

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur en Médecine vétérinaire

THEME

***LE LAIT DE LA FERME À LA
PASTEURISATION :***

Etude bibliographique

Présenté par :

TALBI Sara Rital

Soutenu le : 23/09/2021

Devant le jury composé de :

Mr GOUCEM R. Maitre-assistant A (ENSV)	Présidente
Mme BOUHAMED R. Maître de conférences B (ENSV)	Examinateur
Pr HAMDI T.M Professeur (ENSV)	Promoteur

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant pour m'avoir donné le courage, la volonté et la santé surtout, pour pouvoir terminer mes études supérieures et mener à bien ce mémoire de projet de fin d'études.

J'exprime mes remerciements les plus sincères à

Mon promoteur ***HAMDI Taha Mossadak Professeur à l'ENSV***

d'Alger, pour son disponibilité, générosité, conseils et surtout sa patience et l'aide précieuse qu'il m'a donnée et pour toutes les orientations qu'il m'a apporté durant la réalisation de ce projet.

Sincères reconnaissances.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent aussi à Madame Bouhamed R., Présidente de notre jury et Monsieur Goucem R. membre examinateur d'avoir accepté d'évaluer notre modeste travail.

DEDICACES

DIEU TOUT PUISSANT MERCI D'ETRE TOUJOURS PRES DE MOI

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que je dédie le fruit de ce modeste projet à tous ceux qui me sont chers :

À Ma CHERE MÈRE : KERARIA BOUCHRA

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi ainsi que ma gratitude et ma reconnaissance.

Qu'ALLAH t'accorde longue vie dans la santé !

À MON PERE : TALBI TOUHAMI

Qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Merci d'avoir été toujours disponible pour moi

Merci pour tes lourds sacrifices,

Je te serai reconnaissante toute ma vie.

Qu'ALLAH t'accorde longue vie dans la santé !

À MES CHERS FRERES ET MA SŒUR

Vous n'avais jamais cessé de m'encourager et soutenir tout au long de mes études, je tiens à vous remercier pour les moments d'émotion que vous avez partagé avec moi.

Que Dieu vous protège et vous offre la chance et le bonheur,

Je vous aime.

À MA GRANDE FAMILLE

Merci pour votre amour et encouragements que Dieu vous donne une longue et joyeuse vie.

À MES CHERES AMIES

Qui m'ont toujours encouragée

À MON TRES CHER AMI MOHAMMED HAMDAOUI

Merci pour ta patience infinie et ton indéfectible soutien, tes précieux conseils

Que Dieu te bénisse !

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier

Tableau 02: Composition vitaminique moyenne du lait

Tableau 03: Composition minérale du lait

Tableau 04 : Caractéristiques des principales enzymes du lait

Tableau 05 : Constituants principaux des laits de diverses espèces animales

Tableau 06: Avantages et inconvénients de la pasteurisation

Tableau 07 : Durée de conservation du lait en fonction des traitements thermiques

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Structure des importations alimentaires algériennes

Figure 2 : Structure d'un globule gras

Figure 3 : Pourcentage des différentes protéines du lait

Figure 4 : Micelle de caséine et sous micelle de caséine

Figure 5 : Diagramme de fabrication du lait pasteurisé

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANP : Matières azotées non protéiques	TG : Triglycérides
Lf: lactoferrine	Ig: Immunoglobuline
MG : matière grasse	MS : matière solide
N: normale	OMS : Organisation Mondiale de la Santé
pH : Potentiel Hydrogène	SNG: solides non gras
T: température	D° : Degré Dornic

Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Chapitre 1 : Le marché du lait.....	3
1.1. Généralités.....	3
1.2. Importations de lait et de produits laitiers.....	3
1.3. Place du lait dans la consommation algérienne.....	4
Chapitre 2 : Le lait.....	6
2.1. Définitions.....	6
2.2. Structure et propriétés générales des constituants du lait.....	6
2.3. Particularités du lait de différentes espèces animales.....	18
2.4. Microbiologie du lait.....	19
Chapitre 03 : Le lait de la ferme à la pasteurisation	21
3.1. Définition de la traite.....	22
3.2. Conservation du lait à la ferme	22
3.3. Transport à la laiterie.....	22
3.4. Réception du lait à la laiterie.....	22
3.5. Contrôle à la réception.....	22
3.6. Traitement thermique.....	23
3.6.1. Historique.....	23
3.6.2. Définition.....	24
3.6.3. Fabrication du lait pasteurisé.....	24
3.6.4. Pasteurisation et qualité du lait.....	24
3.6.5. Conservation du lait pasteurisé.....	25
CONCLUSION.....	26
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
RESUME	

INTRODUCTION

Le lait est un aliment très nutritif qui peut être obtenu à partir d'une variété de sources animales, telles que les vaches, les chèvres et les moutons, ainsi que les humains, pour la consommation humaine, il est le premier aliment de l'homme et le seul à pouvoir revendiquer en tout temps et tous lieux le statut d'aliment universel, au moins pour la première partie de la vie de l'être humain (**DEBRY, 2001**).

Dans notre pays, le secteur du lait représente avec les céréales, les principaux piliers de la sécurité alimentaire. La filière lait consacre annuellement plus de 600 millions de dollars pour l'importation de lait (**Bencharif et al., 1996**).

La production mondiale du lait de vache a enregistré une forte augmentation en 2011 (estimée à 2,4%), grâce à la bonne rentabilité des activités et à l'excellente qualité des fourrages et des pâturages dans beaucoup de grands pays producteurs (**FAO, 2012**).

Le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens et apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. La consommation moyenne nationale a été évaluée ces dernières années à 3,7 milliards de litres/an, dont 2 milliards de litres de lait cru, 500 millions de litres de lait en poudre et 1,2 milliard de litres de lait en sachets. La consommation de lait qui était évaluée à 34 litres par an et par personne en 1967-68 (FAO) est passée à 61 litres en 1979-80 (ONS). Elle aurait plus que doublé en 2015 avec une consommation moyenne par habitant de 134 litres en équivalent lait, ce qui fait de l'Algérie le premier consommateur de lait et dérivés de la région Maghreb. Le réseau national d'entreprises de transformation est constitué de 107 usines, dont 16 unités relevant du Groupe public Giplait /SPA qui détient 40 % de parts de marché, les 60 % restants appartenant aux 91 laiteries privées (**Bessaoud et al., 2019**).

Depuis quelques années, on constate en Algérie, à l'émergence de nombreuses micro- petites et moyennes entreprises de transformation de lait. Ce secteur joue donc un rôle important en termes d'emplois, de revenus (directs et indirects pour les éleveurs et les acteurs de distribution) et contribue de façon opérationnelle à la politique nationale de développement économique ; et la qualité dans notre pays est considérée comme une exigence de sécurité et de l'économie moderne ; elle est aussi une préoccupation permanente, sinon une priorité, voire une nécessité aussi bien et avant tout pour le consommateur que pour le producteur et le distributeur, car la sécurité sanitaire des aliments notamment le lait est un problème essentiel de santé publique (**Kabir, 2015**).

En raison de sa richesse en nutriments, le lait constitue un excellent milieu de développement pour les microorganismes, provoquant des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et libération des composés indésirables (**Veisseyre, 1975**).

Les maladies d'origine laitières dues aux agents pathogènes et d'altérations microbiennes, aux antibiotiques et aux polluants chimiques et environnementaux dans le lait et enfin à d'autres contaminants en provenance de l'ambiance, des surfaces de matériel, du personnel manipulateur et de l'eau dans les usines peuvent être des causes favorisant de contamination tout en engendrant de graves menaces pour la santé du produit et pour la santé du consommateur (**Kabir, 2015**).

En industrie laitière, la poudre de lait comme matière première et le lait reconstitué pasteurisé comme produit fini, doivent répondre aux normes et aux exigences sanitaires justifiant leur bonne qualité des points de vue nutritionnelle, organoleptique et hygiénique, comme ils ne doivent en aucun cas être contaminés ni par des germes pathogènes, ni par des germes d'altérations, ni de polluants chimiques, ni de résidus de substances à effet bactéricide, hormonal, antihormonal, de pesticide ou de toute autre substance nocive pour la santé humaine.

Pour assurer la protection du consommateur, il convient de maîtriser les conditions de conservation, et également les conditions d'hygiène lors de la traite jusqu'au produit fini (**Guiraud, 1998**).

Les traitements thermiques sont de nos jours, les principaux moyens utilisés pour la décontamination bactérienne, où une charge thermique suffisamment élevée est appliquée pour détruire les micro-organismes et les enzymes retrouvées dans le lait, afin d'assainir sa qualité et prolonger sa durée de vie. Cependant, au cours des traitements thermiques du lait, certains composants peuvent subir des modifications indésirables, nuisibles à la qualité organoleptique et nutritionnelle, d'où il est important qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique et bactériologique microbiologique du lait soit instauré (**Guiraud, 1998**).

Cette étude bibliographique est composée de 3 chapitres, le premier c'est des généralités sur le marché du lait, le deuxième c'est des généralités sur le lait et ses différents composants le dernier sur le lait de la ferme à la pasteurisation.

CHAPITRE 1 : LE MARCHÉ DU LAIT

1.1. Généralités

Le secteur laitier, pour aussi diversifié qu'il soit d'un pays à l'autre, est un des piliers de la sécurité alimentaire mondiale. Le lait est un produit qui doit être transformé rapidement après sa collecte car il ne peut être stocké que quelques jours. L'essentiel du lait produit est donc consommé sous forme de produits frais, non transformés ou très peu transformés (pasteurisés ou fermentés). Cependant, les échanges laitiers mondiaux portent principalement sur les produits transformés (lait écrémé en poudre et matière grasse du lait).

La production mondiale de lait a augmenté de 1,3 % en 2019 pour s'établir à 852 Mt environ. En Inde, premier producteur mondial, elle a progressé de 4,2 % pour atteindre 192 Mt, avec toutefois des retombées minimales sur le marché laitier mondial car l'Inde ne participe que de façon marginale aux échanges de lait et de produits laitiers **(OCDE, 2019)**.

La production de lait des trois principaux exportateurs de lait et de produits laitiers – la Nouvelle-Zélande, l'Union européenne et les États-Unis – n'a que faiblement augmenté. La consommation intérieure de produits laitiers est stable dans ces pays, et les disponibilités de produits laitiers frais et transformés pour l'exportation ont donc été plus importantes. En Chine, premier importateur mondial de produits laitiers, la production de lait a progressé de 3,6 % en 2019. Ses importations, en particulier de poudres de lait entier et écrémé, ont augmenté en 2019 en réponse à une demande croissante **(OCDE, 2019)**.

Les cours laitiers mondiaux désignent les cours des produits laitiers autres que le lait cru qui n'est pratiquement jamais échangé. Le beurre sert de référence pour la matière grasse du lait, et le lait écrémé en poudre pour les autres constituants solides du lait. La matière grasse et les autres constituants solides représentent environ 13 % du poids du lait, le reste étant constitué d'eau. Bien que les cours mondiaux du beurre aient continué à baisser par rapport à leur niveau record de 2017, ils sont restés élevés en termes réels. La bonne tenue des prix de la matière grasse du lait s'explique par une demande vigoureuse de crème, de beurre et d'autres produits laitiers entiers en Amérique du Nord et en Europe. Les prix du lait écrémé en poudre se sont redressés en 2019 après que l'Union européenne ait écoulé ses stocks d'intervention constitués en 2016 lorsque les cours étaient tombés sous le seuil fixé à 1 698 EUR la tonne **(OCDE, 2019)**.

Le secteur laitier est probablement l'un des secteurs agricoles les plus faussés : de nombreux pays développés accordent des subventions aux producteurs, ce qui encourage un excédent de

production; des subventions à l'exportation permettent de déverser la production excédentaire sur les marchés mondiaux ; enfin, des obstacles tarifaires et non tarifaires sont dressés aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement en vue de protéger le secteur laitier d'une concurrence déloyale. Ces interventions sur les marchés, extrêmement difficiles à quantifier, ont des conséquences importantes et différentes sur les producteurs et les consommateurs tant dans les pays développés que dans les pays en développement (Mkimer-Bengeloune, 2013).

1.2. Importations de lait et de produits laitiers en Algérie

Répertorié mondialement, comme étant le deuxième importateur de lait et de produits laitiers après le Mexique et avant l'Egypte, les importations de lait ont relativement progressé durant la période 2000 à 2006, elles sont passées de 121.661 à 250.098 tonnes, la moyenne annuelle de la facture de la production du lait durant cette période est estimée de 511 Millions d'unité D'USD (Djebbara, 2001), la part des importations du lait est estimée à 25% du total des importations des produits alimentaires des pays avec une facture de 2,5 Milliard de dollars, après les céréales avec 40% soit 1 milliard de dollars (Bencharif, 2001) (Figure 01).

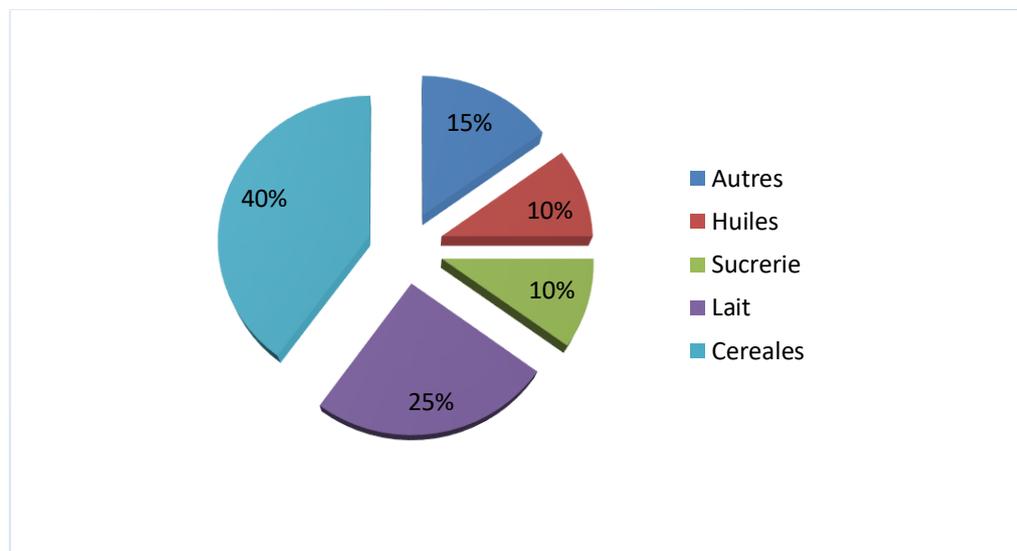


Figure 01 : Structure des importations alimentaires algériennes % (Bencharif, 2001)

1.3. Place du lait dans la consommation algérienne

Le lait a une valeur importante dans la consommation algérienne. Selon Srairi (2008), le lait est retenu par les pouvoirs publics comme une source principale des protéines animales des populations dans les pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie), cependant, des politiques

d'état ont été adoptées dans ces pays, des instruments sont mis en place depuis l'indépendance à partir de l'importation contenue des produits laitiers sous l'effet de développement démographique et le taux d'urbanisation a considérablement augmenté (**Srairi et al., 2007**). En Algérie, la politique de prix favorise et encourage la consommation du lait par rapport à la production, ce qui conduit à une augmentation de la demande influencée par le développement démographique, l'état se tourne vers l'importation (**Bourbouze et al., 1989; Mezani, 2000**). En outre, vu sa richesse en éléments nutritifs, le lait représente 65,5% des protéines animales, supérieure à celles de la viande 22,4% et les œufs 12,1%, ainsi un gramme de protéine obtenu à partir du lait, coûte huit fois moins cher que la même quantité obtenue de la viande (**Amellal, 1995**), ce qui favorise l'augmentation de la consommation qui est jugée de 110 kg/an (**Ferrah, 2000 ; Dilmi, 2008**), l'évolution de cette consommation a bondi de 90litres à 115litres (**Bourbouze, 2001**), cette forte consommation est plus élevée que celle de la Tunisie qui est de 80kg (**Khaldi et Naili, 2001**) et celle du Maroc 32kg (**Arraba et al., 2001**), néanmoins, elle reste très éloignée de celle de la France où elle est estimée de 400L/habitant/an (**Boumghar, 2000**).

CHAPITRE 2 : LE LAIT

2.1. Définitions

Plusieurs définitions du lait sont rapportées dans la littérature :

La définition adoptée par le 1^{er} congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908 (**Veisseyre, 1975**) le définit comme étant « le produit de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum.

Selon **Alais (1975)**, le lait est le produit de sécrétions des glandes mammaires des mammifères comme la vache et la brebis, destinés à l'alimentation de jeune animal naissant.

Selon la réglementation Algérienne, la dénomination «lait» est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis en traitement thermique (**AIM du J.O.R.A, N°069,1993**).

La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenance d'une femelle laitière, autre que le lait de vache, doit être par la dénomination «lait» sur de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

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.

2.2. Structure et propriétés générales des constituants du lait

- Les principaux constituants du lait sont :
- Léau, très majoritairement.
- Des glucides, principalement représentés par le lactose.
- Des lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaires.
- Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines, oligoéléments... (**Kuzdzal et al., 1980 ; Fredot, 2005**) (**Tableau 01**).

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2005)

Composant	Teneurs (g/100g)
Eau	89,5
Dérivés azotés	3,44
Protéines	3,27
Caséines	2,71
Protéines solubles	0,56
Azote non protéique	0,17
Matières grasses	3,5
Lipides neutres	3,4
Lipides complexes	<0,05
Composés liposolubles	<0,05
Glucides	4,8
Lactose	4,7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12,8 g

2.2.1. 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. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de

caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (Amiot et Lapointe, 2002).

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2005)

Composant	Teneurs (g/100g)
Eau	89,5
Dérivés azotés	3,44
Protéines	3,27
Caséines	2,71
Protéines solubles	0,56
Azote nom protéique	0,17
Matières grasses	3,5
Lipides neutres	3,4
Lipides complexes	<0,05
Composés liposolubles	<0,05
Glucides	4,8
Lactose	4,7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12,8 g

2.2.2. Matières grasses :

2.2.2.1. Composition

La matière grasse (MG) est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10×10^{-6} m et est essentiellement constitué de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et d'une fraction insaponifiables (1%) (Cholestérol et de β carotène) (Kuzdzal, 1987) (Figure 2). La matière grasse représente à elle seule, la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acide gras saturés et de 35% d'acide gras insaturés (Vignola, 2002).

- ✚ **Les Phospholipides** du lait sont classés comme lipides complexes. Dans le lait, on distingue trois types de phospholipides : les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines (Cayot et Lorient, 1998). La caractéristique la plus importante des phospholipides est leur propriété émulsifiante . cette dernière est due à leur capacité amphipolaire caractérisée par une présence d'une partie hydrophile, qui s'associe à l'eau, et d'une partie lipophile qui s'associe aux constituants du globule de matière grasse (Ratray, Galman, Jelen, 1997)
- ✚ **Les Triglycérides** sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol (Walstra, 1990).
- ✚ **Fractions insaponifiables** : L'insaponifiable regroupe l'ensemble des constituants de la matière grasse qui ne réagissent pas avec la soude ou la potasse pour donner des savons, et qui après saponification, sont insolubles dans l'eau en milieu alcalin mais reste solubles dans des solvants organique non miscibles à l'eau. On retrouve principalement dans les fractions insaponifiables des stérols, les caroténoïdes les xanthophylles et les vitamines A, D, E et K. Le plus important des stérols est le cholestérol (Peereboom, 1969). La consommation de la matière grasse laitière est indispensable dans l'alimentation et elle est source des vitamines A, D et E (Champagne *et al.*, 1980).

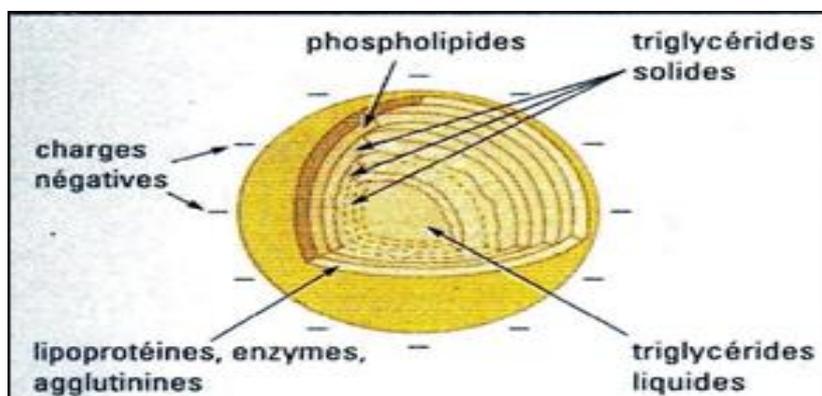


Figure 2 : Structure d'un globule de matière grasse (Vignola, 2002)

2.2.2.2. Propriétés physiques

Les propriétés physiques des triglycérides formant la majorité des constituants des matières grasses du lait, influencent les propriétés physiques du lait, notamment sa solubilité, sa masse volumique et son point de fusion.

✚ Solubilité :

Etant donné leur caractère hydrophobe, les matières grasses du lait, sont insolubles dans l'eau. Cette caractéristique s'explique par la présence de longues chaînes d'atomes de carbone et d'hydrogène qui ne peuvent interagir avec l'eau, c'est-à-dire qu'ils ne forment pas de liaison hydrogène ou de liaison dipôle-ion avec l'eau. Par contre, les matières grasses du lait sont solubles dans les solvants organiques non polaires (**Pointurier, 2003**).

✚ Masse volumique :

La masse volumique des matières grasses du lait est variable et se situe entre 0,93 et 0,95 g/ml à une température de 15°C. Chacun des constituants agit sur la densité du lait. On sait que la crème à 35% possède une densité de 0,996 et le lait écrémé, une densité de 1,036.

Etant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matières grasses, plus sa densité sera basse. De plus, les solides non gras (SNG), ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en solides non gras est élevée, plus la densité du produit laitier sera élevée. On peut donc affirmer qu'un écrémage du lait augmentera sa densité et qu'un mouillage ou une densité d'eau la diminuera.

Parmi les facteurs qui font varier la masse volumique nous citerons :

- La composition de la matière grasse, définie comme la proportion des triglycérides, des phospholipides et de la fraction insaponifiables.
- La proportion des différents acides gras présents dans les triglycérides.
- La température (**Pointurier, 2003**).

2.2.2.3. Transformations chimiques

Les principales transformations chimiques que peuvent subir les matières grasses du lait, essentiellement les triglycérides et les phospholipides, sont la lipolyse, la saponification et l'oxydation.

• Lipolyse :

La lipolyse est une réaction de nature enzymatique catalysée par des lipases. Ces enzymes sont soit naturellement présents dans le lait où peuvent être développés par des bactéries (**Veisseyre, 1975**). La lipolyse consiste donc, avec l'aide de la lipase, à briser le lien entre les acides gras et le glycérol, et cette réaction se produit principalement sur les triglycérides (**Fox et al., 1987**).

La pasteurisation normale suffit à détruire la lipase naturelle du lait. Par contre, les lipases d'origine bactérienne sont souvent plus résistantes à la chaleur (**Hylan *et al.*, 1984**).

- **La saponification :**

La saponification, se caractérise par l'action de l'hydroxyde de sodium (NaOH) ou soude caustique, ou de l'hydroxyde de potassium (KOH) ou potasse caustique sur les triglycérides. L'hydroxyde de sodium brise les liens qui retiennent les acides gras au glycérol. Les produits formés sont les glycérols et les sels d'acides gras souvent appelés savons. Dans la pratique, cette réaction permet le lavage des équipements souillés par les matières grasses (**Vignola, 2002**).

- **L'oxydation :**

L'oxydation des matières grasses est probablement la transformation chimique causant le plus important des problèmes en technologie laitière. L'oxydation des différents constituants des matières grasses peut entraîner l'apparition de nombreux goûts. Le goût d'oxyde ou métallique est le défaut le plus courant qui résulte de l'oxydation des phospholipides qui sont, de par leur structure chimique et leur situation à la périphérie des globules gras, les plus sujets à l'oxydation. Le goût de suif provient de l'oxydation des triglycérides. Le goût de brûlé, quant à lui découle de l'oxydation des protéines.

Les moyens mis en œuvre pour prévenir cette décomposition consiste à protéger le lait et les produits laitiers de la lumière, notamment par l'utilisation d'emballages opaques. En outre les antioxydants naturels comme les tocophérols et la vitamine C sont très efficaces pour prévenir l'oxydation des matières grasses (**Mahaut *et al.*, 2000**).

- **Point de fusion :**

Le point de fusion est la température à laquelle les matières grasses du lait passent de l'état solide à l'état liquide. Cette température n'est pas fixe, elle varie de 28 à 35°C. Puisque cette température est inférieure à la température interne de la vache, les matières grasses du lait, sont liquides lors de la traite. Le facteur qui influe le plus sur le point de fusion des matières grasses est la composition des triglycérides. En effet la proportion des différents acides gras et leur position sur le glycérol modifient le point de fusion des triglycérides (**Pointurier, 2003**).

2.2.3. Protéines :

2.2.3.1. Composition

Les protéines, éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes, constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Lankveld, 1995**). L'analyse du lait par

minéralisation, appelée méthode Kjeldahl, permet d'évaluer que 95% de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines, dont la concentration moyenne est de 3,2%. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée. Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait (**Cayot et Lorient, 1998**).

Les protéines sont classées en deux catégories selon leur solubilité dans l'eau et leur stabilité. D'une part, on retrouve les caséines qui sont en suspension colloïdale, regroupées sous forme de micelles qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6, et d'autre part, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur (**Whitney et al., 1976**) (**Figure 3**).

- **Caséines :**

Les caséines forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait. Elles se regroupent sous forme sphérique appelée micelle. La taille des micelles se situe entre 100 et 500 nm ; avec un diamètre moyen de près de 180 nm. Leur taux varie principalement selon l'espèce animale, la saison, le stade de lactation (**Lenoir, 1985**).

Les micelles de caséine sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux (**Mc Mahon et Brown, 1984**).

Il semble clair que les micelles sont formées de sous-micelles reliées ensemble par des ponts phosphate de calcium (**Mc Mahon et Brown, 1984**) (**Figure 4**).

- **Protéines du sérum :**

Les protéines du sérum représentent environ 20% des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β lactoglobuline et l' α lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines. En plus, différents enzymes sont présents dans le sérum (**Eigel et al., 1984**).

- **La β lactoglobuline :** Est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Sa structure tertiaire lui permet de fixer la vitamine A et certains acides gras (**Pien, 1975**).
- **L' α lactalbumine :** Est une métalloprotéine qui représente environ 22% des protéines du sérum (**Pien, 1975**). Elle joue un rôle dans la biosynthèse du lactose (**Linden, 1987**).
- **Les immunoglobulines :** Constituent environ 13% des protéines du sérum. Ce sont des glycoprotéines jouant le rôle d'anticorps qu'on répartit en cinq catégories : IgG1, IgG2, IgA, IgM et IgE (**Pien, 1975**).

- **La lactoferine** : Représente environ 4% des protéines du sérum. Comme son nom l'indique, cette protéine est porteuse de fer, sous forme d'ions ferrique (Fe^{3+}). Il est important de noter que cette protéine est la seule protéine capable d'être stable en présence d'ions ferrique (**Pien, 1975**).

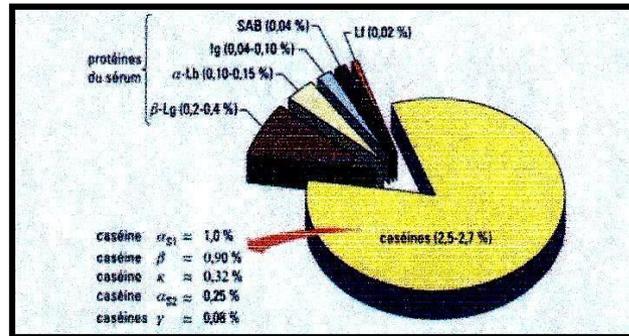


Figure 3 : Pourcentage des différentes protéines du lait

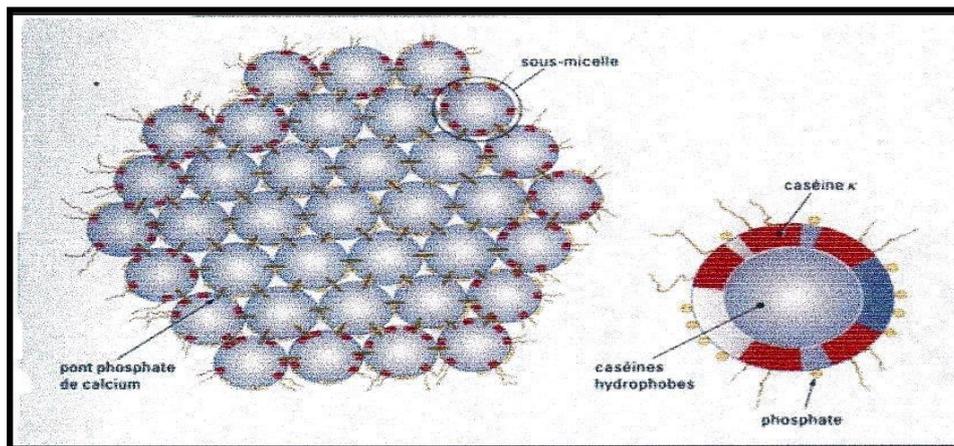


Figure 4 : Micelle de caséine et sous micelle de caséine (**Vignola, 2002**)

2.2.3.2. Transformations chimiques des protéines :

La structure des protéines qu'elles soient présentes dans le sérum ou en suspension sous forme de micelles, peut être modifiée selon le traitement utilisé en transformation alimentaire. Ces traitements affectent les différentes liaisons chimiques qui maintiennent cette structure en place, ainsi, ils provoquent des changements plus ou moins importants et il en résulte des modifications de leurs propriétés de solution ou de suspension colloïdale (**Cheftel et al., 1985**).

- **Effet de l'acidification et de l'acidité**

L'acidification du lait touche particulièrement les caséines. Une légère acidification modifie suffisamment leur structure micellaire (**Lankveld, 1995**). Lorsque l'acidification atteint un pH de 4,65, les micelles perdent complètement leur structure par dissolution totale du calcium micellaire. Dès lors, les caséines sont dénaturées et perdent leur propriété de suspension colloïdale. Les protéines subissent alors un étirement, elles peuvent s'enchevêtrer et former un gel (**Lankveld, 1995**).

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales tels que les phosphates et le CO₂, et d'acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. On l'appelle l'acidité apparente ou acidité naturelle du lait. Elle varie entre 0,13 et 0,17% d'équivalent d'acide lactique (**Vignola, 2002**).

Le Lait peut avoir un comportement à la fois acide et basique, en raison des protéines dont les acides aminés possèdent des groupements acides COOH, et des groupements basiques NH₂ sur leurs chaînes latérales (**Vignola, 2002**).

A sa sortie du pis de la vache, le lait frais ne contient qu'environ 0,002% d'acide lactique. En se développant, les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique par fermentation du lactose. Cette nouvelle acidité se nomme acidité développée. C'est cette acidité qui conduit à la dénaturation des protéines (**Vignola, 2002**).

L'acidité titrable est une mesure des deux acidités définies précédemment :

Acidité titrable = acidité naturelle + acidité développée

La mesure d'acidité titrable s'exprime couramment de deux façons : soit en pourcentage (%) d'équivalent d'acide lactique, soit en degrés Dornic (°D) (**Vignola, 2002**).

- **Effet de la chaleur**

Il faut tenir compte de l'effet de la chaleur sur les protéines dans la majorité des traitements thermiques du lait. Le chauffage d'un lait jusqu'à 60°C, provoque des changements dans la structure des protéines. Les protéines affectées par les traitements de chaleur sont principalement les protéines du sérum, soit les lactalbumines, les lactoglobulines et les immunoglobulines. Ainsi, des traitements de chaleur supérieurs à 75°C peuvent provoquer la dénaturation des protéines du sérum (**Mc Mahon et Brown, 1984**).

- **Effet de la présure :**

L'addition de la présure au lait provoque sa coagulation par hydrolyse de la caséine Kappa située en périphérie de la micelle ; la présure est un mélange d'enzymes protéolytiques, principalement la chymosine et une quantité variable de pepsine (**Pien, 1975**). Cette coagulation commence par l'agrégation de petites micelles, puis se complète par l'agrégation des plus grosses micelles et formera le gel de paracaséine. L'addition de sels de calcium permettra de former des ponts phosphate de calcium entre les paracaséines et un gel beaucoup plus ferme de type présuré (**Lenoir, 1985**).

- **Effet de sels :**

L'équilibre ionique est très important dans la stabilité de la suspension colloïdale des caséines et dans la stabilité de la solution colloïdale des protéines du sérum. Puisque les micelles de caséines sont chargées négativement au pH du lait (6,6 – 6,8), l'ajout d'ions positifs bivalents comme Ca^{2+} ou Mg^{2+} peut provoquer la formation de ponts phosphate de calcium entre les micelles et favoriser leur agrégation. Par contre, l'addition de sels contenant des phosphates Po^{-3} ou des citrates lors de traitements thermiques puisque ces ions négatifs ont la possibilité de séquestrer le Ca^{++} et Mg^{++} , ce qui limite l'association des différentes protéines (**Cheftel et al., 1985**).

2.2.4. Matières azotées non protéiques (ANP) :

Les matières azotées non protéiques représentent chez la vache 5% de l'azote total du lait. Elles sont essentiellement constituées par de l'urée (33 à 79% de l'azote non protéique du lait). On y trouve également et par ordre d'importance les acides aminés, l'acide urique, l'ammoniac, la créatinine. Il y a une corrélation étroite entre la teneur en urée du lait et celle du sang (**Hanzen, 1999**).

2.2.5. Vitamines :

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique (**Adrian, 1987**). On classe les vitamines (Vit) en deux grandes catégories :

- Vitamines hydrosolubles : Vit du groupe B et Vit C de la phase aqueuse du lait;
- Vitamines liposolubles : Vit A, D, E, et K associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (**Debry, 2001**).

Dans le lait des ruminants, seules les vitamines liposolubles sont d'origine alimentaire et les conditions de vie de l'animal exercent une influence sur les teneurs vitaminiques du lait : les productions estivales offrent donc un plus grand intérêt que les laits de stabulation. Au contraire, la Vit C offre un taux relativement constant en raison de sa synthèse régulière dans l'épithélium intestinal. L'origine de ces variations annuelles est multifactorielle : elle dépend de la saison, de la photopériode mais également de l'alimentation (**Remons et Journet, 1987**).

Le lait et ses dérivés sont des sources notables en Vit A, B12 et B2 ; dans une moindre mesure en Vit B1 et B6. Par contre, ils ne contiennent que peu de vitamine E, d'acide folique et de biotine (**Enjalbert, 1993**) (**Tableau 02**).

Tableau 02: Composition vitaminique moyenne du lait (**AMIOT et al., 2002**)

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	2µg/100ml
Vitamines Hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2 mg/100ml
Vitamine B ₁ (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B ₂ (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B ₆ (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B ₁₂ (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H(biotine)	3.5 µg/100ml

2.2.6. Minéraux

Le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme notamment, le calcium et le phosphore (**Brule, 1987**). La matière minérale et saline du lait constitue environ 9 g/l. Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions). Une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines) (**Guenguen, 1995 ; Neville et Jensen, 1995**). La composition minérale est variable selon les espèces, les races.

Les principaux macroéléments rencontrés dans le lait sont : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le Chlore (**Neville et Jensen, 1995 ; Wehrmuller et Ryffel, 2007**) (**Tableau 03**).

Le lait contient également des oligoéléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor et l'iode (**Gueguen, 1995**).

La composition minérale est variable selon les espèces, les races, le moment de la lactation et les facteurs zootechniques (**Brule, 1987**).

Tableau 03: Composition minérale du lait (**Jeantet, 2007**).

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

2.2.7. Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras, mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (Vignola, 2002) (Tableau 04).

Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés (Got, 1997 ; Linden, 1987) :

- Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipases, protéases).
- Rôle antibactérien ; elles apportent une protection au lait (lactopéroxydase et lysozyme).
- Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes), de traitement thermique (phosphatase alcaline, peroxydase, acétylestérase, sont des enzymes thermosensibles) et d'espèces (test de la xanthine oxydase pour détecter le lait de vache dans le lait de chèvre)

Tableau 04 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).

Groupes d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (C°)	Substrat
Hydrolases	Estérases			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase Alcaline	9-10	37	Esters Phosphoriques
	Phosphatase Acide	4.0- 5.2	37	Esters Phosphoriques
	Protéases			
	Lysozyme	7.5	37	Parois cellulaire Microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénases	Sulphydrile	7	37	Protéines,

ou Oxydases	Oxydase			peptides
	Xanthine Oxydase	8.3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactopéroxydase	6.8	20	Composés réducteurs + H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

2.2.8. Glucides :

Le lactose est un sucre spécifique du lait (il représente l'immense majorité des glucides du lait, sa concentration variant très peu, entre 48 et 50 g/L (seulement 28 g/L dans le colostrum). Son taux peut varier quelque peu, augmentant avec le cycle de lactation (**Luquet, 1985**).

C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée (1/6 par rapport au saccharose), peu soluble (environ 10 fois moins à l'équilibre que le saccharose à température ambiante) qui possède un groupement réducteur (**Luquet, 1985**).

2.3. Particularités du lait de différentes espèces animales

2.3.1. Lait de vache

Le lait de vache représente plus de 83% de la production mondiale de lait. Les matières grasses constituent environ 3 à 4% des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5% et le lactose 5%, mais la composition chimique brute du lait de vache varie beaucoup en fonction de la race (**FAO, 2017**) (**Tableau 05**).

2.3.2. Lait de bufflonne

Le lait de bufflonne représente le deuxième élevage laitier avec plus de 12% de la production mondiale. Il est

principalement produit en Inde et au Pakistan et représente la moitié de la production laitière en Inde. Il a une teneur très élevée en matières grasses, qui est en moyenne deux fois plus élevée que celle du lait de vache. Le rapport matière grasse sur protéine dans le lait de bufflonne est d'environ 2/1. En comparaison avec le lait de vache, le lait de bufflonne a également un rapport caséines sur protéines plus élevé. La forte teneur en calcium de la caséine facilite la fabrication du fromage (**FAO, 2017**) (**Tableau 05**).

2.3.3. Lait de chèvre

Le lait de chèvre représente environ 2% de la production mondiale. Il a une composition semblable au lait de vache. Dans les pays méditerranéens et en Amérique latine, le lait de chèvre est généralement transformé en fromage; en Afrique et en Asie du Sud, il est généralement consommé cru ou acidifié (FAO, 2017) (Tableau 05).

2.3.4. Lait de brebis

Le lait de brebis contient plus de matières grasses et de protéines que les laits de vache et de chèvre; seuls les laits de bufflonne et de yak contiennent plus de matières grasses. Le lait de brebis possède aussi généralement une teneur plus élevée en lactose que les laits de vache, de bufflonne et de chèvre. Grâce à sa haute teneur en protéines et à l'ensemble de ses constituants solides, le lait de brebis est particulièrement approprié pour la fabrication de fromage et de yaourt. Le lait de brebis tient un rôle important dans la région méditerranéenne, où la plus grande partie de la production est transformée en fromages comme le pecorino, le caciocavallo et la feta (FAO, 2017) (Tableau 05).

Tableau 05 : Constituants principaux des laits de diverses espèces animales (g/litre) (FAO, 2017)

Constituants	Vache	Bufflonne	Chamelle	Jument	Chèvre	Brebis
Extrait sec total	128	166	136	109	134	183
Protéines	34	41	35	25	33	57
Caséine	26	35	28	14	24	46
Lactose	48	49	50	60	48	46
Matières salines	9	8	8	4	7,7	9
Matières grasses	37	68	45	20	41	71

2.4. Microbiologie du lait

L'étude de la microbiologie permet de caractériser et ainsi de mieux contrôler les quatre principaux groupes de microorganismes présents dans l'environnement alimentaire et laitier (virus, bactéries, levures et moisissures). Ces microorganismes se retrouvent partout dans

l'environnement, dans l'air, dans l'eau, dans le sol, sur les animaux et les plantes et chez l'homme (Leclerc, 1969).

2.4.1. Classification des principaux microorganismes du lait selon leur importance :

Les microorganismes du lait peuvent être répartis selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminante. La flore contaminante est subdivisée en deux sous-classes : la flore d'altération et la flore pathogène (Plommet, 1987).

2.4.2. Flore indigène ou originelle :

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs.

Le lait qui sort du pis de la vache est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles (Plommet, 1987).

2.4.3. Flore contaminante :

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes ajoutés au 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 capable de provoquer des maladies chez les personnes qui consomment ces produits laitiers. On considère comme flore contaminante d'altération et pathogène du lait l'ensemble des microorganismes qui s'ajoutent au lait extrait du pis de la vache. Il semble que la contamination à l'étable soit la plus importante (Andelot, 1983).

2.4.3.1. Flore d'altération :

Incluse dans la flore contaminante, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la durée vie commerciale du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : Pseudomonas sp, Proteus sp, les coliformes, soit principalement les genres Escherichia et Enterobacter, les sporulés telles que Bacillus sp et Clostridium sp et certaines levures et moisissures (Andelot, 1983).

2.4.3.2. Flore pathogène :

Comme la flore d'altération, la flore pathogène est incluse dans la flore contaminante du lait. La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme (**Andelot, 1983**).

Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : Salmonella sp, Staphylococcus aureus, Brucella sp, Mycobacterium tuberculosis, Clostridium botulinum et Clostridium perfringens, Bacillus cereus, Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Campylobacter jejuni, Shigella sonnei, Brucella abortis; et certaines moisissures qui sont pour la plupart toxigènes, c'est-à-dire qu'elles produisent une toxine dans le produit alimentaire (**Vignola, 2002**). Ces derniers sont des micro-organismes ayant absolument besoin d'oxygène pour se développer, c'est pourquoi on les retrouve principalement à la surface des produits laitiers ou dans les canaux des fromages bleus (**Abdelmalek et Gibson, 1952**).

Même si les levures ne sont pas pathogènes, la dégradation d'aliment causé par ces microorganismes peut être un indice de mauvaises pratiques de fabrication mal contrôlés (**Abdelmalek et Gibson, 1952**).

2.4.4. Principales activités microbiennes dans le lait :

Les activités métaboliques des microorganismes présents dans le lait peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur l'apparence, l'odeur, la consistance ou la texture et le goût des produits laitiers. Il y a six principales catégories d'activités métaboliques pouvant survenir dans le lait : l'acidification, la production de gaz tels que le dioxyde de carbone, l'alcoolisation, le limonage, la protéolyse et la lipolyse (**Guiraud et Galzy, 1980**).

2.4.5. Sources de contamination

Le lait est généralement contaminé par une grande variété de microorganismes d'origine diverse. Cette contamination peut provenir de l'animal (intérieur ou extérieur de la mamelle), de l'environnement (sol, atmosphère, eau ...), des matériels servant à la collecte du lait (machines à traire, filtre, récipient divers...) et aussi de l'homme. Certains microorganismes constituent un danger pour la consommation 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 indésirable (**Richard, 1990 ; Guiraud, 1998**).

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) (**Larpen, 1997**).

CHAPITRE 03 : LE LAIT DE LA FERME A LA PASTEURISATION

3.1. Définition de la traite

La traite est l'extraction d'une quantité maximale de lait de la mamelle ; cette action ne doit comporter aucune opération néfaste pour la santé de l'animal (**Mathieu, 1985**). Que la traite soit manuelle ou mécanique, plusieurs conditions doivent être respectées pour répondre aux buts suivants :

- Produire un lait propre et de bonne qualité,
- Favoriser l'éjection du lait,
- Ne pas causer de dommages à la mamelle (**Alais, 1975**)

Chez la vache primipare, le stimulus est fourni par le veau qui cherche à téter le trayon. L'ocytocine est libérée lorsque la vache sent le veau téter. La vache laitière est conditionnée à réagir à d'autres stimuli, tels que des sons, des odeurs et des sensations associées à la traite. L'ocytocine produit son effet environ une minute après le début de la préparation en provoquant la compression des alvéoles par le biais des cellules musculaires. La pression générée dans le pis, qui est palpable à la main, est appelée reflexe de descente de lait. La pression force le lait à descendre dans la citerne du trayon, d'où il est aspiré dans le gobelet d'une trayeuse mécanique, ou éjecté par les doigts pendant la traite manuelle.

3.1.1. Traite manuelle :

En général, ce sont les mêmes personnes qui effectuent la traite tous les jours, et les vaches sont stimulées rapidement par le simple fait d'entendre les sons familiers de la préparation de la traite (**CNIEL, 2006**). La traite commence lorsque la vache réagit par le reflexe de descente. Les premiers écoulements de lait des trayons sont rejetés car le lait contient souvent de grandes quantités de bactéries. Un premier examen visuel attentif du premier lait permet au trayeur de détecter les changements qui peuvent indiquer que la vache est malade (**CNIEL, 2006**). La traite s'effectue simultanément sur deux quartiers diagonalement opposés: une main presse le lait hors de la citerne d'un trayon, après quoi la pression diminue pour permettre à une autre quantité de lait de citerne du pis de descendre dans le trayon. En mêmes temps, le lait est éjecté de l'autre trayon, de sorte que les deux trayons sont traits alternativement. Une fois les deux quartiers vidés, le trayeur commence à traire les deux autres, jusqu'à ce que tout le pis soit vide. Le lait est collecté dans des seaux puis versé dans des bidons de 30 à 50 litres au travers d'un filtre pour éliminer les plus grosses impuretés. Ensuite, les bidons sont réfrigérés et stockés à basse température pour attendre le transport à la laiterie (**Cniel,2006**).

3.1.2. Traite Mécanique :

Préparation de la mamelle: Elle consiste en un lavage, un essuyage (qui permettent de nettoyer la mamelle des germes pathogènes et d'altération) et une stimulation de la vache (pour déclencher le réflexe d'éjection du lait hors des acinis permettant d'obtenir le maximum de lait), suivie par l'éjection des 4 premiers jets de chaque mamelon (pour éliminer le lait qui a séjourné longtemps dans le canal du trayon, ce lait est généralement contaminé); puis la pose des faisceaux trayeurs. Vu la courte durée de l'effet de l'ocytocine "6min environ", il est très important de procéder à la pose des gobelets trayeurs immédiatement après la préparation des vaches. Notant que la préparation doit être individuelle et non collective; La surveillance de la traite, afin d'intervenir en cas de besoin (chute du faisceau trayeur, glissement des manchons....) et d'éviter la surtraite qui a des implications très néfastes sur la santé mammaire. L'égouttage des mamelons permet de recueillir les dernières fractions du lait, qui sont les plus riches en matière grasse et peut améliorer la qualité du lait. La dépose des gobelets-trayeurs doit être faite avec délicatesse, dès que l'écoulement du lait est insuffisant. Il faut couper l'arrivée du vide au niveau de la griffe au moyen de la valve, destinée à cet effet, placée sous ou près de la griffe. Ceci permet de rétablir la pression atmosphérique à cet endroit et donc, éviter les entrées d'air brutales et enlever délicatement les manchons-trayeurs. La désinfection des trayons permet d'améliorer et de réduire de 50% les risques d'infection mammaires pendant la lactation. Elle agit sur les bactéries dont le réservoir est la peau du trayon.

3.2. Conservation du lait à la ferme

Le lait doit être conservé immédiatement après la traite à une température inférieure ou égale à 6°C (**AIM du J.O.R.A, N°069,1993**). Elle est appliquée de façon continue depuis la traite à la ferme jusqu'au lieu de transformation, de distribution et de consommation. Cette technique a pour objectif de limiter le développement des flores microbiennes pathogènes et d'accroître la durée de conservation (**Lorient, 2001**).

3.3. Transport à la laiterie:

Le transport du lait froid en vrac doit s'effectuer au moyen de camions-citernes à isolation thermique ou du moins, dans des conditions où la température du lait ne dépasse pas 10°C lorsqu'il arrive à destination (**FAO/OMS; 1970**).

3.4. Réception du lait à la laiterie

Les laiteries sont équipées de station de réception qui prend en charge le lait provenant des exploitations laitières. La première tâche effectuée à la réception est la mesure de la quantité du lait. La quantité est enregistrée et entrée dans le système de pesage que la laiterie utilise

pour peser le lait à l'entrée et le comparer à la sortie. La quantité de lait à l'entrée peut se mesurer en volume ou en poids (FAO, 1995).

3.5. Contrôle à la réception

Les épreuves éliminatoires à la réception sont les suivantes : Le premier contrôle à opérer pour décider si le lait est acceptable ou non consiste à vérifier son odeur. Il doit être fait par un réceptionniste bien entraîné,

aussitôt le couvercle enlevé du bidon. Il permet en général de dépister un début de fermentation et d'autres odeurs anormales.

- Epreuve de précipitation par l'alcool (éthanol à 68%) ;
- Epreuve de l'acidité titrable ;
- Epreuve de l'ébullition ;
- Détermination du pH (FAO/OMS, 1970)

3.6. Traitement thermique

Le lait ne peut être consommé tel quel, sa composition en fait un milieu favorable à la prolifération des microorganismes. Pour le rendre consommable et mieux conservable on le soumet à un traitement thermique qui détruit entièrement ou partiellement sa flore microbienne, le degré de la destruction de cette flore microbienne dépend de la température appliquée au lait et de la durée du traitement thermique (Martin, 2000). Nous ne traiterons dans cette partie que la pasteurisation.

3.6.1. Historique :

C'est à PASTEUR que l'on doit le principe de la méthode de conservation la plus commune qui porte aujourd'hui son nom le 11 avril 1861, il dépose un brevet intitulé

« Procédé relatif à la conservation des vins », il mettra au point la méthode permettant de réduire le niveau de contamination d'un milieu grâce à un chauffage de quelques minutes entre 55°C et 60°C en l'absence d'air (Cisse, 1997). C'est seulement vers 1880 que les Allemands puis les Danois appliquèrent cette méthode au lait. Ils s'aperçurent que la pasteurisation appliquée selon certaines modalités, pouvait permettre également la destruction de germes pathogènes fréquemment présents dans le lait (Veisseyre, 1975). La pasteurisation devint obligatoire en 1920. Depuis, de nombreux autres produits alimentaires sont, eux aussi, pasteurisés : le fromage, le lait, le beurre, le jus de fruit, la bière, les œufs etc. (Cisse, 1997). Depuis cette époque de nombreuses études ont été menées sur le traitement thermique, dans le but d'optimiser les procédés pour allier le mieux possible sécurité et conservation des aliments. De nos jours, on utilise plusieurs procédés, selon le couple temps/température appliqué.

3.6.2. Définition

La pasteurisation est un traitement thermique qui consiste à chauffer le lait jusqu'à une température définie et à la maintenir pendant un temps donné suivi d'un refroidissement brusque, de manière à éliminer un nombre important de micro-organismes et éviter la prolifération de ceux qui restent (**Broutin et al., 2005**).

Trois types de pasteurisation sont distingués : (**Romain et al., 2008**).

- ♣ La basse pasteurisation à 65°C/30 min : utilisée en fromagerie et en laiterie ;
- ♣ La haute pasteurisation à 72°C/15 sec : réservée aux laits de bonne qualité hygiénique ;

- ♣ Flash pasteurisation (85-90°C/1-2 sec) : destinée pour les laits crus de qualité moyenne ;

Le lait pasteurisé est un lait qui a subi un traitement thermique modéré qui détruit plus de 90% de la flore microbienne contenue dans le lait. Il est peut être obtenu à partir de lait naturel provenant d'élevage ou de lait reconstitué (**M'boya et al., 2001**).

La conception des lignes de traitement du lait pasteurisé du commerce varie beaucoup d'un pays à l'autre, et même d'une laiterie à l'autre, en fonction de:

- ♣ La législation et de la réglementation locale;
- ♣ La standardisation éventuelle de la matière grasse qui peut se faire avant, après ou pendant la pasteurisation ;
- ♣ L'homogénéisation peut être totale ou partielle (**Ouldmustapha et al., 2012**).

3.6.3. Fabrication du lait pasteurisé

Avant leur commercialisation, les laits subissent plusieurs traitements physiques : la standardisation pour harmoniser leur composition, l'homogénéisation pour stabiliser la matière grasse et le traitement thermique pour assurer sa conservation (**Vilain, 2010**). Dans le cas du lait pasteurisé préparé avec de la poudre de lait, des opérations supplémentaires sont incluses dans le diagramme de fabrication (**Figure 5**).

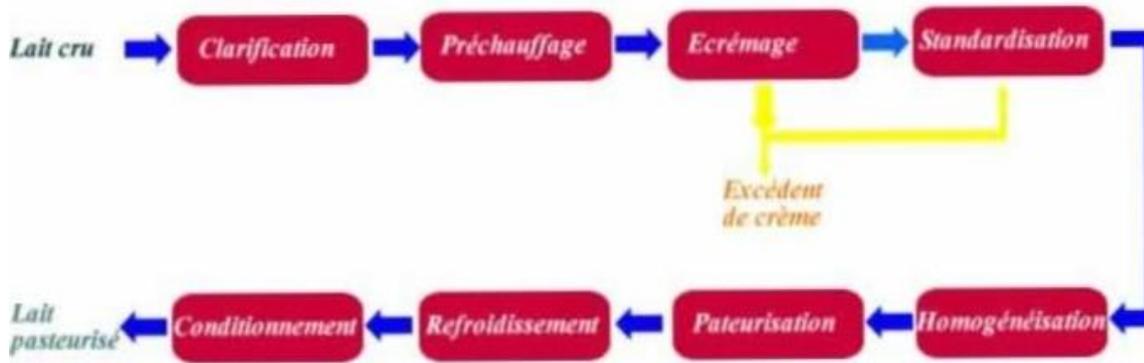


Figure 5 : Diagramme de fabrication du lait pasteurisé (Vilain, 2010)

3.6.4. Effet de la pasteurisation sur la qualité du lait

Les constituants du lait (protéines, matière grasse, lactose, minéraux et vitamines) ne se retrouvent pas entièrement sous forme native selon les traitements appliqués. Les traitements mis en œuvre ne sont jamais inoffensifs (Brule *et al.*, 2008).

Les avantages et les inconvénients de la pasteurisation sont résumés dans le tableau 6.

Tableau 6: Avantages et inconvénients de la pasteurisation (Ivan, 2003).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Traitement thermique doux (70-80C°) pendant 30min; - Destruction des bactéries pathogènes et la plus grande partie de tous les autres germes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Certaines enzymes restent encore actives; -L'aliment qui a subit la pasteurisation ne se conserve que d'une façon limitée et doit se conserver au frais au maximum une semaine avant ouverture et 3 jours après l'ouverture à moins de 7°C; - Perte protéique; - Perte de la valeur nutritionnelle.

3.6.5. Conservation du lait pasteurisé

La durée de conservation du lait pasteurisé dépend de la qualité du lait cru et du contrôle de la contamination post-pasteurisation (Ouldmustapha, 2012).

Le tableau 7 représente les différentes durées de conservation du lait en fonction des différents traitements thermiques appliqués.

Tableau 07 : Durée de conservation du lait en fonction des traitements thermiques
(Vandercammen, 2011)

Type du lait	Types de traitements thermiques	Durée de conservation
Lait crus	Pas de traitement thermique ou de chauffages à plus de 40C°	Il se conserve 48h avant l'ouverture au réfrigérateur
Lait pasteurisé	Chauffé à une température inférieure à 100°C puis refroidi rapidement	Il se conserve 7 jours au réfrigérateur avant son ouverture
Lait UHT (ultra haute température)	Chauffé à une température entre 130 et 150°C pendant 2 à 3 s.	1 à 4 mois à température ambiante

CONCLUSION

Dans le monde en général, et particulièrement en Algérie, dans le domaine de l'agriculture, la filière "lait" demeure l'une des filières les plus sensibles au vu de son importance en tant que produit de première nécessité. Cette filière intéresse plusieurs secteurs de l'économie nationale, parmi lesquels : l'agriculture, l'industrie, le commerce, la santé, la recherche scientifique, et bien d'autres domaines.

Depuis plusieurs années, l'Algérie fait partie des premiers pays importateurs de poudre de lait pour combler le déficit qu'enregistre la filière et pour répondre à la demande de la consommation nationale avec du lait reconstitué.

Le lait est un aliment spécifique dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait 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 (**Villain, 2010**).

La composition des différents laits d'animaux varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce, et son comportement vis-à-vis aux changements des conditions du milieu.

En raison de sa valeur nutritive et énergétique, le lait de vache occupe une place importante dans le ratio alimentaire de l'homme puisqu'il va permettre à l'organisme de disposer de tous les acides aminés essentiels, de satisfaire les besoins en calcium et de disposer de vitamine A.

Dans le but de protéger de la santé de consommateur et d'améliorer la conservation des aliments, la pasteurisation devient obligatoire en 1920. Ce traitement thermique a but d'optimiser les procédés pour allier le mieux possible sécurité et conservation des aliments. De nos jours, plusieurs procédés de pasteurisation peuvent être appliqués, selon le couple temps/température appliqué.

Références bibliographiques

- **Abdelmalek Y, Gibson I, 1952** : Studies on the bacteriology of milk, J, DairyRes 19 - 294.
- **Adrian J., Lunven P. 1969** - les aflatoxines - oléagineux, 24, 31 - 35, 83-86, 155 - 161.
- **AIM du 18/08/1993 du JORA n°69 du 27/10/1993** relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation
- **Alais C, 1975** : Science du lait principal des techniques laitières, 3^{ème} édition, Paris maison rustique
- **Alais C, 1984**. Science du lait. Sepaic, Paris
- **Amellal, R., 1995**. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Allaya M. (ed.). *Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000*. Montpellier : CIHEAM, 1995. p. 229-238. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 14).
- **Amiot, J., Lapointe-Vignola, C. (2002)**. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses intl polytechnique, Québec. 600p
- **Andelot P, 1983** : Le contrôle laitier, facteur d'amélioration technique. Rev Lait franç. 416 : 15-16.
- **Arraba, A., Benjellouns., Hamama, A., Hamimaz, R., Zahar, M., 2001**. Organisation de la filière laitière au Maroc. In : les filières et marchés du lait et dérivés en méditerranée. Option méditerranéennes, Série B, 32 : 4762.
- **Bencharif, A., 2019**. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : les filières et marchés du lait et dernies en méditerranée. Options méditerranéennes, Série B 32/ 25-45.
- **Bessaoud O., Pellissier J.-P., Rolland J.-P., Khechimi W.**. Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. 2019, pp.82. hal-02137632
- **Bitman J, Wood D, Miller H F, Tyrrell, C K Reynolds, H D Baxter, 1996**. Comparaison of milk and bloodlipids in Jersey and Holstein - cowsfed total mixed rations with or without whole cottonseed. J. DairySci. 79(9):1596-602.
- **Boumghar M.Y., 2000**. La filière lait en Algérie : une production largement insuffisante. Agroligne, n°3,8-9
- **Bourbouze, A., Chouchen, A., Eddebbarha., Pluvinage, J., Yakhlef, H., 1989**. Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. Options méditerranéennes, Série séminaires 6 : 247-258.08.
- **Broutin, C., Diedhiou, Y.&Dieng, M. (2005)**. Guide de bonnes pratiques d'hygiène. Edition Groupe de recherche et d'échanges technologiques. Sénégal.
- **Brule, G. (1987)**. Glesmineraux. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière CEPIL-INRA. Paris. 87-98
- **Brulé. G, Jeantel, R., Croguennec, T., Mahaut, M., &Schuck, P. (2008)**. Les produits laitiers. 2ème édition tec & Doc. Lavoisier. Paris.1-19

- **Cayot P, Lorient D, 1998.** Structures et tecno fonctions des protéines du lait. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.
- **Champagne C, Giroux R, Goulet J, 1984.** Science et technologie du lait, 2^{ème} édition fondation de technologie laitière.
- **Cheftel J.C, Cuq J.L Lorient D, 1985 :** Protéines alimentaires. Tech et Doc lavoisier Paris.
- **Cisse Serigne A. (1997).** Contribution à l'étude de la pasteurisation du lait : faisabilité technique et contrôle de la qualité dans la région de Holda. Université de Cheikh Antadiop-Dakar. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire. 143p.
- **CNIEL, (2006).** Manuel de transformation du lait/chapitre 1 p:5.6.7
- **Codex Alimentarius. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp: 1-4.
- **Debry .G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Editions Tec et Doc, Lavoisier, 566 p.
- **Djebbara M., 2008.** Durabilité et politique de l'élevage en Algérie. Le cas du bovin laitier. Colloque international « développement durable des productions animales : enjeux, évaluations et perspective, Alger, 20-21 Avril. 2008.
- **Eigel WN, Buther JE, Ernstrom CA et al, 19m84.** Nomenclature of proteins of cow'smilk: fifthrevision.
- **FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28
- **FAO. (2017).** Le lait et produits laitiers. La composition du lait.
- **FAO/OMS. (1970).** Comité mixte d'expert de l'hygiène du lait. 3ème rapport. Genève
- **Ferrah, A., 2000.** L'élevage bovin laitier en Algérie : problématique, question et hypothèses pour la recherche 3ème JRPA « Conduite et performances d'élevage » TiziOuzou : 40-47.Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches, n° 14, 229-238
- **Fox PF et al, 1987.** Food analysis Abstract « Factorsaffecting the quality of dairyproducts » Departement of dairy and foodchemistryuniversitycollege. Cork. Republic of Ireland.
- **Fredot, E. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
- **Got, R. (1997).** les enzymes du lait. Ann nutr alim. 25 : A291- A311
- **Guenguen, L. (1995).** Apports minéraux par le lait et les produits laitiers. cah, nutrdiet .,3, 213-217
- **Guiraud J, Galzy P, 1980 :** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Collections génie alimentaire Ed l'usine.
- **Hylan et al, 1984.** Principals of dairytechnology .University Mousse. Iraq.
- **Ivan R. (2003)** questions sur le lait. Edition : Agence fédérale pour la sécurité de la chaine alimentaire (Bruxelles): 14 – 15

- **J.O.R.A n°069 du 18 aout 1993.** Section I et section III. PP 16.
- **Jeantet, R. (2007).** Croguennec T., Schuck P. et Brule G. Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
- **Jouve J.L, Rohmen Ph, 1993:** La méthode HACCP : Contexte et principes d'utilisation - C.T- Info n°1.
- **Kabir A., 2015.** Contraintes de la production laitière en Algérie, et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (Constats et perspectives), Thèse de doctorat en microbiologie alimentaire, Université d'Oran 1, 195 pages.
- **Khalidi, Naili., 2001.** Dynamique de la consommation de lait et produits laitiers Tunisie. In: "Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée : état des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche", Options méditerranéennes, série B, n°32, CIHEAM Montpellier, pp. 75-86.
- **Kuzdzal S, 1987.** La matière grasse - Le lait matière première de l'industrie laitière. INRA.
- **Kuzdzal S, Manson W, Moore J, 1980.** The constituents of cow'smilk, International DairyFederation Bull.
- **KuzdzalSavoine S, Mocquot G, 1960 :** Observations sur les qualités organoleptiques du lait. Ann technol. Agric 1,5-52.
- **Lambien S, German A, 1961 :** Précis de Microbiologie. Masson et Cie, Paris.
- **Lankveld JMG, 1995 :** Proteinstandaridizedmilk produits, composition and properties - IDF Brussels 70-85
- **Larpent, J.P. (1990).** Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In la vache laitière. 231- 246, ed INRA publications, route de St- cyr, 78000,versailles.
- **Leclerc H, 1969 :** Microbiologie, Doin, Paris.
- **Lenoir J, 1985 :** Les caséines du lait. RLF, 440 : 17-23
- **Linden G, 1987.** Les enzymes - lait matière première de l'industrie laitière - INRA - Paris.
- **Lorient D. (2001).** Influence des traitements technologiques sur les propriétés nutritionnelles du lait. In : lait, nutrition et santé. Ed. Tec & Doc. PP. 435-453.
- **Luquet, F.M. (1985).** Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre,. 3volumes. Paris, technique et documentation, Lavoisier
- **Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P, 2000 :** Les produits industriels laitiers Edition Tec et Doc Lavoisier – Paris
- **Mahieu, H (1985).** A propos de la teneur des laits individuels et de mélange e, matières minérales et urée. Le lait. 1985, N 561-562, 55-112
- **Mathieu J. (1985).** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-SurForon. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp : 12-210. ISBN : 2-7430-0233-6

- **Mathieu J. (1998).** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-SurForon. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp : 12-210. ISBN : 2-7430-0233-6.
- **Mc Mahon DJ, Brown RJ, 1984 :** Composition, structure and integrity of casein micelles : a review of dairySci 67 : 499.
- **Mkimer-Bengeloune L.. 2013.** Modélisation des barrières non tarifaires et leur impact sur les échanges internationaux : une application aux pays méditerranéens. Economies et finances. Université de Toulon.
- **Neville, M. C., et Jensen, R. G. (1995).**
- **OCDE :** OCDE/Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2019), « Lait et produits laitiers », dans OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028, Éditions OCDE, Paris/Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome
- **OCDE, 2019 :** Perspectives agricoles de L'OCDE et de la FAO 2019-2028 © OCDE/FAO 2019
- **Ould Mustapha, A., N'diyae, D., Ouid Kory, B., (2012).** Etude de la qualité du lait pasteurisé des industries laitières situées à Nouakcote (Mauritanie) Sciences du vivant Biologie. Editions Mersenne: Volume N°4-4706.
- **Peereboom J.W.C 1969,** Modern views on the physical structure of the globules in milk and cream. Fette, SeifenAntstrichmittel, 71 (4),414-322
- **PienJ,1975 :** Physicochimie du lait. Tech lait, 841 : 13-149 844 : 21-23.
- **Plommet M, 1987 :** La traite et les infections de la mamelle Aunnutre Alim. 20, 4357
- **Pointurier H, 2003 :** La gestion matières dans l'industrie laitier Edition Tech et Doc Lavoisier.
- **Ratray W, Gallman P, Jelen P, 1997.** Nutritional, Sersory and physico-chemicalcharacterization of proteinstandardized UHT milk, lait.
- **Srairi M.T., 2008.** Perspective de la durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune de défis futurs : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements
- **Srairi, MT., Ben Salem, M., Bourbouze, A., Elloumi, M., Faye, B., 2007.**Perspectives de durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune des défis futur : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements. Colloque international « Développement durable des productions : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 avril 20 .
- **Vandercammen M. (2011).** quel Lait choisir Crioc centre de recherche et d'information des organisations de consommateurs.pl3.
- **Veisseyre R, 1975.** Technologie du lait 3^{ème} édition, la maison rustique. Paris.
- **Veisseyre, R. (1979).** "Technologie du lait". Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3eme édition. La maison Rustique; Paris. p 697

- **Vignola, C. (2002).** Science et technologie du lait: la fraction de technologie laitière du transformation du lait. Ed école polytechnique de Montréal. 154-175p.
- **Vilain A.-C (2010).** Qu'est-ce que le lait. Revue française d'allergologie 50 (2010) 124– 127.
- **Villain, M., R. Lopez-Fandino, N. Corzo, I. Martínez-Castro, and A. Olano. 1996b.** Effects of continuous-flow microwavetreatment on chemical and microbiological characteristics of milk. Z. Lebensm. Unters. F. A 202:15–18
- **Walstra P, 1990.** On the stability of casein micelles. J. dairySci.
- **Whitney R, Brunner J, Ebner K et al, 1976.** Nomenclature of the proteins of cow's milk: Fourth revision . J. dairySci

Résumé

Cette étude bibliographique a pour objectifs de traiter du lait et de son utilisation. Trois chapitres sont développés. Le premier traite de l'importance du marché du lait dans le monde et en Algérie particulièrement, le second traite des caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles du lait en tant que matière première, et le troisième chapitre retrace les différentes étapes et les traitements que subit le lait de la ferme à la pasteurisation

Mots clés : Lait, Pasteurisation, Laiterie.

Abstract

This bibliographical study aims to deal with milk and its use. Three chapters are developed. The first one deals with the importance of the milk market in the world and in Algeria in particular, the second one deals with the physico-chemical and nutritional characteristics of milk as a raw material, and the third chapter traces the various stages and treatments that milk undergoes from the farm to pasteurization

Key words : Milk, Pasteurization, Dairy.

ملخص

أهداف هذه الدراسة هي معالجة الحليب واستخدامه. تم تطوير ثلاثة فصول. يتناول الأول أهمية سوق الحليب في العالم وفي الجزائر على وجه الخصوص ، ويتناول الثاني الخصائص الفيزيائية والكيميائية والقيمة الغذائية للحليب كمادة خام ، ويتتبع الفصل الثالث المراحل والمعالجات المختلفة التي يخضع لها الحليب من من المزرعة إلى البسترة

الكلمات المفتاحية: حليب ، بسترة ، ألبان.