



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ABBES LAGHROUR –KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE DE LA VIE

DEPARTEMENT : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Mémoire

Présenté Pour l'obtention du Diplôme de

Master académique

FILIERE : Biologie

OPTION : Microbiologies appliquée

*Evaluation de la qualité microbiologique du lait
cru*

Présenté par:

- M^{elle} Dehana Salima
- M^{elle} Meziani Asma

Soutenu le : 26 Août 2020

Jury de soutenance:

Présidente: M^{me} Naili Oumaima M .C.B Univ. Abbès Laghrouour- Khenchela.

Encadreur: M^{me} Hanoun Saida M.A.B Univ. Abbès Laghrouour- Khenchela.

Examinatrice: M^{me} Benredjem Lamia M.A.A Univ. AbbèsLaghrouour- Khenchela.



Promotion : 2019-2020



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَاللَّانِعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا رِزْقٌ وَمِنَّا فَعِمْ وَمِنْهَا

تَأْكُلُونَ﴾
الآية 5 من سورة النحل



﴿وَلَنْ لَكُمْ فِي اللَّانِعَامِ لَعِبْرَةٌ نَسْتَقِيكُمْ مِمَّا فِي

بَطُونِهِ مِنْ بَيْنِ فَرْشٍ وَوَمِ لَبْنَا خَالِصًا سَائِغًا

لِلشَّارِبِينَ﴾
الآية 66 من سورة النحل



REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous avoir permis de Finaliser ce travail dans de meilleures conditions.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mme Hanoun Saïda, pour la proposition de ce thème, l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant ce travail et pour ses conseils tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Nous souhaitons également exprimer nos remerciements à:

Mme Naili Oumaima pour avoir bien voulu nous faire l'honneur de présider ce travail ;

Mme Benredjem Lamia pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation tout au long de ces Cinq ans.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Enfin, on adresse nos plus sincères remerciements à nos proches et à nos amis qui nous ont toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci



Dédicace

Avec l'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie À :

Mes chers parents pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études.

Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération, et mon amour pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien-être. Que Dieu le tout puissant les protège et les garde en bonne santé.

Mes sœurs et frères qui ont partagé avec moi les difficultés de la vie.

Mon partenaire et chère amie **Asma** que malgré toutes les circonstances, nous avons réussi à les surmonter ensemble.

Mes chères amies : **Wahiba, Marwa, Rayan, Khawla, Malika** et surtout **Maryam, Djuhaina** et **Nadjat** pour votre présence avec moi dans les bons et les difficiles moments, vos bons conseils et nos fous rires partagés.

Mon aimable Dr **Hanoun Saida**, pour son aide précieuse et ses innombrables services et pour tout ce qu'elle m'a prodigué comme conseils et encouragements. Qu'elle soit assurée de mon éternelle et profonde reconnaissance.

A tous mes enseignants dans tous les cycles de ma scolarité qui mon éclairé la voit du savoir.

A toute ma promotion de Master Microbiologie (2019/2020).

Enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu et tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

salima



Dédicace



Avant tout je remercie Allah qui m'a donné le Courage,
la volonté et la santé pour accomplir ce modeste travail, merci
de m'avoir éclairé le chemin de la réussite.

A mes très chers parents : aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer la gratitude et l'amour que je vous porte. Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études, de longs mois de distance de votre amour de votre tendresse, de longs jours d'apprentissage. Votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné de la force pour prospérer dans la vie. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorde la santé et une longue vie pleine de bonheur.

A ma unique sœur : soundous merci pour votre amour, soutien et encouragements.

A mes chères frères : Ayoub et leurs fils Taha, Abdessalam et Anes. Merci pour vos encouragements et vos conseils .Je ne saurais exprimer tout l'amour que j'éprouve pour vous.

A mon binôme : Salima, qui est pour moi une vraie sœur et à toute sa famille.

A mes belles amies les plus près dans mon cœur qui sont : Basma, Wahiba, Marwa, Hasna, Rayane, Marwa, Khaoula Merci, pour votre présence avec moi dans les bons et les difficiles moments, vos bons conseils et nos fous rires partagés.

Je tiens à remercier particulièrement ma promotrice de mémoire Dr **Hanoun Saida** pour toute l'aide qu'elle nous a fourni pendant la préparation de ce mémoire. Merci pour votre patience ainsi que votre générosité. Apprendre à vos côtés a été un grand honneur. Que Dieu vous récompense.

A tous mes enseignants et enseignantes durant mes 5 années d'études universitaires

A toute ma promotion de Master Microbiologie (2019/2020)

ASIMA

Résumé

Le lait cru, ou lait de ferme (le plus souvent de vache) est un aliment de haute valeur nutritionnelle car il est non transformé et par conséquent, il conserve toutes ses qualités nutritionnelles. Cependant, il est considéré comme un produit périssable, car il constitue un milieu favorable au développement des micro-organismes. Ces contaminants entraînent des risques pour le consommateur, mais entraînent également des modifications des caractéristiques physico-chimiques du lait, qui peut donc être déstabilisé et ainsi nuire à ses qualités organoleptiques et nutritionnelles.

Ces contaminations d'ordre microbiologique peuvent être dues à :

- une transmission de germes dans le lait directement par des vaches malades (atteintes de mammite par exemple).
- une contamination du lait par manque d'hygiène lors de traitement.
- une contamination par le matériel au niveau du transport (nettoyage et désinfection inefficace du matériel et/ou Mauvais séchage).

Pour éviter ces contaminations et mieux consommer ce produit, il est important de veiller sur une qualité meilleure depuis la traite jusqu'au stade du produit fini.

Les mots clé : Lait cru, micro-organismes, contaminations, hygiène, qualité, organoleptiques.

Abstract

Raw milk, or farm milk (most often from cows) is a food of high nutritional value because it is unprocessed and therefore, it retains all its nutritional qualities. However, it is considered a perishable product, because it constitutes a favorable environment for the development of microorganisms. These contaminants lead to risks for the consumer, but also lead to changes in the physicochemical characteristics of the milk, which can therefore be destabilized and thus harm its organoleptic and nutritional qualities.

These microbiological contaminations may be due to:

- Transmission of germs in milk directly by sick cows (suffering from mastitis for example).
- Contamination of the milk due to lack of hygiene during treatment.
- Contamination by the equipment during transport (ineffective cleaning and disinfection of the equipment and / or poor drying).

To avoid these contaminations and to consume this product better, it is important to ensure better quality from milking to the finished product stage.

Key words: Raw milk, Contamination, microorganisms, cleaning, organoleptic.

المخلص

الحليب الطازج، أو حليب المزرعة (غالبًا من الأبقار) هو غذاء ذو قيمة غذائية عالية لأنه غير معالج، وبالتالي فإنه يحتفظ بجميع صفاته الغذائية. ومع ذلك، فهو يعتبر منتج قابل للتلف ، لأنه يشكل بيئة ملائمة لتكاثر الكائنات الحية الدقيقة. تسبب هذه الجراثيم خطراً على المستهلك ، كما تؤدي أيضاً إلى تغييرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب، مما قد يؤدي إلى تغيير طبيعته وبالتالي الإضرار بصفاته الحسية والغذائية.

قد تكون هذه الملوثات الميكروبيولوجية ناجمة عن:

*انتقال الجراثيم في الحليب مباشرة عن طريق الأبقار المريضة (التي تعاني من التهاب الضرع على سبيل المثال)

* تلوث الحليب بسبب عدم النظافة أثناء الحلب

* التلوث بالمعدات أثناء النقل (التنظيف والتطهير غير الفعالين للمعدات / أو التجفيف السيئ)

لتجنب هذه التلوثات واستهلاك هذا المنتج بشكل أفضل، يجب الحفاظ على نوعيته من الحلب إلى مرحلة استهلاكه

الكلمات المفتاحية: الحليب الطازج، الميكروبيولوجية ، تلوث، الحسية، نوعيته.

Sommaire

Sommaire

Résumé	
Abstract	
المخلص	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	01
Partie bibliographique	
Chapitre I:Généralités sur le lait	
1.Définition du lait	02
2.Structure et propriétés générales des constituants du lait	02
2.1.L'eau	03
2.2.La matière grasse	03
2.3.Les protéines	04
2.3.1.La caséine.....	05
2.3.2.Les micelles de caséine.....	05
2.4.Le lactose.....	05
2.5.Les minéraux	05
2.6.Les vitamines.....	06
2.7.Les enzymes	07
3.Les propriétés physicochimiques du lait.....	08
3.1.La densité du lait.....	09
3.2.Le point de congélation	09
3.3.Le point d'ébullition.....	09
3.4.Le pH.....	09
4.Les composants indésirables du lait	10
4.1.Les antibiotiques	10
4.2.Les pesticides	10
Chapitre II:La qualité du lait	
1. La qualité organoleptique	11
1.1.La couleur	11

1.2.L'odeur	11
1.3.La saveur	11
1.4.La flaveur.....	11
2.La qualité microbiologique	11
2.1.La flore originelle	12
2.2. La flore de contamination	12
2.2.1.La flore d'altération	12
2.2.1.1. Les coliformes.....	13
2.2.1.2. Les moisissures.....	13
2.2.1.3. Les levures.....	14
2.2.2.La flore pathogène	15
2.2.2.1. Les bactéries infectieuses.....	15
2.2.2.1.1. Les salmonelles.....	15
2.2.2.1.2. Les <i>Listeria</i>	16
2.2.2.2. Les bactéries toxigènes.....	17
2.2.2.2.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	17
2.2.2.2.2. Les streptocoques fécaux.....	18
2.3. Contaminations du lait cru au stade de la production.....	18
2.3.1.Contamination par l'animal.....	18
2.3.2.Contamination au cours de traite.....	19
2.3.3.Contamination au cours du transport.....	19
2.4.Les conditions de croissance et prolifération des bactéries lactiques.....	19
2.4.1.La température.....	20
2.4.2.L'oxygène	21
2.4.3.Le PH	21
2.4.4.L'activité d'eau.....	21
2.5.Les principales activités des micro-organismes dans le lait	21
2.5.1.La lipolyse	21
2.5.2.L'acidification	22
2.5.3.La protéolyse	22
Conclusion.....	23

Liste des tableaux

Tableau N°01: Composition chimique moyenne du lait en g/l.....	02
Tableau N°02: Proportion des acides gras du lait	04
Tableau N°03: Composition moyenne des micelles de caséines bovines en %(p/p) de micelles les déshydratée	05
Tableau N°04: Constituants majeurs des matières salines du lait de vache (g/litre).	06
Tableau N°05: Teneur moyenne des vitamines de lait	07
Tableau N° 06: Caractéristiques des principaux enzymes de lait.....	08
Tableau N°07: Propriétés physiques de lait de vache	09
Tableau N°08: Flore originelle du lait cru de vache.....	12
Tableau N°09: Propriétés principales des levures.....	14
Tableau N°10 : Température optimale de croissance des bactéries lactiques.....	20

Liste des figures

Figure N°01: Structure polaire de l'eau.....	03
Figure N°02: Observation au microscope électronique de <i>Salmonella typhi</i> et <i>Salmonella infantis</i> (G10000).....	16
Figure N°03: Aspect morphologique de la souche de <i>Staphylococcus aureus</i> observée au microscope électronique	17
Figure N°04: Processus de transmission des bactéries pathogènes pendant la traite.....	19

Liste des abréviations

Noms des genres bactériens

-Lb : *Lactobacillus*

-P : *Propionibacterium*

-Sc : *Sterptococcus*

Unités de mesures

-%: Pourcentage

°-C: Degré Celsius

-D°: Degré Dornic

-T°: Température

-g: Gramme

-Mg, ug : milligramme, microgramme.

-cm, mm: Centimètre, millimètre

-Ms/cm : Millisiemens par centimètre

-L, ml: Litre, millilitre.

-KJ: Kilo joule

Autres abréviations

- >: Supérieur

- <: Inférieur

-PH: Potentiel d'Hydrogène

-CO₂ : Dioxyde de carbone

-H₂O : Eau.

- H₂ O₂** : Peroxyde d'hydrogène
- Na OH**: Hydroxyde de sodium.
- Mg +2** : Magnésium.
- Na Cl**: Chlorure de sodium.
- P₂O₅** : Phosphor.
- Ca**: Calcium.
- Na₂O**: Sodium.
- K₂O** : Potassium.
- H₂** : Dihydrogène.
- °C** : Degré Celsius.
- Aw**: Water Activity (Activité d'eau).
- G**: Grossissement.
- F.A.O**: Food and Agricultural Organization
- O.M.S**: Organisation Mondiale de la Santé
- % (p/p)** : Proportion (poids / poids).

Introduction

Introduction générale

Le lait est un aliment de haute valeur nutritionnelle très riche en protéines, lipides, glucides et surtout par un apport en oligo-éléments tels que le calcium. De ce fait il occupe une place incontestable dans la ration alimentaire humaine dans la plupart des pays ayant un niveau de vie bas, moyen ou élevé. Par conséquent il est considéré comme un aliment essentiel pour l'alimentation humaine par les organismes internationaux comme la FAO et l'OMS (**Melahi et Benhila, 2015**).

L'Algérie est le premier consommateur du lait au Maghreb, avec près de trois milliards de litres par an (**Hamiroune, 2014**). Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale (**Salon international du lait, 2008**).

Le lait cru est un produit hautement nutritif. Il renferme toutes les substances indispensables, et de ce fait est un produit périssable, car il constitue un milieu favorable au développement des micro-organismes, ce qui influe directement sur sa qualité physico-chimique et microbiologique qui est en lien direct avec l'innocuité du lait (**Tir et al., 2015**).

Par conséquent, il peut causer des maladies d'origine alimentaire. La qualité du lait peut être affectée par des facteurs tels que la contamination par des agents pathogènes et leur multiplication, les additifs chimiques, la pollution environnementale et la dégradation des nutriments. Les dangers microbiologiques constituent un problème majeur pour la sécurité alimentaire dans le secteur laitier (**Auclair, 1979**).

L'organisation informelle de la filière, la faiblesse du système de réglementation et des structures de contrôle de la qualité, ne permettent pas d'assurer une qualité hygiénique suffisante des produits laitiers. Ce problème est amplifié par les conditions climatiques telles que la chaleur et l'humidité relative. Le lait cru, ou lait n'ayant subi aucun traitement d'assainissement, peut contenir des bactéries appartenant aux genres *Salmonella* sp, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes* qui peuvent causer des maladies d'origine alimentaire comme la fièvre, les vomissements, la diarrhée voire l'insuffisance rénale, les fausses couches et même la mort (**Kouamé-Sina et al., 2010**), d'où la nécessité d'effectuer des contrôles systématiques pour évaluer la qualité microbiologique du lait avant d'être consommé afin d'éviter ces problèmes liés à la consommation de lait cru.

Etude bibliographique

Chapitre I: Généralités sur le lait

1. Définition du lait

Le Codex Alimentaires de 1999 définit le lait comme étant la sécrétion mammaire de femelles mammifères obtenue à partir une ou plusieurs traites sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou après un traitement.

Le lait est un aliment complet destiné à fournir au nouveau-né les éléments énergétiques, structuraux et immunologiques... etc; dont il en besoin dans les premiers stades de la vie (**Jeantet et al., 2007**)

2. Structure et propriétés générales des constituants du lait

Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend :

- Une solution vraie avec un sucre, des protéines solubles, des minéraux et des vitamines hydrosolubles ;
- Une solution colloïdale avec les protéines, en particulier les caséines ;
- Une émulsion avec les matières grasses (tableau 01) (**Ennuye et Laumonnier ,2013**).

Tableau N°01: Composition chimique moyenne du lait en g/l (**Ennuye et Laumonnier, 2013**).

Composition	g/l
Matière sèche	130
Matière azotée	34 à 36
Matière protéique	32 à 34
Matière grasse	38 à 44
Lactose	48 à 50
Calcium	1,2
Phosphore	0,8

2.1. L'eau

L'eau est le constituant le plus important du lait en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire (figure 01). Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines (Jean *et al.*, 2002).

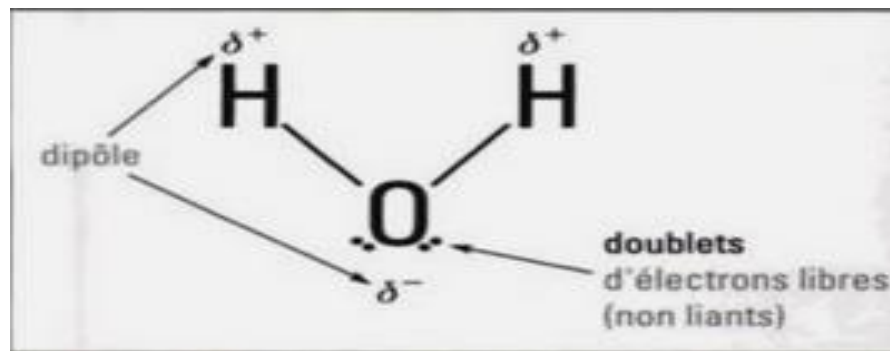


Figure N°01: Structure polaire de l'eau (Jean *et al.*., 2002).

2.2. La matière grasse

Le lait est une émulsion ; la matière grasse s'y trouve sous forme de globule plus ou moins gros (3 à 5 microns) et de forme à peu près sphérique .Chaque globule gras est entouré et protégé par une membrane qui sert de barrière entre les triglycérides (qui compose 98% de la matière grasse de lait) (Institut de l'élevage, 2009).

D'un point de vue chimique, les graisses sont essentiellement des triglycérides (98%), c'est-à-dire des substances composées de trois acides gras et de glycérol. Elles contiennent par ailleurs des mono- et des di-glycérides, des phospholipides, des acides gras libres et du cholestérol.

La matière grasse du lait se caractérise par une très grande variété d'acides gras (tableau 02) (Ennuyer et Laumonnier, 2013).

Tableau N°02: Proportion des acides gras du lait (Ennuyer et Laumonnier, 2013).

Degré de saturation	%
Acides saturés	63
Acide butyrique (C4 :0)	3,6
Acide caproïque (C6 :0)	2,3
Acide caprylique (C8 :0)	1,3
Acide caprique (C10 :0)	2,7
Acide laurique (C12 :0)	3,3
Acide myristique (C14 :0)	10,7
Acide pentadécanoïque (C15 :0)	1,2
Acide palmitique (C16 :0)	27,6
Acide stéarique (C18 :0)	10,1
Acide arachidique (C20 :0)	0,2
Acides mono-insaturés	30
Acide myristoléique (C14 :1)	1,4
Acide palmitoléique (C16 :1)	2,6
Acide oléique (C18 :1)	26,0
Acides polyinsaturés	4,2
Acide linoléique (C18 :2 w-6)	2,5
Acide alpha-linoléique (C18 :3 w-3)	1,4
Acide arachidonique (C20 :4 w-6)	0,3

2.3. Les protéines

Le lait de vache contient 3,2 à 3,5 % (p/p) de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80% des protéines totales ;
- Les protéines sériques, solubles à pH 4,6, représentent 20% des protéines totales.

Les caséines sont organisées en micelles avec la participation d'éléments minéraux colloïdaux majoritairement sous forme de phosphate de calcium comme nous le verrons ultérieurement (Jeantet *et al.*, 2007).

2.3.1. La caséine

La caséine totale est constituée de plusieurs caséines qui peuvent être séparées, isolées et identifiées par les techniques classiques de séparation des protéines. On distingue 4 espèces de caséines bovines: les caséines α_{S1} , α_{S2} , β et κ . Les caséines γ qui ont été mises en évidence sont des fragments de la caséine β (Lévesque et Hétreau, 2007).

2.3.2. La micelle de caséine

La micelle de caséines est une particule sphérique formée par l'association des quatre caséines (α_{S1} , α_{S2} , β et κ), de quelques fragments peptidiques (caséine γ) provenant de l'hydrolyse enzymatique de la caséine β par la plasmine (enzyme endogène du lait) et de composants salins dont les deux principaux sont le calcium et phosphate. Les proportions des différents composants de la micelle sont présentées dans le tableau 4. Il s'agit d'une composition moyenne sachant qu'elle varie selon la taille des micelles. (Gérard et al., 2008).

Tableau N°03 : Composition moyenne des micelles de caséines bovines en %(p/p) de micelles déshydratée (Gérard et al., 2008).

Caséines		Composant salins	
α_{S1}	33	Calcium	2,9
α_{S2}	11	Magnésium	0.2
B	33	Phosphate inorganique	4.3
K	11	Citrate	0.5
Γ	4		
Totale caséines	92	Totale composant salins	8.0

2.4. Le lactose

Le lactose est un disaccharide qui ne se retrouve que dans le lait des mammifères. Il constitue généralement la fraction la plus abondante de la matière sèche du lait, mais les vaches de certaines races produisent du lait contenant plus de matière grasse que de lactose. Le lactose étant en solution dans le lait, on peut difficilement l'extraire isolément (O'mahony et Peters, 1987).

2.5. Les minéraux

Les teneurs en macroéléments et oligo-éléments du lait diffèrent selon l'espèce et dans une

moindre proportion selon la race et le stade de lactation (Gérard *et al.*, 2008).

Les teneurs moyennes pour les principaux éléments de lait de vaches sont montrées dans le tableau 04.

Tableau N°04 : Constituants majeurs des matières salines du lait de vache (g/litre) (FAO, 1995).

Constituants	Teneurs moyennes
Potassium (K ₂ O)	1,50
Sodium (Na ₂ O)	0,50
Calcium (CaO)	1,25
Magnésium (MgO)	0,12
Phosphore (P ₂ O ₅)	0,95
Chlore (NaCl)	1,00
Soufre	0,35
Acide citrique	1,80

2.6. Les vitamines

Le lait de vache constitue une source alimentaire importante de riboflavine (vitamines B2) pour l'homme. Elle s'y trouve à l'état libre ou associée à des protéines et des phosphates à la surface des globules gras. Cette vitamine intervient dans les phénomènes d'oxydoréduction et peut entraîner la destruction de la vitamine C avec apparition de saveurs désagréables. Elle est très photosensible après quelques heures d'exposition au soleil.

Le lait peut avoir perdu entre 50 et 80 % de son activité vitaminique B2 (Collection FAO alimentation et nutrition n° 28, 1998).

Les principales vitamines présentes dans le lait de vache sont mentionnées dans le tableau 05.

Tableau N°05 : Teneur moyenne des vitamines du lait (Gerald et Combs, 2007).

Vitamine	teneur moyenne
Vitamines liposolubles :	
Vitamine A (mg/l)	0.31
Vitamine D3 (ug/l)	0.2
Vitamine E (mg/l)	0.9
Vitamine K (mg/l)	0.6
Vitamines hydrosolubles :	
Acide ascorbique (mg/l)	20
Thiamine (mg/l)	0.40
Riboflavine (mg/l)	1.90
Niacine (mg/l)	0.8
Niacine (mg/l)	0.40
Pyridoxine (mg/l)	20
Biotine (ug/l)	0.36
Acide pantothénique (mg/l)	0.05
Acide folique (mg/l)	3
Vitamine B12 (g/l)	

2.7. Les enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par les cellules vivantes ; chaque enzyme possède son point isoélectrique et s'avère vulnérable à différents agents dénaturants comme la variation de pH, la température, la force ionique et les solvants organiques. Les enzymes sont des biocatalyseurs, car ils accélèrent les réactions biochimiques. Chaque enzyme possède une spécificité absolue à un type de réaction; en plus de cette spécificité de réaction, chaque enzyme est spécifique à un substrat (constituant ou groupe de constituants) (Jean *et al.*, 2002).

Les caractéristiques des principaux enzymes du lait sont représentées dans le tableau 06.

Tableau N°06 : Caractéristiques des principaux enzymes de lait (Jean *et al.*, 2002)

Groupe d'enzymes	Classe d'enzymes	Activité maximale		
		PH	Température (°C)	Substrat
Hydrolases	Estérases :			
	Lipases	8.5	37	Triglycéride
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Ester phosphoriques
	Phosphatase acide	4-5.2	37	Ester phosphoriques
	Protéase :			
Lysosyme	7.5	37	Parois cellulaires microbiennes	
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénases Ou oxydases	Sulphydryle oxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8.3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs+ H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

3. Les propriétés physicochimiques du lait

De point de vue des propriétés physiques, le lait de vache a des propriétés spécifiques plus élevées : une viscosité, un pH, un potentiel d'oxydoréduction, une conductivité thermique et une dilatation thermique (Npcs, 2012).

Les principales propriétés physiques du lait de vache se présentent comme suit :

Tableau N°07 : Propriétés physiques de lait de vache (Institut de l'élevage, 2009).

Paramètre	valeurs moyennes
Densité à 20 °C	1.028 à 1.034
Chaleur spécifique	0.93
Point d'ébullition	+100.55°C
PH	6.6 à 6.8
Acidité (exprimé en degré dornic)	16 à 18°D
Conductivité électrique	4.0 à 5.5 ms/cm à 25°C
Valeur énergétiques	275 KJ/ ml

3.1. La densité du lait

La connaissance de la densité du lait est indispensable pour reconnaître l'eau que la fraude y ajoute. Ainsi, la densité de l'eau étant représentée par 1,000, la densité du lait de vache non écrémé est de 1,030 à 1,032. La densité du lait écrémé est un peu plus considérable; elle varie de 1,033 à 1,037 (Cotin, 1856).

3.2. Le point de congélation

L'eau pure se fige à 0 °C. Les substances dissoutes abaissent le point de congélation d'une solution, puisque le lait est une solution contenant des sels et du sucre, son point de congélation est inférieur à celui de l'eau. Le point de congélation du lait de vache varie de -0,535 °C à -0,59 °C avec une moyenne de -0,553, selon la teneur en lactose, en protéines et en minéraux (Niir, 2012).

3.3. Le point d'ébullition

La présence de substances dissoutes élève le point d'ébullition d'une solution. Le point d'ébullition du lait est donc plus élevé que celui de l'eau. Le point d'ébullition du lait de vache et de bufflonne varie de 100,2 °C à 101 °C avec une moyenne de 100,5 °C, il varie légèrement en fonction du pourcentage de solides présents dans le lait (Niir, 2012).

3.4. Le pH

Le pH du lait de vache à 20°C est compris entre 6.5 et 6.7, celui de la brebis est d'environ 6.5 et celui de femme est légèrement alcalin soit 7 à 7.5. Un lait mammiteux est basique (pH > 7) et le colostrum a un pH voisin de 6 (Henzen, 2010).

4. Les composants indésirables du lait

4.1. Les antibiotiques

En Algérie, Le contrôle des résidus d'antibiotique n'est pas réglementé. On assiste actuellement à une utilisation irrationnelle et de manière totalement abusive et anarchique des antibiotiques en pratique rurale (**Aoues et al., 2019**).

On ne doit pas trouver d'antibiotiques dans le lait. Les antibiotiques donnent au lait une couleur et un goût anormaux et surtout, détruisent les bactéries responsables des fermentations lactiques, ce qui empêche la transformation du lait en produits laitiers. De plus, ils peuvent constituer un danger pour l'homme (**Meyer et Denis, 1999**).

4.2. Les pesticides

Les produits pesticides s'utilisent contre les mauvaises herbes, les insectes ou les rongeurs peuvent se transmettre au lait s'ils sont mis au contact des végétaux ingérés par les vaches (**Meyer et Denis, 1999**).

Les scientifiques également déclarent qu'il n'y a aucune preuve que des traces infimes de pesticides dans le lait aient un effet nocif immédiat (aigu) ou cumulatif (chronique) sur la santé humaine (**United States et al., 1966**).

Chapitre II: La qualité du lait

1. La qualité organoleptique

La qualité organoleptique englobe les caractéristiques suivantes : couleur, odeur, saveur et flaveur (**Fredot, 2005**).

1.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse (**Fredot, 2005**).

1.2. L'odeur

Selon Vierling (2003), l'odeur caractéristique du lait est celle de la matière grasse qu'il contient et des odeurs animales. Elle est liée à l'ambiance de la traite, l'alimentation (les fourrages à basse d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur) et à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

1.3. La saveur

Le lait a une saveur légèrement sucrée due à la présence d'un taux de lactose (**Vierling, 1998**).

1.4. La flaveur

Résulte d'un équilibre subtil entre de multiples composés : acides, alcools, ester, amines, composés carbonyles et soufré ...etc, en interaction avec une matière lipidique et protéique (**Vierling, 1998**).

2. La qualité microbiologique

Le lait cru est un produit hautement nutritif. Il renferme toutes les substances indispensables et de ce fait est un produit périssable car il constitue un milieu favorable au développement des micro-organismes, ce qui influe directement sur sa qualité physico-chimique et microbiologique qui est en lien direct avec l'innocuité du lait (**Tir et al., 2015**).

2.1. La flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) (Cuq, 2007).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, Il s'agit de microcoques, mais aussi des streptocoques lactiques et des lactobacilles. Les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Carole et Vignola, 2002) (tableau 08).

Tableau N°08: La flore originelle du lait cru de vache (Carole et Vignola, 2002)

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

2.2. La 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 (Carole et Vignola, 2002).

La contamination microbienne du lait à la ferme, lorsqu' elle est importante, peut avoir trois causes : les mamelles sales incorrectement lavées, le matériel de traite mal nettoyé et /ou présentant des défauts et une mauvaise conservation du lait (Chatelin et Richard, 1981).

2.2.1. La flore d'altération

Responsable de diverses dégradations du produit au niveau de goût, de l'arôme, de l'apparence ou de la texture. Par exemple une texture visqueuse à la surface de fromage résulte de la présence de longs filaments dans le lait. Durant le caillage du lait, une production de mauvaise odeur (souffrée, ammoniacale, fruitée et atypique) est dues à certains activités métaboliques telles que la protéolyse ou la lipolyse et la gazéification du lait provoquant des

trous involontaires ou des gonflements durant l'affinage du fromage. Tout ceci réduit la vie de tablette du produit laitier (**Lamontagne et al., 2002**).

2.2.1.1. Les coliformes

Les coliformes sont des bactéries Gram négatif, non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives capables de se multiplier en présence de sels biliaires et de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz (CO₂ et H₂) en assez grande quantité. Ce sont des entérobactéries moyennement acidifiantes (pH =5), 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 (**Institut de l'Elevage, 2009**).

Les coliformes se répartissent en 2 groupes distincts :

- Les non fécaux dont l'origine est l'environnement général des vaches. Ils sont détectés à 30 °C ;
- Les fécaux dont l'origine essentielle est le tube digestif, qui sont plus thermotolérants (détectés à 44 °C. *Escherichia coli* fait partie de ce dernier groupe).

Les principaux réservoirs des coliformes sont les litières, l'air des stabulations dont l'ambiance est mal contrôlée ou encore la peau des mamelles souillées (**Institut de l'Elevage, 2009**).

Un grand nombre des coliformes dans le lait indique donc une contamination du lait par les bouses en raison de vache trop sales ou d'une hygiène de traite insuffisante. Ils colonisent facilement le matériel de traite. Les coliformes sont responsables de défaut de fabrication du fromage. Certaines souches de coliformes comme *Escherichia coli* sont aussi responsables de toxico-infections alimentaires assez graves (**Lévesque et Hétreau, 2007**).

Le nombre des coliformes totaux dans le lait est évalué régulièrement car un nombre trop élevé affecte le goût et la durée de conservation du lait (**Lévesque et Hétreau, 2007**).

2.2.1.2. Les moisissures

Elles ont besoin d'air (milieu aérobie) pour se multiplier et se rencontrent surtout en phase d'acidification du lait. Elles secrètent essentiellement des lipases et des protéases qui dégradent les constituants du lait et posent des problèmes de la phase d'affinage (**paradol, 2012**).

Les moisissures sont produites dans le milieu liquide sous la forme des spores beaucoup plus résistantes à l'agitation et l'ultrafiltration (**Branger et al., 2007**). Elles présentent des conditions physiques de culture plus larges que celles énoncées pour les champignons :

- Elles supportent des pH très acides ;
- Elles se développent dans une gamme de température allant de 0 à 40 °C ou plus ;
- Elles tolèrent des teneurs en eau très faibles (**Delarras, 2008**).

Les moisissures liées aux produits laitiers sont les suivantes : *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Cladosporium herbarum*, *Scopulariopus fusce*, et *Trichoderma viride* (**Bourgeois et al., 1989**).

2.2.1.3. Les levures

Les levures sont des champignons unicellulaires (au moins dans la plus grande partie de leur cycle biologique). Leurs cellules dont la taille se situe aux alentours de 10 micromètres sont sphériques, elliptiques ou apiculées (**Dupin et al., 1992**).

Bien que souvent se présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement et peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Les espèces de genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capables de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré (**FAO, 1995**).

Les propriétés principales des levures sont montrées dans le tableau 09.

Tableau N°09 : Propriétés principales des levures (Delarras, 2008).

Propriétés des levures	
Température	En général de 20 à 25 °C, mais espèces thermophiles, psychrophiles à +1 °C ou psychotrophes
pH	. Optimum de pH entre 4,5 et 6,5, mais bonne croissance à pH 7,8 . Beaucoup d'espèces peuvent croître à pH 3, voir même à 1,5
Aw (activité de l'eau) et pression osmotique	. Aw compris entre 0,62 et 0,93 . espèces osmophiles

2.2.2. La flore pathogène

Ce sont des bactéries qui provoquent une infection par leurs virulence et /ou leurs toxino-génicité. Il y a des bactéries pathogènes spécifiques (en toute circonstance, elles sont responsables de maladies typiques) et des bactéries pathogènes opportunistes (habituellement commensales, elles deviennent pathogènes dans des conditions favorisantes telles que l'immunodépression) (**Pebret, 2003**).

Le lait et les produits dérivés du lait de vaches peuvent héberger une variété de microorganismes et peuvent être une source importante d'agents pathogènes d'origine alimentaire. La présence de microorganismes pathogènes dans le lait est due au contact direct avec des sources contaminantes dans l'environnement de la ferme laitière et à l'excrétion du pis d'un animal infecté. Les usines de transformation des produits laitiers peuvent entraîner la persistance de ces pathogènes dans les biofilms et la contamination subséquente des produits laitiers transformés et ainsi l'exposition des consommateurs à ces bactéries pathogènes (**Oliver et al., 2005**).

2.2.2.1. Les bactéries infectieuses

Elles doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif, et provoquent l'apparition de divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête et même la mort dans certains cas extrêmes (**Carole et Vignola, 2002**).

Les principales bactéries infectieuses associées aux produits laitiers sont :

2.2.2.1.1. Les salmonelles

Les espèces de *Salmonella* sont des bactéries asporulantes et mobiles à Gram négatif, en forme de bâtonnet et aérobies ou anaérobies facultatives. Ce genre est composé d'environ 2 000 sérotypes dont l'habitat naturel est l'intestin des vertébrés (**Huss, 1988**).

Les Salmonelles peuvent se multiplier à des températures comprises entre 5 °C et 45 °C avec un optimum à 35 °C-37 °C et à des pH de 4.5 à 9 avec un optimum compris entre 6,4 et 7,5. La plupart des salmonelles peuvent se développer dans les aliments présentant une activité de l'eau (A_w comprise entre 0,945 et 0,999). Le potentiel d'oxydo-réduction peut aussi être un facteur déterminant dans la croissance de ce micro-organisme. Le lait cru est assez peu fréquemment contaminé par ce genre. Alors que cette contamination est le plus souvent

d'origine externe. Le lait pasteurisé est habituellement exempt de toutes salmonelles car celles-ci sont éliminées lors de la pasteurisation. Des incidents peuvent survenir uniquement par recontamination après la pasteurisation (**Brisabois et al., 2016**).

Les salmonelles sont des bactéries invasives de la muqueuse intestinale et sont entérotoxigènes, provoquant ainsi un syndrome infectieux et un syndrome diarrhéique (**Pebret, 2003**).

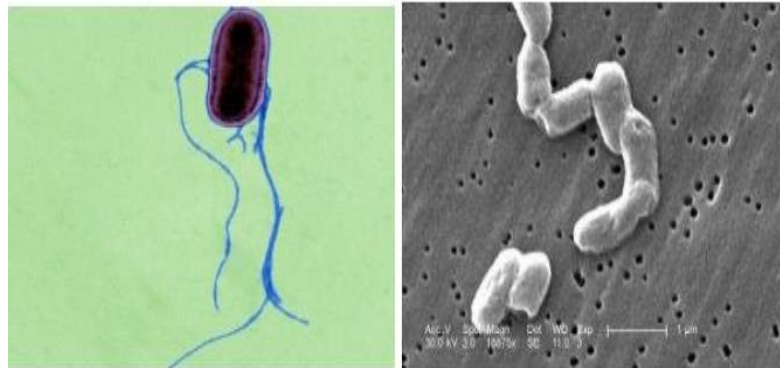


Figure N°02 : Observation au microscope électronique de *Salmonella typhi* et *Salmonella infantis* (G10000) (**Mami, 2012**).

2.2.2.1.2. Les *Listeria*

Les *listeria* sont des petits bacilles à gram positif non sporulés, mobiles (**Denis et al., 2016**), Oxydase -, catalase+ avec une température optimale qui varie de 30 à 37 °C, certaines souche supportent 20 % de NaCl (**Delarras, 2008**). Les bactéries du genre *listeria* ont la capacité de résister à 12 pasteurisations successives (**Tal Schaller, 2007**). Elles se développent à +3 jusqu'à 45 °C mais certaines espèces peuvent se développer aux environs 1 °C (**Branger et al., 2007**).

Listeria monocytogenes est la principale espèce pathogène du genre *listeria* (**Denis et al., 2016**). Elle peut se développer dans un intervalle de pH variant de 4,6 à 9,6. Son pH optimal est aux alentours de 7 avec une tendance plutôt alcaline (**Branger et al., 2007**).

La listeriose, due à *listeria monocytogene*, se caractérise par des symptômes nerveux d'encéphalite avec atteinte des nerfs crâniens ou, beaucoup plus rarement, par une septicémie et des avortements (**Gourreau et Bendali, 2008**).

2.2.2.2. Les bactéries toxigènes

Elles produisent une toxine dans l'aliment qui rend le consommateur malade. Il n'est pas donc suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, tels que la pasteurisation et même la stérilisation (Lamontagne et al., 2002).

2.2.2.2.1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est une bactérie sphérique à Gram positif. Aérobie ou anaérobie facultatifve (figure 03). Toutes les souches sont coagulase positive et fermentent le glucose (Huss ,1988).

La contamination du lait par *Staphylococcus aureus* peut être due à :

- Un contact du lait avec des porteurs sains (gorge et voies nasales)
- Un contact avec une personne symptomatique (furoncles et plaies suppurantes)
- Mammites (inflammation de la mamelle d'origine bactérienne) (Mami, 2012).

Staphylococcus aureus provoque des intoxications par l'intermédiaire d'une entérotoxine thermostable, dite entérotoxine staphylococcique. La durée d'incubation est courte, durant quelques minutes à quelques heures. Les symptômes étaient : crampes abdominales, diarrhée, nausées, vomissement, dans certains cas liée à de la fièvre (Dromigny, 2011).

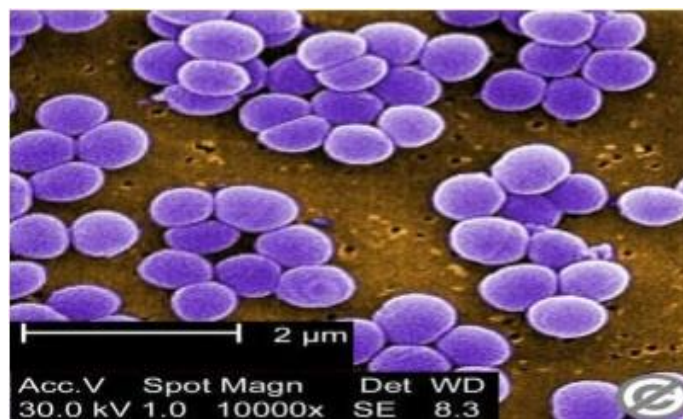


Figure N°03: Aspect morphologique de la souche de *Staphylococcus aureus* observée au microscope électronique (prescott et al., 2018).

2.2.2.2.2. Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram positif, en forme de cocci oblongues et ovales, souvent associées en paires ou en chaînes courtes, qui forment des colonies totalement ou partiellement rose ou rouge. Leur présence n'indique pas seulement une contamination d'origine fécale mais aussi l'absence d'hygiène (Huss, 1988).

2.3. Contaminations du lait cru au stade de la production

Le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du trayon, du matériel de récolte (seaux à traire, machines à traire) et enfin; du matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks). A noter qu'il est généralement moins élevé dans le cas de la traite manuelle que dans la traite mécanique, car cette dernière met en œuvre un équipement plus important et plus difficile à nettoyer (FAO, 1995).

2.3.1. Contamination par l'animal

A la sortie de la mamelle, même lorsque celle-ci est saine et que la traite est effectuée dans des conditions rigoureuses d'hygiène, le lait contient habituellement une centaine à quelques milliers de bactéries par ml.

Il s'agit de germes banaux appartenant le plus souvent aux germes *Corynebacterium* et *Micrococcus* et parfois de germes pathogènes. Ils proviennent du milieu extérieur d'où ils pénètrent dans la mamelle par la circulation sanguine (Weber, 1985).

Le lait doit être obtenu uniquement à partir d'animaux sains. Le lait provenant de femelles malades (mammite-brucellose) contient des bactéries risquant d'être dangereuses pour le consommateur (FAO, 1993).

Le lait provenant d'animaux ayant été traités par des médicaments à usage vétérinaire pouvant être transmis au lait ne devrait pas être utilisé à moins que le délai de retrait spécifié pour le médicament en question ait été respecté (Codex Alimentaire, 2008).. Les premiers jets du lait doivent être recueillis séparément et étudiés pour vérifier qu'il n'y a pas de mammite. Il convient de les éliminer car ils sont toujours contaminés par des bactéries (Meyer et Denis, 1999).

2.3.2. Contamination au cours de traite

Au cours des opérations de la traite le lait reçoit un second apport de microorganismes d'espèces variées dont le nombre est habituellement très supérieur à celui dû à la

contamination d'origine intra-mammaire. L'importance de cet apport varie considérablement en fonction des conditions d'hygiène de la traite et de l'étable (figure 04) (Weber, 1985).

La prévention de cette contamination consiste en un nettoyage du pis avant et après la traite à l'aide d'antiseptiques appropriés et un nettoyage –désinfection des ustensiles laitiers. En outre, il va soi que la propreté du personnel trayeur améliore la qualité bactériologique du lait (Codex Alimentaire, 2008).

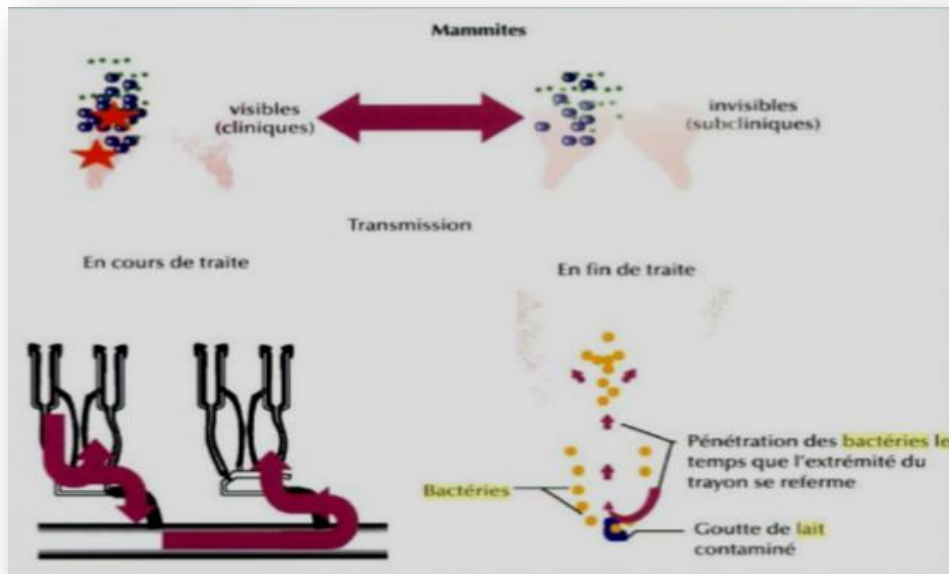


Figure N°04 : Processus de transmission des bactéries pathogènes pendant la traite

(Institut de l'élevage, 2006).

2.3.3. Contamination au cours du transport

Pendant le transport, des délais d'acheminement trop long et température trop élevée favorisent la multiplication des bactéries. Le mauvais nettoyage des bidons et un séchage insuffisant des matériels favorise leur contamination et la transmission ou produit transporté (Cirad, 2006). Le transport du lait jusqu'à la laiterie ou au centre de collecte /réfrigération devrait se faire dans des conditions de température et de durée qui permettent de réduire au minimum tout effet néfaste sur la sécurité sanitaire et la salubrité du lait. Les opérations de transport du lait ne devraient pas être effectuées par des personnes porteuses des bactéries pathogènes susceptibles d'être transférées au lait (Codex Alimentaire, 2008).

2.4. Conditions de croissance et de prolifération des bactéries lactiques

Certains facteurs influencent le développement des microorganismes, il est important de connaître les facteurs qui favorisent le développement ou la destruction des microorganismes.

Les facteurs les plus importants sont : la température, la présence d'oxygène, l'acidité et l'eau (FAO, 2007).

2.4.1. La température

Les bactéries lactiques se composent d'espèces mésophiles, dont la température optimale de croissance est proche de 30 °C, et d'espèces thermophiles; dont la température optimale est proche de 42 °C. Le genre *Lactobacillus* comprend à la fois des espèces mésophiles (*Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*) et thermophiles (*Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus helveticus* ...). Les fromages et les laits fermentés pour lesquels la température appliquée lors de la croissance des bactéries lactiques est élevée, font intervenir des espèces thermophiles, tandis que des espèces mésophiles sont utilisées lorsque la température est plus basse. L'équilibre des populations au sein d'un ferment lactique peut varier en fonction de la température de croissance (Corrieu et Luquet, 2008).

La température optimale de croissance des bactéries lactiques dans le tableau suivant :

Tableau N°10 : La température optimale de croissance des bactéries lactiques (Corrieu et Luquet, 2008).

Genre ou espèce	Températures optimales
<i>Carinobacterium</i>	22-30 °C
<i>Leuconostoc</i>	18-30 °C
<i>Vagococcus</i>	25-30 °C
<i>Lactococcus</i>	27-32 °C
<i>Pediococcus</i>	25-40 °C
<i>Lactobacillus</i> (mésophile)	30-35 °C
<i>Enterococcus</i>	30-40 °C
<i>Streptococcus thermophilus</i>	42-43 °C
<i>Lactobacillus</i> (thermophiles)	40-45 °C

2.4.2. L'oxygène

Les bactéries lactiques peuvent utiliser l'oxygène dans une moindre mesure, mais elles se développent et agissent mieux sur la fermentation sous une faible pression d'oxygène. Elles sont dites micro-aérophiles. L'oxygène est toxique pour certaines souches de bactéries lactiques (**Kanafani-Zahar, 2014**).

2.4.3. Le PH

Le pH du milieu influence fortement la croissance des bactéries lactiques. Les valeurs de pH optimal de croissance sont généralement comprises entre 6 et 6,5 pour les lactocoques, *Leuconostocs* et *Streptococcus thermophilus* et entre 5,5 et 6,0 pour les lactobacilles (**corrieu et Luquet, 2008**).

2.4.4. L'activité d'eau

Les conditions optimales de survie et de développement d'un microorganisme nécessitent un milieu contenant une certaine quantité d'eau libre. Cette exigence varie avec les espèces. Les activités d'eau compatibles avec la vie et le développement microbien varient de 0,6 à 1 (**Dupin et al., 1992**).

Les bactéries lactiques généralement exigent des valeurs d' a_w un peu élevées que d'autres bactéries. L' a_w minimale pour *Lb. lactis*, *Sc. thermophilus*, *Lb. helveticus*, et *P. freudenreichii* est environ 0.93, 0.98, 0.96, 0.96, respectivement (**Saoudi, 2011**).

2.5. Les principales activités des micro-organismes dans le lait

Les altérations du lait sont associées à la multiplication de levures, moisissures et bactéries. Les contaminations bactériennes sont les plus fréquentes et les plus importantes et leurs potentialités de développement sont les plus à craindre. Ces processus de dégradation sont possibles, lorsque les conditions du milieu environnant sont favorables à la prolifération microbienne et à l'activité enzymatique. De graves défauts de goût et d'odeur peuvent apparaître (**Kim et al., 1982**).

Parmi ces activités :

2.5.1. La lipolyse

C'est une hydrolyse de la matière grasse qui entraîne donc une altération de cette dernière. De ce processus, résulte l'accumulation de produits de dégradation. Ce sont les acides gras libres qui vont s'oxyder et entraîner des défauts de qualités organoleptiques du lait, de la crème et du beurre (goût rance) ou d'une saveur piquante et amère. La lipolyse constitue donc un problème important pour les transformateurs (**Cauty et Perreau, 2009**).

Une lipolyse peut se produire lorsque l'agitation du lait est trop forte. La présence d'acide gras libre constitue un facteur d'inhibition pour les activités acidifiantes ou protéolytiques des bactéries lactiques (**Martinet et Houdebine, 1993**).

2.5.2. L'acidification

Au cours du processus de la fermentation, un changement fondamental intervient. Le lactose –sucre contenu dans le lait – est transformé en acide lactique, responsable de l'acidification du lait et agent de sa conservation.

Les microorganismes les plus importants responsables de la production de cet acide sont : *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus lactis*. La transformation du lait en lait acide se manifeste par sa coagulation et par l'apparition d'un goût et d'une odeur aigrelets.

L'acidification inhibe, et ultérieurement détruit ; de nombreuses bactéries pathogènes, spécialement les bacilles de la typhoïde et la paratyphoïde et les coliformes nuisibles (**Kanafani-Zahar, 2014**).

2.5.3. La protéolyse

Les laits de vache renferment différentes enzymes protéolytiques susceptibles de provoquer des modifications des constituants du lait, certaines sont présentes naturellement dans le lait, d'autres sont sécrétées par des microorganismes et elles sont libérées en cas d'infection de la mamelle.

Le lait contient une grande variété de microorganismes capables de synthétiser des protéases. La réfrigération du lait dès la ferme et son stockage pendant un temps plus ou moins long sélectionne des bactéries psychrotrophes qui peuvent devenir alors la flore dominante. Parmi ces bactéries le genre *Pseudomonas* est le plus fréquent. Bien que ces bactéries soient détruites par la pasteurisation, elles peuvent avoir sécrété auparavant des protéases exo cellulaires et thermorésistantes, capables de dégrader les constituants du lait et d'occasionner des défauts en cours de stockage (**Miranda et Gripon, 1986**).

Conclusion

Le lait cru présente pour l'homme une excellente denrée alimentaire qui possède une valeur nutritionnelle importante, cependant, il peut être contaminé par des bactéries souvent dangereuses, responsables de toxi-infections alimentaires et collectives, ces microorganismes sont soit apportés par le non-respect des conditions d'hygiène et/ou la mauvaise conservation du lait, soit présent initialement dans le lait provenant des infections notamment des mammaires.

Afin d'éviter ces problèmes de contamination et d'assurer une meilleure hygiène de la qualité du lait, il serait souhaitable d'améliorer les conditions de traite, la réfrigération sur place, l'hygiène des locaux et l'alimentation des animaux d'une part, et d'autre part, effectuer une analyse microbiologique systématique du lait avant d'être consommé.

Pour ce qui est de l'amélioration de la qualité de cette denrée il est suggéré d'entreprendre les mesures suivantes :

- La mise en place d'un contrôle rigoureux du lait à la production et la vulgarisation des techniques de traite et d'hygiène à la ferme ;
- La mise à niveau du transport du lait frais ;
- L'installation d'un système d'autocontrôle dans les unités de transformation ;
- La recherche des voies et moyens visant l'amélioration du rapport qualité/prix par le renforcement du contrôle de la qualité microbiologique dans l'objectif d'assurer un fonctionnement et un développement harmonieux de cette industrie.

Ignorants ces bonnes pratiques d'hygiène, les acteurs de la filière laitière locale, contribuent à la dissémination et à la multiplication des germes pathogènes dans le lait lors de la traite et de la commercialisation (**Kouamé-Sina et al., 2010**).

Par ailleurs, l'ébullition domestique du lait constitue une mesure d'hygiène indispensable pour toutes les personnes qui ne disposent que de lait cru. De plus elle est une mesure de sagesse pour celles qui utilisent le lait pasteurisé livré en bidons, très souvent recontaminé au cours des manipulations de distribution. Enfin l'ébullition est encore nécessaire pour le lait destiné à l'alimentation des nourrissons, car la flore même banale de ce lait doit être réduite au minimum au moment où le lait est absorbé par l'enfant. Dans tous ces cas, le lait sera conservé au froid après l'achat et porté à l'ébullition immédiatement avant l'emploi ou encore, mais ce procédé est moins économique, le lait sera refroidi aussitôt après l'ébullition puis conservé au frais (15° maximum) et consommé dans les vingt-quatre heures.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Amiot Jean., Fournier Stéphane., Yolaine Lebeuf., Paul Paquin et Simpson Robert Collaboratrice :Huguette Turgeon. (2002).**Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait .ED. , Presses inter Polytechnique, P: 3-26.
- **Auclair J. (1979).** Influence des méthodes de réfrigération et de collecte du lait sur sa qualité bactériologique. Revue française lait n°378. P 37.
- **Aoues Karima., Megateli Smain., Tabet Manell., RezkiIas sameddine., Tefahi Djamel et Benrima Atika. (2019).** Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de vache collecté dans la région de Blida (Algérie), Revue Agrobiologia 9(1) : 1214-1222. P 1215.

B

- **Bourgeois CM ., Mesclé M et Zucca JF. (1996).** Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed : Tec et Doc. Paris. Lavoisier. ISBN : 208520-451.0.P: 139 -290.
- **Branger Alain., Marie–Madeleine Richer et Roustel Sébastien.(2007).** Microbiochimie et alimentation .Edition BP 87999621079 Dijon Cedex. P 84- 221.
- **Brisabois A., Lafarge V., Brouillaud A., de Buyser M-L., Collette C., Garin-Bastuji B et Thorel M-F. (2016).**Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz,16 (1), 452-47. P: 453-454.

C

- **Carole L et Vignola. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechniques, Canada. P: 3-26-75 -77.
- **Chatelin Y.M et Richard J. (1 jan 1981).** Etude de quelques cas de contamination microbienne importante du lait à la ferme. Le lait, INR Edition. hal-00928880. P : 80-91-94.
- **Cauty Isabelle et Pereau Jean-Marie. (2009).** Conduite du troupeau bovin laitier. 2^e édition. Edition France Agricole. P 90

Références bibliographiques

- **Cirad-Gret. (2006).** MEMENTO de l'agronome. Ministère des Affaires étrangères. P 6.
- **Codex Alimentaire. (2008).** Production alimentaire. Organisation mondiale de la santé. Première édition. P: 87-105-110.
- **Codex Alimentaires. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. P 1.
- **Corrieu Georges et Luquet François-Marie. (2008).** Bactéries lactiques De la génétique aux ferments. Edition TEC &DOC. Paris. P: 533-534.
- **Cotin Henri. (1856).** La santé universelle: guide médical des familles, des curé de compagne, des instituteurs, des dames de charité et des personnes bienfaisante. Paris. aux bureaux du journal la santé universelle. Reu de grenelle saint-german, 39. P 4.
- **Cuq JL. (2007).** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. P: 20-25.

D

- **Denis François., Cécile PloyMarie., Martin Christian et Cattoir Vincent. (2016).**Bactériologie médicale. Technique usuelles. 3^e édition. P 417.
- **Delarras Camille. (2008).**Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Edition TEC & DOC. Paris. P : 299-321.
- **Dromigny Éric. (2001).** Les critères microbiologiques des denrées alimentaires. Edition TEC & DOC. Paris. P 121.
- **Dupin Henri., Cuq Jean-Louis., Malewiak Marie-Irène., Catherine Leynaud-Rouaud et Berthier Anne-Marie. (1992).**alimentation et nutrition humaines. ESF éditeur. Paris. P : 1271- 1277.

E

- **Ennuyer Marc et Laumonier Gilbert. (2013).** Gestion de l'élevage bovin laitier .ED. MED'COM. Paris. P: 17-20.

F

- **FAO. (1993).** La technologie des fromages au lait de dromadaire (camelus dromedarius). Etude FAO production et santé animales 113. Organisation de la nation unie pour l'alimentation.

Références bibliographiques

- **FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humain. Collection FAO alimentation et nutrition n°28. Rome Italie. P : 20-56-99-104-111-256.
- **FAO. (1998).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO : Alimentation et nutrition n° 28. ISBN.
- **FAO. (2007).** Les bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la vente des aliments de rue en afrique. Rome Italie. P 9.
- **Fredot. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. TEC et DOC. Lavoisier. P 397.

G

- **Gerald F et Combs Jr. (2007).** The Vitamins. Ed. A. P 456.
- **Gérard B ., Croguennec T et Jeantet R. (2008).** Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Ed. TEC et DOC. P 89.
- **Gourreau J. M (Afssa) et Bendali F (Institut de l'élevage). (2008).** Maladies des bovins. Edition France Agricole. P 322.

H

- **Hamiroune M, Berber A, Boubekour S. (2014).** Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. *Ann. Méd. Vét., 2014.* P 136.
- **Henzen C. (2010).** Lait et produits laitiers. http://www.Theioruminant.Ulgac.b/notes/200910/R20_Glde_mamm_production_2010.pdf.
- **Huss Hans Henrik. (1988).** Le poisson frais : la qualité et altération de la qualité. Manuel de formation préparé pour le programme de perfectionnement FAO /DANIDA sur la technologie du poisson et le contrôle de qualité. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture agence danoise de développement international. N°29. P : 74-75.

I

- **Institut de l'élevage. (2006).** Installations de traite pour les chèvres. 1^{re} édition. France agricole. P 20.

Références bibliographiques

- **Institut de l'Elvage. (2009).** Traite des vaches laitières. 1^{re} Edition. Edition France Agricole. cité France 75493 Paris Cedex 10. P : 37 - 411- 447.

J

- **Jeantet Romain., Croguennec Thomas., Schuck Pierre et Brulé Gérard. (2007).**Science des aliments. Ed. TEC et DOC, P: 7-12.
- **Jouan Pierre. (2002).** Lactoprotéines et lactopeptides ; propriétés biologiques. ED.QUAE. Paris. P 77.

K

- **Kanafani-Zahar Aïda. (2014).** Mune : La conservation alimentaire traditionnelle au Liban. Edition de la Maison des sciences de l'homme Paris. P 21.
- **Kim H., Hardy J., Novak G., Ramet JP et Weber W. (1982).** Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35.
- **Kouamé-Sina S.M., Bassa A., Dadié A., Makita K., Grace D., Dje M et Bofoh M. (2010).** Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Cote d'Ivoire).Revu Africaine de Santé et de production animales © 2010 E.I.S.M.V.de Dakar. Raspa Vol.8 N°S. P 35.

L

- **Lamontagne Michel Claud P., Champagne J., Reitz A., Sylvain M., Nancy G ., Maryse L., Julie J et Ismail F. (2002).** Microbiologie de lait .Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Montréal. P : 77-90.
- **Lévesque Pierre et Hetreau Thierry. (2007).** la traite de vache litière. ITA. Compus de la pocatière .Centre d'élevage de poisy .édition canada. P 21.

M

- **Mami Anas. (2012).** Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaire en algérie. Microbiologie appliquée. Université d'oran. P : 38-40.
- **Martinet Jack et Houdebine Louis –Marie. (1993).** Biologie de lactation. Edition INSERM/INRA. P 536.

Références bibliographiques

- **Melahi Sarra et Benhila charifa. (2015).** Etude de la propreté microbiologique du lait de vache cru au niveau des fermes de la Wilaya« Ain defla ». Master en Analyse Biologique et Biochimique. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana. P 1.
- **Meyer Christian et Denis Jean-Pierre. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae. P: 270- 271.
- **Miranda G et Gripon J.C. (1986).** Origine, nature et incidences technologiques de la protéolyse dans le lait. P: 1-7.

N

- **Niir Board. (2012).** The Complete Technology Book on Dairy & Poultry Industries With Farming & processing. ED, npc. India. P 487.
- **Npcs Board. (2012).** Profitable Farming & Allied Projects (2nd Revised Edition). ED. Niir Project Consultancy Services. India. P 41.

O

- **Oliver S.P., Jayarao B.M et Almeida R.A. (2005).** Foodborne Pathogens in Milk and the Dairy FramEnvirement : Food Safety and Public Heath Implication. **FOODBORNE PATHOGENS AND DISEASE.** P 155.
- **O'mahony. F et Peters K. J. (1987)** .Techniques de traitement du lait adaptées aux petites exploitations de l'Afrique subsaharienne. **BULLETIN DU CIPEA 27, AVRIL 1987, CPEA BR 5689, Addis-Abeba (Ethiopie).** P 3.

P

- **paradol Magali. (2012).** La transformation fromagère caprin fermière. Edition TEC& DOC. Paris. P 24.
- **Pebret François. (2003).** Maladies infectieuses :Toutes les pathologies des programmes officiels des études médicales ou paramédicales. Editions Heures de France. P 58.
- **Prescott Linsing M., Willey Joanne M., Sherwood Linda M et Woolverton Christopher J. (2018).** Microbiologie de prescott. 5^e édition. Paris. P 43.

S

Références bibliographiques

- **Salon international du lait. (2008).** Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés du 27 au 29 mai 2008. [en ligne] (2008) Adresse URL : <http://www.agroligne.com/ou-se-rencontrent-ils/algerie/22292-silait-2008-1er-salon-international-du-lait.html>.
- **Saoudi Zinedine. (2011).** Caractérisation microbiologique et de la protéolyse du fromage traditionnel algérien (Bouhezza) de ferme. Biotechnologies alimentaire. Université Mentouri Constantine. P 18.

T

- **Tal Schaller Christian. (2007).** La viande et le lait : des aliments dangereux qui détruisent notre santé et notre planète. Edition Lanore. Paris. P 81.
- **Tir Elhadj., Bounoua Samira., Heddar Messaouda et Bouklila Nassira. (2015).** Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes ISSN : 1112 -7163. P 27.

V

- **Varnam AH et Sutherland P. (2001).** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. P: 35-37.
- **Vierling E. (1998).** Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition. Dion. Paris. P 278.
- **Vierling E. (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, dion éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine. P 270.

U

- **United States ., Congress House., Committee on Appropriations., Surveys and Investigations Staff. (1966).** Effects, Uses, Control, and Research of Agricultural Pesticides. P12.

Références bibliographiques

W

- **Weber F. (1985).** Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Etude FAO production et santé animal 47. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. P 7.

