production d'hydrogène sulfuré, indice de dégradation systématique du lait, car il affecte aussi bien les caractères hygiéniques qu'organoleptiques (Petransxiene et Lapied, 1981).

3. Maladies transmises par le lait

3.1. 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).

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).

3.2. 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).

Cette tuberculose se caractérise par la fréquence des localisations extra-pulmonaires et des formes disséminées (**Becq-Giroudon, 1996**). 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 (**Abdussalam et al., 1962**).

3.3. 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 (**Milhaud, 1999**).

3.4. 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**).

3.5. 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 (**Lupien, 1995**).

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* multirésistantes

aggrave le risque, et pose, en particulier, le problème plus général de l'utilisation des antibiotiques en élevage (Milhaud, 1999).

3.6. 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).

3.7. Colibacillose

On a parfois attribué des affections gastro-intestinales 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 entéro-invasives. Certaines souches d'entérotoxigène 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 (Abdussalam et al., 1962).

Les *Escherichia coli* sont très facilement véhiculées par la poussière qui constitue une source importante de contamination en élevage (Abdussalam et al., 1962).

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 (Attarassi et al., 2008).

3.8. 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 aigue (Abdussalam et al., 1962).

Staphylococcus aureus seul n'est pas dangereux pour l'homme mais l'entérotoxine qu'il produit dans certaines situation est responsable de toxi-infections alimentaires qui se

traduisent par des nausées, des douleurs abdominales et musculaire, des diarrhées, des maux de tête, voir 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).

3.9. Infection streptococcique

Infection streptocoque du groupe A provoquent chez l'homme plusieurs affection cliniques aigue : engine, 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 consommé frais ou insuffisamment traité 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 tempérés, ne sont que faiblement pathogènes pour l'homme (Abdussalam et al., 1962).

4. Hygiène de la traite

Le lait est une denrée fragile dont le devenir industriel (lait en nature, beurre, fromage) dépend de sa qualité. La production d'un lait de qualité n'exige ni des installations coûteuses dans la ferme, ni des transformations ruineuses dans le système commercial et industriel ; il faut surtout un suivi rigoureux et permanent des bonnes pratiques d'hygiène tout le long du circuit de sa production notamment à la traite (Crapelet et Thibier, 1973).

4.1. Trayeur

- Bon état de santé : pour éviter la pollution du lait et la contagion de certaines maladies (tuberculose) à la vache.

- Propreté : le vacher, avant de commencer à traire, doit se laver soigneusement les mains et les essuyer avec un linge propre.

- Tenue : le trayeur doit être habillé proprement et simplement. La meilleure tenue est le bleu de mécanicien ; le trayeur doit mettre un tablier blanc toujours propre et une calotte blanche cachant ses cheveux (Crapelet et Thibier, 1973).

4.2. Animal

- Propreté générale : elle sera obtenue par une litière correcte, si nécessaire un pansage journalier évitant la présence de souillures voire de plaques d'excréments.

- Propreté de la mamelle : elle sera acquise par le passage sur le pis d'un linge propre trempé de solution légèrement antiseptique tiède ; cette dernière devra être renouvelée aussi souvent que nécessaire pour rester propre et remplir son rôle.

- Pour la traite en étable, la queue devra être attachée, pour éviter qu'elle ne souille pas le lait.

- Santé : on détectera précocement et systématiquement les maladies particulièrement dangereuses : tuberculose, mammites (**Crapelet et Thibier, 1973**).

*Matériel
et méthodes*

1. Historique

La laiterie d'Amizour se situe à 8 Km du chef lieu d'Amizour sur la route menant à Amizour, Semaoun, Ilmathen. Sa superficie est de 6400 m², elle est délimitée au sud : village agricole, à l'est Coopsel (coopérative d'élevage) ; au nord : Oued Amassine ; à l'ouest Oued Amassine.

La laiterie d'Amizour a été créée par l'unité UPL 03 de Draâ Ben Khedda qui est elle-même une unité de l'office régional du lait de centre (ORLAC). Au début l'unité UPL 03 a créé une entente de commercialisation du lait pasteurisé au niveau de chef lieu de la wilaya de Bejaia, par la suite ce projet, fût développé en une unité de conditionnement du lait et ce au niveau d'Amizour. Les travaux ont commencé en juillet 1993, après acquisition des locaux destinés à la création d'un centre vétérinaire, l'aménagement de ces locaux a pris fin en Décembre 1994, et la mise en activité en janvier 1995. L'activité principale de cette annexe de L'UPL 03 est le conditionnement du lait pasteurisé de Draâ Ben Khadda transporté par citerne, puis L'UOL 06 a réceptionné un matériel récupéré d'autres laiteries afin de reconstituer le lait sur place. Le 21 septembre 1997 L'UPL 06 d'Amizour devient laiterie d'amizour après sa filialisation.

2. Organisation de l'unité ORLAC d'Amizour

La laiterie d'Amizour est gérée par un PDG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial (figure 2). Selon les renseignements recueillis auprès de l'administration, l'entreprise fonctionne avec un effectif total de 80 personnes ; sa production journalière est de 120 000 Litres de lait pasteurisé selon les renseignements recueillis auprès de l'administration.

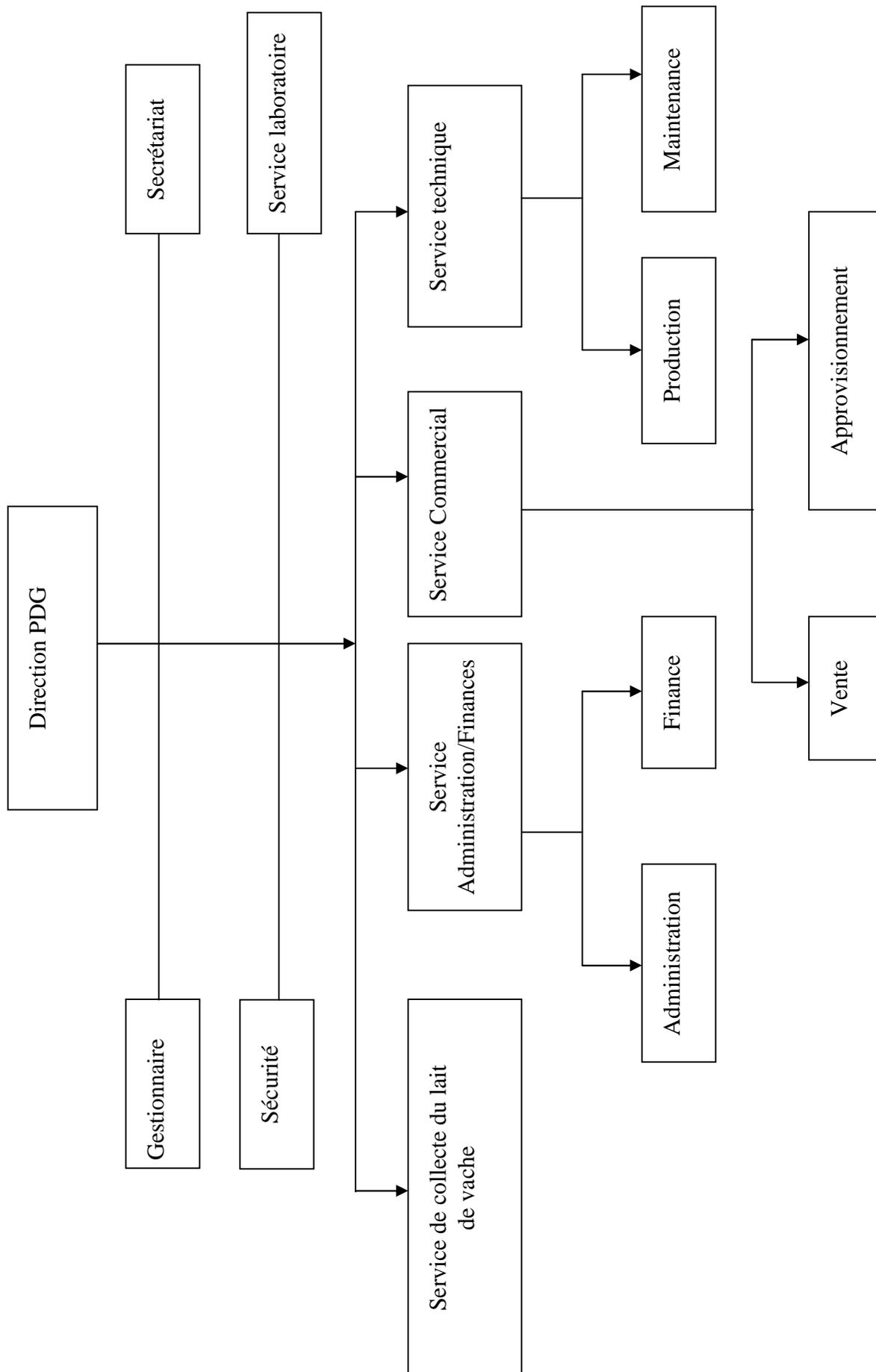


Figure 2 : diagramme explicatif de l'organisation de la laiterie d'Amizour

3. Echantillonnage et prélèvement

L'étape de prélèvement constitue une étape essentielle dans l'analyse microbiologique du lait. Il faut effectuer ces prélèvements dans des conditions qui reflètent le plus fidèlement possible la qualité du lait à analyser, en règle générale, des conditions de stérilité assurée, et faire intervenir des personnes expérimentées. Les échantillons prélevés doivent par la suite être maintenus dans des conditions qui n'altéreraient pas la qualité intrinsèque du lait (Vignola, 2002).

4. Techniques de prélèvement

Le prélèvement pour les analyses microbiologiques s'effectue à partir du robinet disposé à la partie inférieure de la citerne, dans un flacon stérile bouché avec un bouchon à vis. Le robinet est flambé au préalable, nous éliminons les premiers jets et nous remplissons le flacon. Les prélèvements sont aussitôt refroidis dans un réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse (Guiraud, 2003).

Le prélèvement pour analyses physico-chimiques nécessite l'emploi d'une louche qu'on plonge à l'intérieur de la citerne par son ouverture supérieure.

5. Analyses physico-chimiques

5.1. Détermination du pH

▪ Principe

Le pH est déterminé par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre; appareil qui mesure la différence potentiométrique entre deux électrodes à température de 20°C (Audgie et al., 2002).

▪ Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7) ;
- Plonger l'électrode dans le produit à analyser et lire la valeur de pH stabilisée ;
- Retirer l'électrode et le rincer avec de l'eau distillée (Mathieu, 1998).

▪ Lecture

La valeur du pH est lue directement sur le pH- mètre.

5.2. Détermination de l'acidité titrable

▪ Principe

Il se base sur un titrage de l'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (NF V04-305, 1985).



▪ Mode opératoire

- Transvaser 10ml de lait dans un Becher ;
- Ajouter 03 à 04 gouttes de phénolphtaléine ;
- Titrer avec la soude jusqu'à un virage du milieu au rose pale (Luquet, 1985).

▪ Expressions des résultats

Les résultats sont exprimés en degré Dornic en appliquant la formule suivant :

$$\text{Acidité} = V10 (D^\circ)$$

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

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

La détermination de l'extrait sec total (EST) nous permet d'évaluer la qualité de notre lait (éviter un mouillage excessif du lait).

▪ Principe

La matière sèche du lait est le produit résultant de la dessiccation du lait par évaporation d'une certaine quantité d'eau du lait et la pesée du résidu (NF V04.207, 1970).

▪ Mode opératoire

- Peser la capsule vide ;
- Tarer la balance et mettre 5ml du lait dans la capsule ;
- Placer la capsule dans l'autoclave à 103°C/3 heures ;
- A la sortie de l'autoclave, peser à nouveau la capsule.

▪ Expressions des résultats

Les résultats sont exprimés en grammes par litres (g/l) comme suit :

$$EST = \frac{P' - P_0}{P} * 1000 \left(\frac{g}{l}\right)$$

EST : extrait sec total.

P₀ : le poids de la capsule vide.

P : le poids du produit avant étuvage (sans la capsule).

P' : le poids de la capsule avec le produit après étuvage.

5.4. Détermination de la matière grasse par la méthode acido- butyrométrique (norme AFNOR, 1980)

▪ principe

Cette méthode est basée sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux.

▪ Mode opératoire

- Introduire 10ml d'acide sulfurique dans un butyromètre de GERBER ;
- Ajouter 11ml de l'échantillon ont évitant de mélanger les liquides ;
- Ajouter 1,5ml d'alcool isoamylique ;
- On ferme le butyromètre à l'aide d'un bouchon, puis on mélange jusqu'à la dissolution totale du mélange ;
- Centrifuger à 1200 tours pendant 5 minutes.

▪ Expressions des résultats

Le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre.

5.5. 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 (Veisseyre, 1975).

La teneur en extrait sec dégraissé est déterminée par la soustraction de la teneur en matière grasse à l'EST.

▪ Expression des résultats

La teneur en ESD est calculée comme suit :

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

ESD: Extrait sec dégraissé.

EST: Extrait sec total.

MG: Matière grasse.

5.6. Détermination de la densité : (NF V 04-350, 1985)

▪ Principe

C'est le rapport de masse à 20°C d'un même volume d'eau et de lait, elle se mesure par un lactodensimètre : appareil destiné à la mesure de la densité des liquides, constitué par un cylindre lesté, surmonté d'une tige cylindrique graduée plongé dans un liquide.

▪ Mode opératoire

- Rincer l'éprouvette avec de lait à analyser ;
- Verser le lait dans l'éprouvette; tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air ;
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait doit provoquer un débordement de liquide. Ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gênaient la lecture ;
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette est en le retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.

▪ Expression des résultats

A 20°C, la densité de l'échantillon correspond directement à la valeur lue sur le lactodensimètre, la valeur lue sur l'appareil c'est la masse volumique, et la densité est déduite à partir d'une table conversion.

6. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique du lait est une étape importante qui vise d'une part à conserver les caractéristiques organoleptiques et sensorielles du lait, donc d'allonger sa durée de vie et d'autre part à prévenir les cas de toxication alimentaire liés à la présence des microorganismes pathogènes et la transmission au consommateur (**Vignola, 2002**).

L'analyse microbiologique du lait cru consiste en la recherche et/ou dénombrement d'un certain nombre de microorganismes susceptibles d'être présents dans le lait.

Les analyses effectuées sont portées sur :

- La flore aérobie mésophile totale.
- Les coliformes totaux et fécaux.
- Les microorganismes pathogènes : les *Staphylocoques*, *Clostridium* sulfite-réducteurs.

6.1. Préparation des dilutions

Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. Les pipettes conseillées sont à écoulement total.

On prépare autant de tube qu'il y a de dilution à effectuer en prenant des tubes stériles dans lesquels on pipete aseptiquement 9 ml de liquide diluant. Ceci permet d'obtenir une précision maximale.

6.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération (**Bougeois et Leveau, 1996**).

De même la flore totale renseigne sur la qualité hygiénique et la durée prévisible de conservation: l'altération n'apparaît que pour une flore totale de l'ordre de 10^6 à 10^8 germes par gramme (**Guiraud et Galzy, 1980**).

▪ Principe

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

▪ Mode opératoire

- A partir de solution mère on ensemence 1ml qu'on introduit dans des boîtes de Pétri ;
- Ajoute la gélose PCA maintenue en surfusion ;
- Le mélange est homogénéisé lentement par des mouvements circulaires ;
- Après solidification, les boîtes sont retournées puis incubées à 30°C pendant 48 à 72 heures.

La technique de dénombrement de cette flore est résumée dans la figure 3.

- **Expression des résultats**

Le développement des bactéries se traduit par l'apparition de colonies blanchâtres à la surface de la gélose PCA, le comptage des colonies se fait sur les boîtes qui ont un nombre compris entre 20 et 300 colonies :

$$\text{Nombre de germes par ml de lait} = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1n_2)d}$$

Où :

c : somme totale des colonies comptées.

N2 : nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

N1 : nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

D : le facteur de dilution à partir du quel les premiers comptages ont été obtenus

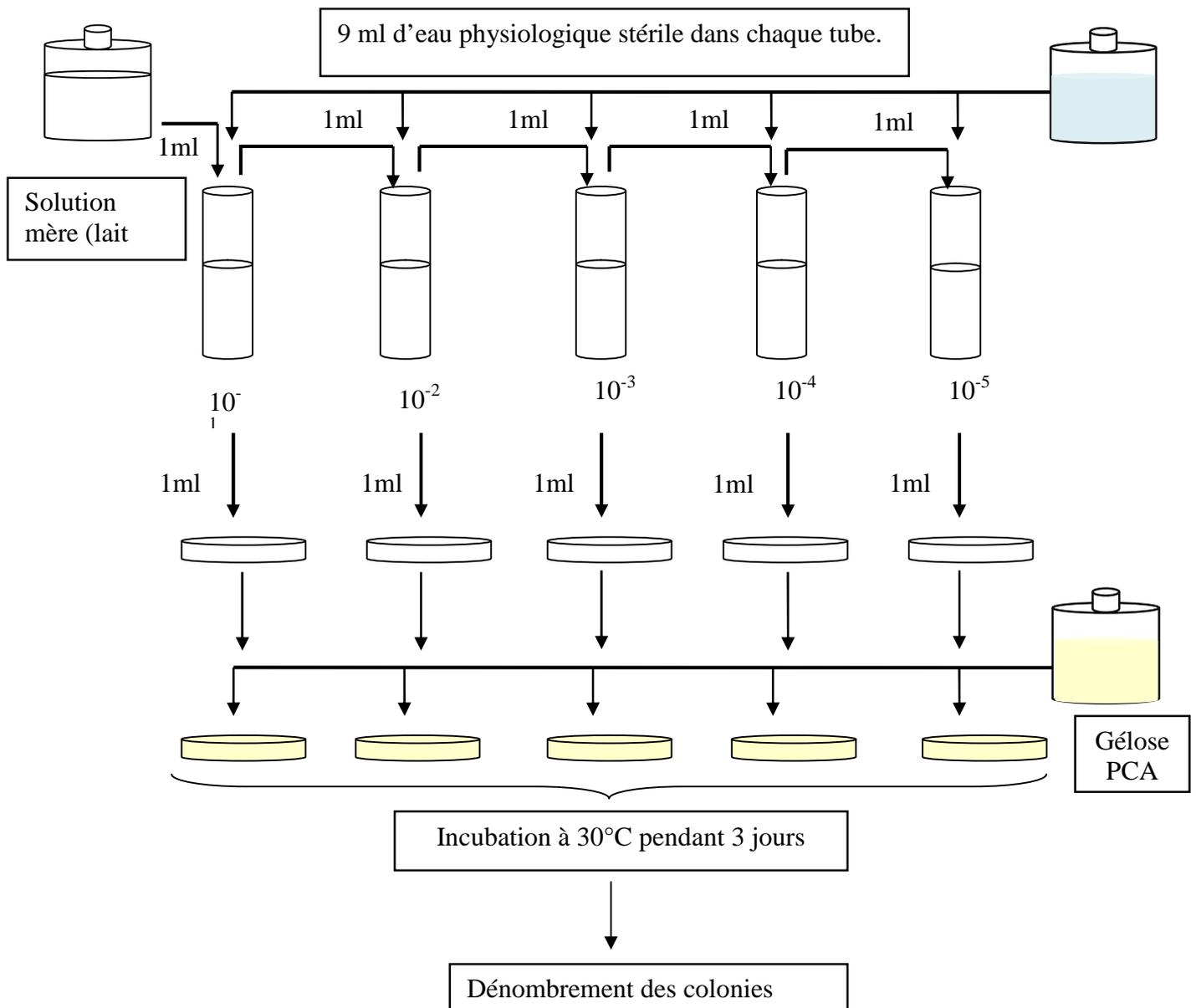


Figure 3 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

6.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Selon la définition ISO, les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatives et lactose positif, leur présence dans les aliments traduit une contamination fécale par le manque d'hygiène (Bourgeois *et al.*, 1996).

Leur développement est freiné par l'abaissement du pH et leur croissance stoppée lorsque le pH est inférieur à 4,5. Ils sont peu résistants à la chaleur (Le Minor et Richard, 1993).

▪ Principe

Les coliformes ont la particularité de fermenter le lactose avec dégagement de gaz, leur identification se fait sur milieu sélectif BLBVB (Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant). Le développement des coliformes totaux acidifie le milieu et cette acidification se traduit par un virage de l'indicateur coloré (de la couleur vert au jaune), en outre une production de gaz apparaît dans la cloche renversée (**Lapied et Petranxiene, 1981**).

▪ Mode opératoire

- Ensemencer 18 tubes du milieu liquide BLBVB (avec cloche de Durham) avec 1ml de chaque dilution, à raison de trois tubes pour chaque dilution ;
- Incuber à 37°C pendant 24h (figure 3).

▪ Lecture

Un résultat positif se traduit par un trouble et un dégagement gazeux dans les cloches, le dénombrement des coliformes est effectué selon la méthode du nombre le plus probable NPP, en se référant à la table de Mac Grady.

6.4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux

▪ Principe

Les coliformes fécaux ou les coliformes thermotolérants sont des coliformes capables de se développer à 44°C, dans cette catégorie on trouve essentiellement *Escherchia coli*, leur mise en évidence est faite par le test de Mackenzie qui permet la détection présomptive d'*Escherichia-coli*.

Mode opératoire

- A partir d'un tube positif de BLBVB, on ensemence 1ml de l'échantillon dans trois tubes contenant l'eau peptonée exempte d'indole (EPEI) ;
- L'incubation est effectuée à 44°C pendant 48h (figure 4).
- addition de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs.

▪ Lecture

Les tubes positifs sont ceux présentant un trouble avec virage de l'indicateur coloré au jaune.

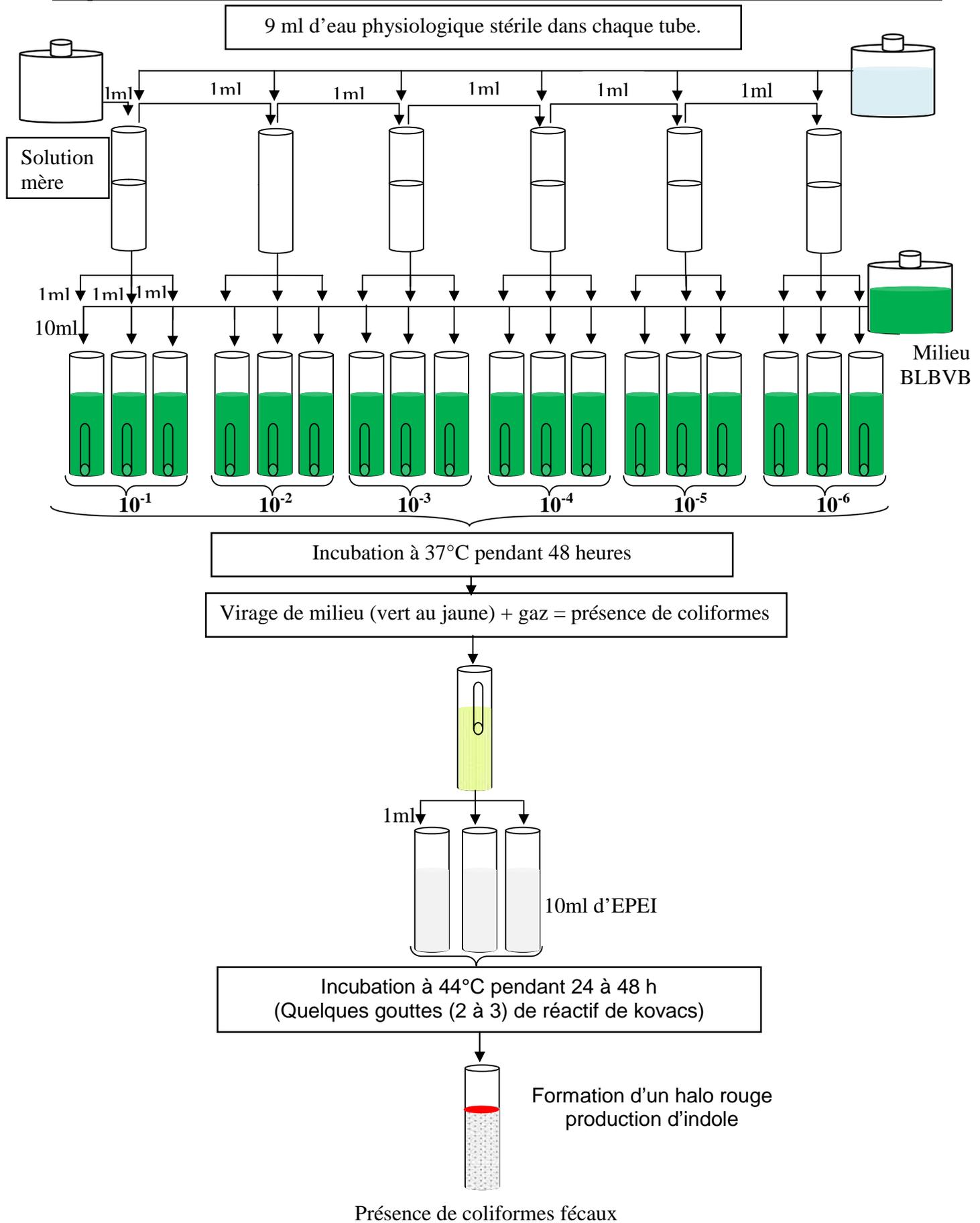


Figure 4 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

6.4. Recherche *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est un microorganisme du groupe des bactéries mésophiles. Il s'agit d'une bactérie à Gram positif et coagulase positive (**Le Loir et al., 2003**).

Staphylococcus aureus est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait (**Rainard et Poutrel, 1993**).

Concernant l'antibiorésistance, le *Staphylococcus aureus* est considéré parmi les bactéries Gram positif qui offre le plus de résistance à l'antibiothérapie (**Perrin-Coullioud et al., 1991**).

- **Mode opératoire**

Cette recherche a été effectuée selon la norme **NF-V08-057-1**. On utilise comme milieu de culture le Baird Parker (BP) auquel on ajoute du jaune d'œuf et tellurite. La dilution utilisée 10^{-1} . L'ensemencement se fait en surface avec 1ml de dilution sur du BP préalablement coulé dans la boîte de Pétri et incubé à l'étuve à 37°C pendant 24 heures (figure 5).

- **Lecture**

Les colonies des *Staphylococcus aureus* apparaissent noires avec un halo transparent.

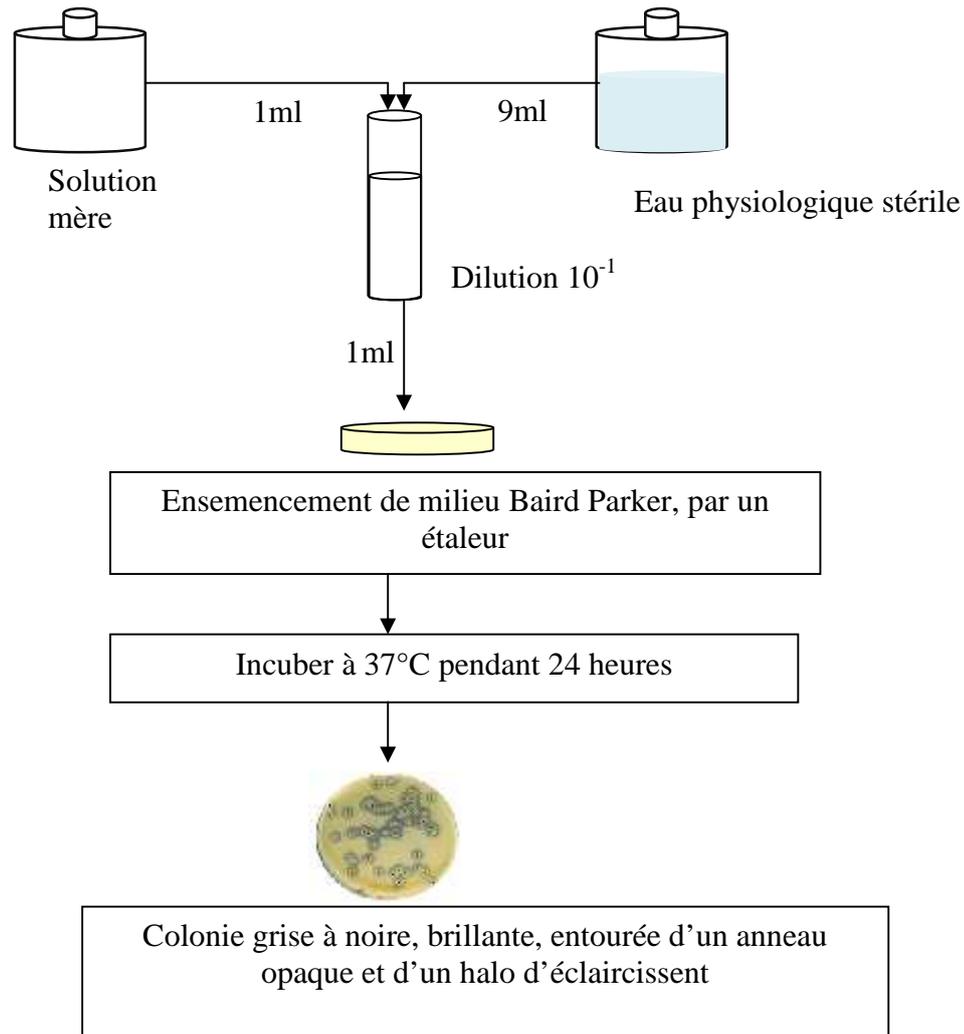


Figure 5 : Recherche des *Staphylococcus aureus*

6.5. Recherche de *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les *Clostridium* appartiennent à la famille des bacillaceae, Gram positif, anaérobie strict, catalase négatif, gazogène et sporulés. Ce sont des hôtes de l'intestin de l'homme et de certains animaux mais ont également une origine tellurique (**Larpent, 1997**).

La recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs, permettent de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies, caractérisées par la résistance de leurs spores et par un équipement enzymatique réduisant plus au moins activement les sulfites en sulfures (**Franck, 2002**).

▪ Principe

Les *Clostridium*s sulfito-réducteurs recherchés par le dénombrement des formes sporulées qui est basé sur :

- L'emploi de milieu VF contenant du sulfite de sodium ;
- Leur pouvoir, en présence de sulfite de sodium et l'alun de fer qui donne du sulfure de fer, qui entoure les colonies d'un halo noir.

▪ Mode opératoire

- 5 tubes contenant chacun 5 ml de la solution mère sont portés au bain marie à 80°C pendant 10 minutes pour réduire la sporulation;
- Après refroidissement par l'eau de robinet ;
- Complète à 20 ml avec le milieu VF, puis ajouter quelques gouttes d'huile de vaseline pour créer un milieu anaérobie ;
- Incuber à 46°C pendant 24 heures ;

Les tubes présentant les colonies entourées d'un halo noir proviennent de germination et développement des spores qui ne sont pas détruites au cours du traitement thermique (figure voir l'annexe).

Lecture

La présence de *Clostridium*s sulfito-réducteurs est relevée sous forme de colonies en halo noir, couleur du sulfure de fer résultant de la réduction des sulfites selon la réaction suivante :



*Résultats
et discussion*

1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur les échantillons du lait sont donnés en moyennes plus écart type. Les résultats du suivi journalier sont portés dans des tableaux présentés dans l'annexe.

Les valeurs des paramètres physico-chimiques du lait cru sont représentées dans le tableau VI.

Tableau VI : Résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache.

Paramètres	Acidité (°D)	pH	Densité	EST (g/l)	MG (g/l)	ESD (g/l)
Moyenne ± Ecart type	16,4±0,65	6,56±0,54	1,033±0,004	125,28±10,59	35,45±1,78	89,83±10,23
Norme d'entreprise	Max 18	Min 6.45 Max 6.8	Min 1,028 Max 1,036		Min 34	89 à 92

1.1. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité des échantillons de lait cru est globalement acceptable avec une moyenne de $16.4 \pm 0.65^\circ\text{D}$ (tableau VI), l'écart type 0.65°D montre une faible variabilité des résultats, ces acidités titrables sont conformes à la norme d'entreprise et la norme **AFNOR (1985)**, de l'acidité du lait frais fixée entre $16-18^\circ\text{D}$. Cette acidité retrouvée peut être naturelle ou développée. En effet, selon **Mathieu (1998)**, le lait de vache en début de lactation présente une acidité titrable de 19°D à 20°D .

L'étude réalisée par **Aggad et al., (2009)**, a donné lieu à des acidités titrables des laits de mélange du même ordre de grandeur. Selon ces mêmes auteurs, ces similarités peuvent être liées au climat, au stade de lactation, à la saison et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique.

L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries ou les éventuelles fraudes (**Joffin et Joffin, 1999**).

1.2. Détermination du pH

La valeur moyenne du pH qui est de $6,56 \pm 0,54$ (tableau VI) des laits analysés est conforme à la norme d'entreprise (6,45-6,8). Selon **Alais (1984)**, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans le cas où le pH est inférieur à la norme cela indique une acidification du lait, qui peut être due à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**).

Et d'après **Mathieu (1998)**, le pH évolue avec la composition du lait, une teneur élevée en substances acides : protéines, anions phosphates, citrate ou acides lactique s'accompagne d'un pH faible.

Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (**Alais, 1984**), des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (**Mathieu, 1998**).

1.3. Détermination de la densité

La densité moyenne des laits mesurée à 20°C est de $1,033 \pm 0,004$ (tableau VI), les fluctuations autour de la moyenne sont très faibles avec un écart type de (0,004).

La valeur moyenne de la densité des échantillons testés est conforme aux normes d'entreprise selon l'étude menée par **Filipovitch (1954)**, sur la densité des laits de mélange confirme de faibles fluctuations se situant entre 1,030 et 1,032 par rapport aux variations dans les laits individuels. En dehors de tout mouillage du lait, la densité d'un lait varie selon sa richesse en matière sèche, et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi l'écémage du lait conduit à une élévation de sa densité (**Luquet, 1985**).

1.4. Détermination du taux de matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse est de $35,45 \pm 1,78$ g/l (tableau VI), les variations liées à ce taux sont relativement faibles. La moyenne du taux de matière grasse répond à la norme de l'entreprise. D'après **Lederer (1983)**, un lait de très bonne qualité contient 40g/l de matière grasse, donc la teneur moyenne en matière grasse calculée présente une qualité moyenne.

Cette richesse en matière grasse peut être due à la race bovine exploitée, et à des conditions d'élevage telles que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés), la traite (**Luquet, 1985**).

1.5. Détermination du taux d'extrait sec total

D'après le tableau VI, la valeur moyenne de l'EST est inférieure au taux moyen rapporté par **Paul et Southgate (1978)** (129g/l), cela est peut être dû selon **Preston (1988)**, à un déséquilibre dans l'alimentation du bétail, puisque les éléments qui composent le lait proviennent de l'alimentation.

Les échantillons apparaissent plus riche en matières sèches, selon **Diao (2000)**, cette augmentation ne traduit pas une aptitude de la vache à synthétiser plus de matière sèche, mais une concentration de matière fabriquée dans une quantité moindre de lait.

1.6. Détermination du taux d'extrait sec dégraissé

La valeur moyenne de l'extrait sec dégraissé est conforme à la norme de l'entreprise. Certains échantillons sont légèrement inférieurs à la norme ce qui explique la richesse du lait en matière grasse, et selon **Coubonne et al., (1980)**, les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait dégraissé.

D'autre part les échantillons présentent un taux d'extrait sec dégraissé relativement élevé qui est probablement dû selon **Havemose et al., (2004)**, à certains facteurs tels que : la saison, l'état sanitaire et l'alimentation.

2. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le lait cru sont consignés dans le tableau VII

Tableau VII : Niveaux des différentes flores dénombrées dans les 5 échantillons de lait (UFC/ml)

Paramètres recherchés	FTMA	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Staphylocoques	<i>Clostridium</i> Sulfito-réducteurs
Moyenne±écart type	0,56.10 ⁵ ± 0,114	0,24.10 ³ ± 0,06	Absence	présence	Absence
Normes (UFC/ml) (JORA, 1998)	10 ⁵		10 ³	Absence	<50

2.1. Dénombrement de la flore total

Les échantillons prélevés présentent une charge en microorganismes de la flore totale qui varie de $0,4 \cdot 10^5$ à $0,7 \cdot 10^5$ UFC/ml, pour une moyenne de $0,56 \cdot 10^5 \pm 0,114 \cdot 10^5$ UFC/ml (tableau VII). Ces résultats sont importants et variables.

Des échantillons de lait seraient qualifiés de mauvaise qualité si on se référait aux normes algériennes qui fixent le seuil de contamination à 10^5 UFC/ml et malgré une température relativement basse (**Amhour** *et al.*, 1998).

En effet, selon **JORA (1998)**, ces seuils de contaminations en flore totale ne dépassent pas la norme fixée à 10^5 UFC/ml. Ils sont également inférieurs aux charges maximales tolérées par les réglementations françaises qui sont de $5 \cdot 10^5$ UFC/ml (**Alais, 1984**).

Selon **Faye et Loiseau (2002)**, lait cru est produit par un animal sain, dont la traite effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène, donne normalement un lait peu contaminé contenant une flore globale de 10^3 à 10^5 UFC/ml.

Ils révèlent un manque de respect des bonnes pratiques de production et de stockage du lait de la traite du soir qui va ensuite être mélangé avec le lait de la traite du lendemain matin, et au niveau de la multitude des transvasements (**Amhour** *et al.*, 1998).

2.2. Coliformes totaux

Les laits analysés présentent une charge moyenne en coliformes totaux de $0,24 \cdot 10^3 \pm 0,06 \cdot 10^3$ UFC/ml. Nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par **Afif et al., (2008)**, avec $3,2 \cdot 10^5$ UFC/ml, Ceci témoigne d'une forte variabilité des valeurs obtenues. Cette forte charge est observée pour tous les échantillons.

Selon **Larpen** (1990), la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

D'après **Magnusson et al., (2007)**, les litières fortement souillées contiennent plus de coliformes et la prévalence de mammites, dans ce cas, augmente, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tels que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

2.3. Coliformes fécaux

L'absence des coliformes fécaux dans le lait cru répond à la norme Algérienne qui est fixée à 10^3 UFC /ml. Ceci est peut être dû au fait que les étables possèdent des mécanisations de la traite et lavage systématique des mamelles en métal (Akhtar et al., 2001).

Ils sont cependant plus nombreux dans les laits de mélange. Leur abondance dans le lait cru reflète une inexistence des dispositions sanitaires requises au cours de la traite et de la récolte du lait, une contamination au cours du transport ou d'un stockage défectueux. Les principaux vecteurs sont la peau des trayons, souillée par les fèces et le matériel de traite mal conçu et mal nettoyé (Richard, 1983).

Selon Rozier et al., (1985), cités par Bouchibi et Boulame en (1997), les coliformes fécaux sont des *Escherichia coli* dans 95 à 99% des cas. Mocquot et Guittonneau (1939), ont démontré que les coliformes du genre *Escherichia* sont les plus fréquents dans les excréments des vaches laitières. Ils contaminent le lait directement (par contact direct avec le pis), ou se multiplient lors d'un mauvais nettoyage dans les rinçures des ustensiles laitiers.

Ce germe est considéré comme l'un des meilleurs indicateurs de la contamination fécale faisant suspecter un nettoyage avec une eau contaminée, il peut également provenir d'une mammite à *E. coli* (Beerens et Luquet, 1987).

2.4. *Staphylocoques aureus*

La norme concernant le *Staphylococcus aureus* est l'absence du germe dans le lait cru. Les résultats obtenus ne sont pas conformes à la norme (JORA, 1998).

Selon Booth et Dodd, (2000), le *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait.

S. aureus peuvent avoir aussi une origine intra-mammaire due aux mammites sub-cliniques des vaches. Les infections mammaires à *S. aureus* constituent la principale source de contamination du lait à la production. Cette bactérie est responsable d'une proportion importante des mammites sub-cliniques et chroniques chez la vache laitière, et d'environ un tiers des mammites cliniques. Les quantités de *S. aureus* excrétées dans le lait des quartiers infectés peuvent être considérables, de 10^3 à 10^5 bactéries/ml en moyenne, mais peuvent atteindre 10^6 bactéries/ml en cas d'infection sub-clinique, et jusqu'à 10^8 bactéries/ml en cas d'infection clinique (Bassa et al., 2010).

Par ailleurs, **Srairi et Hamama (2006)**, ont démontré que les pratiques de tétée préalables à la traite, auraient pour incidence une chute de la contamination par les staphylocoques dans le lait, car les premiers jets de lait sont les plus fortement contaminés en microorganismes présumés pathogènes, surtout en cas de mammites.

2.5. *Clostridium* sulfito-réducteurs

L'absence des *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les laits crus de vache testés a une qualité microbiologique bonne et sont acceptables du point de vue hygiénique qui est dû à une bonne santé des vaches des étables et une bonne hygiène de la traite (**Benzakour et al., 2009**).

Leur présence peut traduire un manque d'hygiène, car ces bactéries sont très répandues dans la nature (le sol, alimentation de bétail, l'environnement des étables et l'eau contaminée) (**Gledel, 1978**).

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.

L'étude réalisée est orientée vers l'appréciation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru destiné à l'utilisation par la laiterie d'Amizour. L'analyse physico-chimique a montré que le lait collecté présente globalement une composition satisfaisante, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de bases (matière grasse, matière sèche).

Il est important de signaler à ce niveau que les vaches produisent un lait riche, ayant :

- Un taux de matière grasse estimé en moyenne à $35,45 \pm 1,78$ g/l;
- Une moyenne d'extrait sec total de $125,28 \pm 10,59$ g/l;
- Une densité appréciable avec une moyenne de $0,033 \pm 0,004$;
- Un pH de $6,56 \pm 0,54$;
- Une acidité qui a donnée une moyenne de $16,4 \pm 0,65$ °D;
- Un extrait sec dégraissé avec une moyenne de $89,83 \pm 10,23$ g/l.

Donc tous les résultats d'analyses physico-chimiques sont conformes aux normes de l'entreprise.

Sur le plan bactériologique, on constate la présence d'une flore totale abondante de $0,56 \cdot 10^5$ UFC/ml, cette valeur indique une bonne qualité du lait cru au regard de la norme.

Notre étude a ainsi permis de mettre en évidence les bonnes pratiques d'hygiène vue la faible valeur en coliformes totaux ($0,24 \cdot 10^3$ UFC/ml). Concernant les coliformes fécaux, on a observé leur absence totale, ce qui indique la bonne qualité du lait.

Nous noterons que le dénombrement des *Staphylocoques* du lait cru a révélé leur présence, ce résultat est contradictoire à la norme Algérienne ce qui traduit une contamination par l'homme ou bien l'infection mammaire des vaches laitières, enfin pour les *Clostridium*s sulfito-réducteurs, on a remarqué leur absence totale dans nos échantillons, donc c'est un indice de bonne application des règles d'hygiène.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- ❖ **Abdellaoui L et Guezlane L., 2010.** Impact de l'alimentation sur la qualité physicochimique du lait de vache au niveau d'une exploitation de la région du centre : ITELV. Ecole nationale supérieure vétérinaire d'Algérie. p50.
- ❖ **Abdussalam M, Bijlenga G et Kaplan MM., 1962.** Milk hygiene. Hygiene in milk. Production, processing and distribution. World Health Organization Monograph, Series 48. Geneva. pp: 11-77.
- ❖ **Afif A, Faid M. et Najimi M., 2008.** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. Institute agronomique et vétérinaires Hassan II, Rabat, Maroc. pp: 2-7.
- ❖ **Aggad H, Mahouz F, Ahmed Ammar Y. et Kihal M., 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Revue Méd. Vét., 160, 12. pp : 590-595.
- ❖ **Akhtar M, Ashfaq M, Hussain I et Kashifa K., 2001.** Bacteriological studies on raw milk supplied to Faisalabad city during summer months, Pakistan Vet. J. 21, 2. pp: 77-80.
- ❖ **Alais C., 1984.** Sciences du lait : principes et techniques laitiers. 4^{ème} édition.- Paris: Edition SEPAIC.-814 p.
- ❖ **Amariglio S., 1986.** Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques.- 3^{ème} éd.- Paris : ITSV. 1030p.
- ❖ **Amhoury F, Said B, Hamama A et Zahar M., 1998.** Qualité microbiologique du lait cru: Cas de la région d'Errachidia. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 18 (1). pp : 31-35.
- ❖ **Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P et Simpson R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait: transformation du lait/ Ecole polytechnique de Montreal. pp : 1-74.
- ❖ **Attarassi B, Bricha S, El Haloui NE, Ikko L, Oulkheir S et Ounine K., 2008.** Présence et excrétion des *Escherichia coli* O157 : H7 par les animaux d'élevage et leur prévalence dans les denrées alimentaires d'origine animale. Rev Tun Infectio, Vol 2. pp : 1-10.
- ❖ **Audjie CL Fijrrela, et Zonszain JF., 2002.** Manipulation d'analyses biochimiques. Paris. Ed : doin, 2002. P 74-75 ISBN : 2-7040.0428. p5.

B

- ❖ **Bassa A, Bonfoh B, Dadié K, Dje M, Grace D, Kouamé-Sina SM et Makita K., 2010.** Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). Revue Africaine de Santé et de Productions Animales. E.I.S.M.V, Dakar. pp : 35-42.
- ❖ **Becq-Giraudon B., 1996.** Les maladies infectieuses communautaires. Méd Mal Infect, 26. pp : 11-17.
- ❖ **Benzakour A, Berny EH, Elmoualdi L, Labioui H, Ouhsine M et Yachioui M., 2009.** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 148. pp : 7-16.
- ❖ **Bennish et Wojtyniak., 1991.** Mortality due to shigellosis: Community and hospital data. Rev. Infect. Dis; p1.
- ❖ **Beroza M, Bowman MC., 1996.** Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures. J. assoc. off .agric. chem., 49, pp : 7-12.
- ❖ **Billon P, Corbet V, Leclerc M C, Menard JL, Sauvee O et Troboa D., 2009.** Traite des vaches laitière. Matériel. Installation. Entretien. 1^{ère} Edition France Agricole. Institut d'élevage. Produire mieux. 849 p.
- ❖ **Booth J et Dodd FH., 2000.** Mastitis and milk production. Dans the health y of dairy cattle. Edition Andrews. London. pp: 213-255.
- ❖ **Boudier JF et Luquet FM., 1981.** Utilisation du lactosérum en alimentation humaine et animale, N°21, édition APRIA, Paris.
- ❖ **Bouchibi AM et Boulame M., 1997.** Contribution à l'étude microbiologique du lait cru de trois fermes de la région de Constantine. Mémoire d'ingénieur d'état en industries agro-alimentaires. Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. pp: 50-74.
- ❖ **Bouix M et Leveau JY., 1980.** Les microflores responsables des transformations : les levures. In techniques d'analyses et de contrôle dans les industries Agro-alimentaires : le contrôle microbiologique. Vol III.- Paris : Tec & Doc. 331 p.
- ❖ **Bragere H., 1996.** Risques sanitaires des aliments : cours TIAC, intro. ENVVT cours HIDAOA poly online <http://Corpet.net/Denis>. 28p.

C

- ❖ **Cheftel JC et Cheftel H., 1996.** Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp: 43.

- ❖ **Crapelet C et Thibier M., 1973.** La vache laitière reproduction Génétique. Alimentation Habitat Grandes maladies. Edition Vigot Paris. pp: 114-116.
- ❖ **Coubron C., 1980.** Variation de quelques parametres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitieres étude dans deux élevages, école vet alfor, Paris.

D

- ❖ **Davis S., 1973.** The microbiology of yoghurt in lactic acid bacteria in beverages and food, Fourth Long Ashton symposium. pp: 145-263.
- ❖ **Deforges J, Derens E, Rosset R et Serrand M., 1999.** Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref. Tec et Doc, Paris.
- ❖ **Derby., 2001.** Lait, nutrition et santé, Ed : Tec et doc, Lavoisier, Paris.
- ❖ **Diao M, 2000.** la qualité du lait et produits laitiers. Institut Sénégalais de recherches Agricoles. Edition : GRET/ ENDA-ERAF Dakar. pp. 1-7.
- ❖ **Espie E, King LA, Mazuet C, Popoff MR, Vaillant V et Valk H., 2010.** Le botulisme infantile en France, 1991–2009. Elsevier Masson SAS. All rights reserved.Paris. pp1288-1292.

F

- ❖ **Faye B et Loiseau G., 2002.** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Edition : CIRAD-FAO, Montpellier, France, pp : 1-5.
- ❖ **Filipovitch D., 1954.** Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. International dairy journal. pp : 333-334.
- ❖ **Franck R., 2002.** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239

G

- ❖ **Gledel J., 1987.** Aspect microbiologique : matière première de l'industrie laitière. Ed Tec et Doc. Paris .pp : 213-223.
- ❖ **Goursaud J., 1985.** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laites et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- ❖ **Guiraud JP et Galzy P., 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p.
- ❖ **Guiraud JP., 1998.** Microbiologie Alimentaire. Ed Dunod, Paris, 652p.
- ❖ **Guiraud JP., 2003.** Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris. pp : 136-139

H

- ❖ **Havemose MS, Weisbjerg MR, Bredie WLP et Nielsen JH., 2004.** Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. International dairy journal. 14,563-570.
- ❖ **Heuchel V, Chatelin YM, Breau S, Sobolewski F, Blancard N, Baraton Y, Ayerbe A., 2003.** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Tech. Ruminant n°10. pp : 223-226.

J

- ❖ **Jacquet J., 1969.** Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. Econ, méd, anim. 10, 13-17
- ❖ **Joffin C et Joffin JN., 1999.** Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique. 5^{ème} édition, p 11.

L

- ❖ **Larpent JP. , 1997.** Microbiologie alimentaire, technique de laboratoire. p 464.
- ❖ **Laug E et Mikalis A., 1963.** Total diet study: strontium-90 and caesium-137 content. Off. Agric. Chem. 1963, 46, pp : 749-67.
- ❖ **Lederer J., 1983.** Le lait ; Encyclopédie de l'hygiène alimentaire.tom 2, 2^{ème} édition. Paris, p132.
- ❖ **Legry P., 1988.** Influence de la collecte sur la qualité du lait. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon.
- ❖ **Le Loir Y, Baron F, Gautier M., 2003.** *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Genetics and Molecular Research. 2: pp : 63-76.
- ❖ **Lemaitre M., 1963.** sur la présence de pénicilline dans les laits de grand mélange, acad. Agric; 49. pp : 654-63.
- ❖ **Le Minor L et Richard C., 1993.** Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur.
- ❖ **Leyral G et Vierling E., 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaires. 4^{ème} éd Rueil-Malmaison : Doin ; Bordeaux : CRDP d'Aquitaine. 290 p.
- ❖ **Luquet FM, Mahieu H, Mouillet et Boudier., 1979.** A propos de l'origine de la contamination des laits en biphényles polychlorés. Le lait, 59. 551p.

- ❖ **Luquet FM, 1985.** Laits et produits laitiers ; vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition : Technologie et documentation- Lavoisier. Paris, 139p.

M

- ❖ **Madelmont C et Michon G., 1964.** la pollution radioactive du lait consommé dans l'agglomération parisienne. *Le lait*, 44, pp : 19-27.
- ❖ **Magnusson M, Christiansson et Svensson B., 2007.** Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. *Journal of dairy science*. N° 90. pp: 2745-2754.
- ❖ **Mahieu, H, Le Jaouen JC, Luquet GM et Mouillet L., 1977.** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Le lait*, 57, pp : 565-568.
- ❖ **Mathieu J., 1998.** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp : 12-210.
- ❖ **Michon G., 1963.** Organisation d'un contrôle de la pollution radioactive du lait. *Bull, acad, vét*, 36, pp : 283-285.
- ❖ **Milhaud CL., 1999.** Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux : point de vue vétérinaire. *Revue Française des laboratoires* N°310. pp : 77-94.
- ❖ **Mitchell M., 2005.** Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre. Laboratoire des résidus médicamenteux/ division des services de laboratoire/ université de Guelph ; Brenda Norris- programme de salubrité des produits laitiers/MAAARO
- ❖ **Morel I., 1962.** Enquêtes sur la présence d'antibiotiques dans le lait de trois zones de production, 1962. *Lait*, 42, pp : 593-601.
- ❖ **Murata, T., Zabik, M.E et Zabik, M. 1977.** Polybrominated biphenyls in raw milk and processed dairy products. *J. Dairy Sci*, 60, p516.

P

- ❖ **Paul AA et Southgate DAT., 1978.** Mc cance et Widdowson's the composition of foods. Elsevier/north holland Biomedical Press. Ed. Amsterdam, 23. 194p.
- ❖ **Petransxiene D et Lapied L., 1981.** Qualité bactériologique du lait et produits laitiers. *Analyses et tests*, Ir Ed., Paris, Tee. & Doc, 228 p.

R

- ❖ **Reston TR., 1988.** Développement du système de productions laitières sous les tropiques CTA publ. 71p.
- ❖ **Rainard P et Poutrel B., 1993.** Protection de la glande mammaire. Dans : Biologie de la lactation. Edition INSERM-INRA. pp: 415-429.
- ❖ **Richard J et Chantal H., 1983.** Nature de la flore microbienne dominante et sous-dominante des laits crus très pollués. Le Lait, 63, pp : 148-170.

S

- ❖ **Samake AA., 2003.** Etude reto-prospective sur les analyses physico-chimiques et bactériologiques des aliments d'origine animale importés et les produits animaux locaux, effectuées au L.C.V et au laboratoire de nutrition, thèse pharmacie, Bamako, 122 p.
- ❖ **Srairi MT et Hamama A., 2006.** Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. Transfert de technologie en agriculture, 137. pp : 1-4.

T

- ❖ **Thapon J.L., 2005.** Science et technologie du lait. Ed. Agrocampus, Rennes. pp : 6-38.

V

- ❖ **Vanier P., 2005.** Le lait au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Écologie et environnement .p 65.
- ❖ **Varnam AH et Sutherland P., 2001.** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. pp: 35-37.
- ❖ **Veisseyre R., 1975.** Technologie du lait: Principes des techniques laitières 3ème éd, Paris, SEPAIC, 714 p.
- ❖ **Vignola C., 2002.** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp : 3-75.

Normes et textes réglementaires

- ❖ **AFNOR., 1985.** Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.
- ❖ **Codex Alimentarius., 1999.** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206. pp : 1-4.
- ❖ **CIPC Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles., 2011.** Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.
- ❖ **NF V 04. 207 ., 1970.** Lait : Détermination de l'extrait sec total.
- ❖ **AFNOR., 1980.** Recueil des normes françaises. Laits et produits laitiers.
- ❖ **NF T 90-145., 1985.** Recherche et dénombrement des *clostridium*s sulfito-réducteurs. Méthode par ensemencement en milieu solide.
- ❖ **NF V04-305., 1985.** Détermination de l'acidité titrable du lait et produit laitiers.
- ❖ **J.O.R.A.N°35., 1998.** Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Annexes

Tableau I : Résultats des caractéristiques physico-chimiques des 5 échantillons de laits.

N° Echant	Paramètres physico-chimiques					
	Acidité (°D)	Densité	PH	Matière grasse (g/l)	EST (g/l)	ESD (g/l)
1	15.5	1.026	6.6	35.75	142.56	106.81
2	16.5	1.038	6.6	33.3	114.6	81.1
3	17	1.035	6.5	36	119.25	83.25
4	16	1.037	6.6	38	124.83	86.83
5	17	1.032	6.5	34	125.2	91.2

Tableau II : Résultats des dénombrements microbiologiques des 5 échantillons de laits (en UFC/ml).

N°Echant	FTAM (10 ⁵)	Coliformes totaux (10 ³)	Coliformes fécaux	<i>Staphylocoques</i>	<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs
1	0.6	0.15	Absence	présence	Absence
2	0.7	0.29	Absence	Présence	Absence
3	0.5	0.21	Absence	Présence	Absence
4	0.4	0.27	Absence	Présence	Absence
5	0.6	0.3	Absence	Présence	Absence

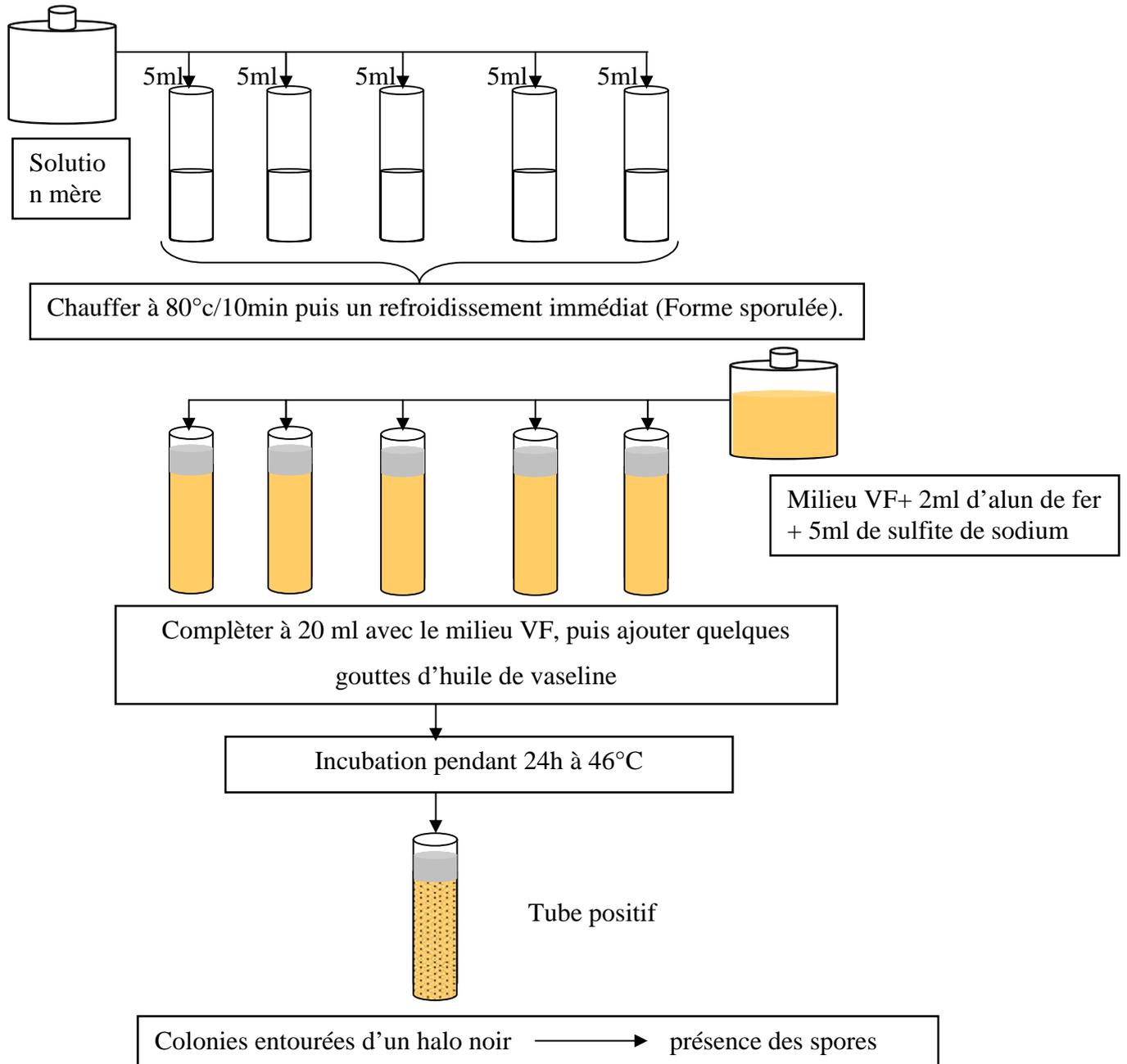


Figure 6 : Recherche des *Clostridium*s sulfito-réducteurs dans le lait

Tableau III : table du nombre le plus probable (NPP) de Mac Grady

Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenues			NPP	Limites de confiance				catégories	
3 tubes 1ml	3 tubes 0.1ml	3 tubes 0.01ml		à 95 %		à 95%		1	2
0	0	0	<0.3						
0	0	1	0.3	<0.1	1.7	<0.1	2.3		
0	1	0	0.3	<0.1	1.7	<0.1	2.3		X
0	2	1	0.6	0.2	2.3	0.1	2.9		
1	0	0	0.4	0.1	2.1	<0.1	2.8	X	
1	0	1	0.7	0.2	2.7	0.1	3.5		X
1	1	0	0.7	0.2	2.8	0.1	3.6	X	
1	1	1	1.1	0.4	3.4	0.2	4.3		
1	2	0	1.1	0.4	3.5	0.2	4.4		X
1	2	1	1.5	0.6	4.1	0.4	5.1		
1	3	0	1.6	0.6	4.2	0.4	5.2		
2	0	0	0.9	0.2	3.8	0.1	5	X	
2	0	1	1.4	0.5	4.8	0.3	6.2		X
2	1	0	1.5	0.5	5	0.3	6.5	X	
2	1	1	2	0.8	6.1	0.5	7.7		X
2	2	0	2.1	0.8	6.3	0.5	8	X	
2	2	1	2.8	1.1	7.5	0.7	9.3		
2	3	0	2.9	1.2	7.8	0.8	9.7		
3	0	0	2.3	2.3	12.9	0.4	17.7	X	
3	0	1	4	1	18	1	23	X	
3	0	2	6	2	23	1	29		
3	1	0	4	2	21	1	29	X	
3	1	1	7	2	28	2	37	X	
3	1	2	12	4	35	2	45		
3	2	0	9	3	39	2	52	X	
3	2	1	15	5	51	3	65	X	
3	2	2	21	8	64	5	82		X
3	2	3	29	12	80	8	99		
3	3	0	20	10	140	<10	190	X	
3	3	1	50	20	240	10	320	X	
3	3	2	100	30	480	20	640	X	
3	3	3	>110						

Tableau IV: correspondance de la masse volumique

T (°C) Densité	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C
1016	1015	1015.2	1015	1015.6	1015.8	1016	1016.2	1016.4	1016.6	1016.8	1017
1017	1016	1016.2	1016	1016.6	1016.8	1017	1017.2	1017.4	1017.6	1017.8	1018
1018	1017	1017.2	1017	1017.6	1017.8	1018	1018.2	1018.4	1018.6	1018.8	1019
1019	1018	1018.2	1018	1018.6	1018.8	1019	1019.2	1019.4	1019.6	1019.8	1020
1020	1019	1019.2	1019	1019.6	1019.8	1020	1020.2	1020.4	1020.6	1020.8	1021
1021	1020	1020.2	1020	1020.6	1020.8	1021	1021.2	1021.4	1021.6	1021.8	1022
1022	1021	1021.2	1021	1021.6	1021.8	1022	1022.2	1022.4	1022.6	1022.8	1023
1023	1022	1022.2	1022	1022.6	1022.8	1023	1023.2	1023.4	1023.6	1023.8	1024
1024	1023	1023.2	1023	1023.6	1023.8	1024	1024.2	1024.4	1024.6	1024.8	1025
1025	1024	1024.2	1024	1024.6	1024.8	1025	1025.2	1025.4	1025.6	1025.8	1026
1026	1025	1025.2	1025	1025.6	1025.8	1026	1026.2	1026.4	1026.6	1026.8	1027
1027	1026	1026.2	1026	1026.6	1026.8	1027	1027.2	1027.4	1027.6	1027.8	1028
1028	1027	1027.2	1027	1027.6	1027.8	1028	1028.2	1028.4	1028.6	1028.8	1029
1029	1028	1028.2	1028	1028.6	1028.8	1029	1029.2	1029.4	1029.6	1029.8	1030
1030	1029	1029.2	1029	1029.6	1029.8	1030	1030.2	1030.4	1030.6	1030.8	1031
1031	1030	1030.2	1030	1030.6	1030.8	1031	1031.2	1031.4	1031.6	1031.8	1032
1032	1031	1031.2	1031	1031.6	1031.8	1032	1032.2	1032.4	1032.6	1032.8	1033
1033	1032	1032.2	1032	1032.6	1032.8	1033	1033.2	1033.4	1033.6	1033.8	1034
1034	1033	1033.2	1033	1033.6	1033.8	1034	1034.2	1034.4	1034.6	1034.8	1035
1035	1034	1034.2	1034	1034.6	1034.8	1035	1035.2	1035.4	1035.6	1035.8	1036
1036	1035	1035.2	1035	1035.6	1035.8	1036	1036.2	1036.4	1036.6	1036.8	1037
1037	1036	1036.2	1036	1036.6	1036.8	1037	1037.2	1037.4	1037.6	1037.8	1038
1038	1037	1037.2	1037	1037.6	1037.8	1038	1038.2	1038.4	1038.6	1038.8	1039
1039	1038	1038.2	1038	1038.6	1038.8	1039	1039.2	1039.4	1039.6	1039.8	1040
1040	1039	1039.2	1039	1039.6	1039.8	1040	1040.2	1040.4	1040.6	1040.8	1041

Résumé

L'étude réalisée concerne un suivi et un contrôle du lait cru collecté par la laiterie d'Amizour provenant de plusieurs fermes. Nous avons jugé utile d'entamer ce sujet dans la mesure où le lait est fondamentalement nécessaire dans la vie quotidienne de l'être humain. Pour ce faire notre étude a pour objectif de mettre en évidence la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru. Les résultats physico-chimiques obtenus sont en général conformes aux normes de l'entreprise. Du point de vue bactériologique ce lait présente une qualité généralement acceptable. En effet, le dénombrement de la FTAM montre que les échantillons ont une flore totale de l'ordre de $0,56 \cdot 10^5$ UFC/ml qui est conforme à la norme (10^5 UFC/ml). Le dénombrement des coliformes a révélé une présence de $0,24 \cdot 10^3$ UFC/ml. Pour les Staphylocoques leur présence n'est pas recommandées par la norme d'entreprise, alors que pour les Clostridium Sulfite- réducteurs ont a remarqué leur absence. La valeur moyenne de ces flores montre que les pratiques d'hygiène seraient existantes à tous les niveaux.

Mots clés: lait cru, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

Abstract

The study carried out relates to a follow-up and a control of raw milk collected by the dairy factory of Amizour coming from several farms. We considered to be useful to start this subject insofar as milk is basically necessary in the daily life of the human being. With this intention our study aims to highlight the physicochemical and microbiological quality of raw milk. The physicochemical results obtained match in general with in-house standards. bacteriologically this milk presents an acceptable general quality. Indeed, the enumeration of the FTAM shows that the samples have a total flora of order $0,56 \cdot 10^5$ UFC/ml which is in conformity with the standard (10^5 UFC/ml). The enumeration of the coliforms revealed a presence of $0,24 \cdot 10^3$ UFC/ml. For the Staphylococci their presence is not recommended by in-house standard, whereas for Clostridium Sulfite- reducers have noticed their absence. The median value in these flora shows that the practices of hygiene would be existing in all levels.

Key words: raw milk, physicochemical quality, microbiological quality.