



République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR –KHENCHELA-

*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*

*Département des Sciences de la Nature et de la Vie*



## MEMOIRE

Présenté Pour l'obtention du Diplôme de  
**MASTER**

**FILIERE** : Biologie Moléculaire et Cellulaire  
**OPTION** : Microbiologie

### Thème

# Etude des caractéristiques physico-chimiques, et microbiologiques du lait de chèvre cru

**Présenté par :**

REGHIS Amiret el Khouloud

**Encadré par :**

Dr. BOUFENNARA Souhil

**Soutenu le :** 13/06/2015

**Jury de soutenance**

**Président :** Dr. BOUAAZA LYES

**Rapporteur :** Dr. BOUFENNARA Souhil

**Examineur :** M<sup>elle</sup> LEULMI Nassima

MCB Université Abess Laghrou- Khenchela-

MCB Université Abess Laghrou- Khenchela-

MAA Université Abess Laghrou- Khenchela-

Promotion : Juin-2015

## REMERCIEMENT

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de m' avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous' avoir permis de finaliser se travail dans de meilleurs conditions*

*Je tien à remercier mon encadreur Monsieur BOUFENNARA Souhil, Maître de conférence B à l'Université Khenchela, pour l'honneur qu'il m'a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail*

*je tien également à présenter mon plus vifs remerciements à Monsieur BOUAAZA Lyes Maitre conférence B de l'Université Khenchela et Mademoiselle LEULMI Nassima Maitre assistant A pour l'honneur qu'ils mon fait en acceptant d'examiner ce travail.*

*A monsieur BOUSSAA, monsieur LAIDI et madame CHORFI pour leur aide.*

*Enfin, nous remercions, tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

## DEDICASE

*Toute m'a gratitude, mon amour et ma reconnaissance à  
mes*

*parents, le rayon de soleil auquel je m'accroche tous les  
jours,*

*A ma grande mère amour inconditionnel et pour m'avoir  
toujours encourage à  
continue mes études.*

*A tous mes amis, Sabrina, Roumeila, Radja, Hassiba  
Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à  
venir,*

*Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires  
partagés*

*A toute ma famille surtout Mounira, Naziha, Fahima,  
Nadjet, Amina ...*

## Liste des abréviations

---

pH	Potentiel hydrogène
D°	Dornic
°C	Celcus
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
g	Gramme
kg	kilogramme
l	Litre
ml	Millilitre
BSA	Bovin serum albumin
FAMT	flore aérobie mésophile totale
GN	Gélose nutritive
MRS	Man Rogosa et Sharpe

## Liste des tableaux

Tableau 01: Composants de lait de différents espèces.....	7
Tableau 02: Composition moyenne du lait en éléments minéraux dans le lait de chèvre et le lait de vache.....	8
Tableau 03 : Propriétés des principaux nutriments du lait.....	10
Tableau 04 : Comparaison des caractéristiques physico-chimiques de lait de chèvre avec celles de lait de vache.....	16
Tableau 05 : Les principaux constituants du lait de chèvre en comparaison avec ceux du lait de vache .....	16
Tableau 06: Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre en comparaison avec celles du lait de vache.....	17
Tableau 07 : Teneurs en minéraux et en oligo-éléments des laits de la chèvre et de la vache en mg/l.....	19
Tableau 08: Composition vitaminique du lait de chèvre et de vache en mg/l.....	20
Tableau 09 : Production du lait de chèvre.....	23
Tableau 10 : Evolution de la production laitière en Algérie en million de tonnes...	23
Tableau 11: Analyses physico-chimiques et biochimiques des échantillons de lait de chèvre cru.....	37

## Liste des figures

---

Figure 01: courbe étalon pour le dosage des protéines par la méthode de LOWRY et <i>al.</i> (1951) avec comme étalon la BSA.....	27
Figure 02 : Préparation des suspensions de dilution.....	28
Figure 03 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile.....	29
Figure 04 : Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	31
Figure 05 : Recherche des germes pathogènes <i>Staphylococcus aureus</i> .....	33
Figure 06 : Recherche des Clostridiuims sulfato-réducteurs.....	34
Figure 07 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	36

## Liste des photographies

---

Photographie 01: chèvre <i>Arbia sahraia</i> .....	24
Photographie 02 : Résultat du dénombrement de la flore totale aérobie mésophiles. ....	41
Photographie 03 : Résultat de recherche et dénombrement des bactéries lactiques.....	42
Photographie 04 : Résultat de recherche et dénombrement des coliformes.....	42
Photographie 05 : Recherche de <i>Clostridium</i> sulfite réducteur.....	44

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>I.Synthèse bibliographique</b>	
<b>I.Généralité sur le lait</b> .....	3
1.Définition.....	3
2.Composition et caractéristiques physico-chimiques du lait.....	3
2.1.Caractéristiques physico-chimiques.....	3
2.1.1Aspect .....	3
2.1.2.Densité.....	3
2.1.3.Acidité.....	3
2.1.4.Poit de congélation.....	4
2.1.5.Point d'ébullition.....	4
2.2.Composition chimique du lait.....	4
2.2.1 Eau.....	4
2.2.2. Matière grasse.....	5
2.2.3. Matière azotée.....	5
A. Les protéines.....	5
B.Azote non protéique .....	6
2.2.4. Glucides .....	6
2.2.5. Matière minérale.....	7
2.2.6. Enzymes.....	8
2.2.7. Vitamines .....	8
3. Valeur nutritive du lait.....	9
4. Nutriment importants du lait.....	9
5. Microbiologie du lait.....	11
5.1. Flore microbienne du lait .....	11
5.1.1. Flore originelle .....	11
5.1.2. Flore de contamination.....	11
5.2. Bactéries lactiques.....	13
5.2.1. Les lactobacilles.....	13
5.2.2. Les streptocoques lactiques .....	14
<b>II. lait de chèvre</b>	
1. Définition.....	15
2. Critères organoleptiques .....	15
3. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre.....	15
4. Principaux constituants du lait de chèvre.....	16
4.1. Eau.....	17
4.2. Protéines .....	17
4.3. Matière grasse.....	18
4.4. Glucides.....	18
4.6. Vitamines.....	19
5. Rôle des composants du lait de chèvre.....	20
5.1. Matière grasse.....	20
5.2. Lactose.....	20
5.3. Vitamines .....	20
6. Qualité du lait de chèvre.....	21
6.1. Qualité nutritionnelle et sanitaire.....	21
6.2. Valeur nutritive .....	22
6.3. Qualité microbiologique .....	22
7. Production laitière.....	23

## Sommaire

7.1. Dans le monde.....	23
7.2. En Algérie.....	23
<b>II. Matériel et méthodes</b>	24
2.1. Échantillons de lait.....	24
2.2. Matériels.....	24
2.3. Méthode d'analyse.....	24
2.3.1. Collecte du lait.....	25
2.3.2. Analyse physico-chimique.....	25
2.3.2.1. Détermination de pH.....	25
2.3.2.2. Détermination de l'acidité.....	25
2.3.2.3. Détermination de la densité.....	25
2.3.2.4. Détermination de la matière sèche.....	25
2.3.3. Analyse biochimique.....	26
2.3.3.1. Détermination de la teneur en matière grasse.....	26
2.3.3.2. Dosage des protéines par la méthode de Lowry (1951).....	26
2.3.3.3. Détermination de la teneur en lactose.....	27
2.3.4. Analyse microbiologique.....	29
2.3.4.1. Dénombrement de la flore aérobique mésophile.....	29
2.3.4.2. Flore lactique.....	30
2.3.4.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	30
2.3.4.4. Dénombrement des germes pathogènes.....	31
a. Salmonelles.....	31
b. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	32
c. Clostridiiums sulfito-réducteurs.....	35
d. Streptocoques fécaux.....	35
<b>III. Résultats et discussion</b>	
3.1. Qualité physico-chimique et biochimique.....	37
3.1.1. Mesure du pH.....	37
3.1.2. Acidité titrable.....	38
3.1.3. Extrait sec total.....	38
3.1.4. La matière grasse.....	38
3.1.5. Teneur en lactose.....	39
3.1.6. Teneur en protéines totale.....	39
3.1.7. La densité.....	40
3.2. Qualité microbiologiques.....	40
3.2.1. La flore mésophile aérobique totale.....	40
3.2.2. Flore lactique.....	41
3.2.3. Coliforme totaux et fécaux.....	43
3.2.4. Flore pathogène.....	43
a. Salmonella.....	43
b. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	43
c. Streptocoques fécaux.....	44
d. <i>Clostridium</i> sulfito réducteur.....	44
<b>Conclusion</b> .....	46
<b>Annexs</b>	
<b>Références bibliographique</b>	

# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Le lait est un aliment biologique doté d'une richesse exceptionnelle. Il est à la fois produit d'élevage, produit de transformation et de consommation offert sous des aspects extrêmement variés et diversifiés.

De tous les aliments, le lait est de loin l'aliment idéal et le plus complet. Seul, il peut couvrir tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie car il contient principalement tous les éléments nécessaires à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme humain, en particulier les glucides, les lipides, les protéines, les vitamines et le calcium (**Jeantet et al., 2008**).

Cette richesse et cette diversité de constituants font donc du lait sous toutes ses formes, d'une part, un des éléments de base d'un régime alimentaire équilibré et d'autre part, le lait constitue un excellent milieu pour le développement des micro-organismes, en particulier les bactéries lactiques (**Vignola, 2002 et Guiraud, 2003**).

Pour toutes ces qualités nutritionnelles, les besoins en cette matière ne cessent de s'accroître dans le monde alors que la production mondiale du lait n'arrive pas à suivre cette tendance. Ainsi au cours de ces derniers vingt cinq ans, la consommation en lait de la population mondiale a augmenté de 32% tandis que la production par habitant a reculé de 9% (**FAO, 1995**). Il est à noter que la production mondiale de milliard de tonne/an ne permette pas de couvrir les besoins estimés à plus de 3 milliard de litre /an.

Dans ces rapports le lait de vache occupe la plus grande proportion (environ de 80%), le reste est constitué de lait de bufflonne, de chèvre, de brebis et chamelle.

Cette situation de déficit en lait produit est encore accentuée quand on s'intéresse de près au cas de notre pays, considéré à juste titre comme le premier consommateur Maghrébin de lait (100 litre/an/habitat). Aussi, la contribution d'autres espèces laitières (chèvre, brebis, chamelle) ne couvrent qu'environ 10% de besoins nationaux et qui sont comblés que par le recours chaque année à l'importation massive de poudre de lait (250000 t/an) (**FAO, 1995**).

Cependant, la production mondiale de lait de chèvre, évaluée à 7,2 millions de tonnes par an, a enregistré une augmentation significative ces dernières années (**Touhami, 1997**).

Selon **Haddadou(2001)**, le cheptel caprin algérien est constitué principalement de races locales (Arabe, Kabyle, M'Zab).

Ces espèces sont plus adaptées aux conditions climatiques de l'Algérie et leur alimentation est moins coûteuse que celle des bovins, ce qui permettrait de réduire la facture des importations. Ces dernières années, selon les statistiques du ministère de l'agriculture et du développement rural (**2005**), l'élevage caprin a augmenté de 3.400.000 en 1999 à 3.626.268 en 2005. De ce fait, la production caprine est appelée à connaître une importance économique considérable dans un proche avenir.

Dans le présent travail, nous sommes intéressés à l'étude de quelques caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait de chèvre.

# I. Synthèse bibliographique

## 1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini au cours du congrès de la répression des fraudes à Genève : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de « colostrum », le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (**Bourgeois et al., 1996**).

## 2. Composition et caractéristiques physico-chimiques du lait

Le lait est une émulsion de matière grasse sous forme globulaire dans un liquide qui présente des analogies avec le plasma sanguin, de ce fait que ce liquide est une suspension de matière protéique dans un sérum (solution de lactose et de sels minéraux) (**Alais et al., 1987**).

### 2.1. Caractéristiques physico-chimiques

#### 2.1.1. Aspect

Le lait est un liquide blanc et opaque ; il est deux fois plus visqueux que l'eau, sa saveur est légèrement sucrée et son odeur peu accentuée. Sa couleur est plus ou moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse, en  $\beta$ -carotène, goût variable agréable et douceâtre selon les espèces animales (**Veisseyre, 1979**).

#### 2.1.2. Densité

La densité du lait est également liée à sa richesse en matière sèche.

Un lait pauvre en matière sèche aura une densité faible ; il faut cependant nuancer cette remarque, car le lait contient de la matière grasse de densité inférieure à 1 (0,93 à 20°C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue et, qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée. L'appréciation précise de cette propriété se fait par la détermination de la masse volumique (**AFNOR, 1980**).

#### 2.1.3. Acidité

Le pH du lait est souvent de 6,6, il a une tendance légèrement acide, il dépend de l'action des bactéries lactiques qui sont responsables de l'acidité de celui-ci.

L'acidité du lait dûe principalement à la présence de protéines surtout les caséines et la lactalbumine, des substances minérales telles que les phosphates et le CO<sub>2</sub> et les acides organiques le plus souvent l'acide citrique.

L'acidité apparente (naturelle) varie entre 13°D et 17°D d'équivalent d'acide lactique (**Vignola, 2002**).

#### **2.1.4. Point de congélation**

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau, puisque la présence des solides solubilisés abaisse le point de congélation, il peut varier de -0,53 à -0,575°C avec une moyenne de -0,555°C, un point de congélation supérieur à -0,530 °C permet de soupçonner une addition d'eau au lait, on vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'une cryoscopie (**Vignola, 2002**).

#### **2.1.5. Point d'ébullition**

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés, il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C.

Cette propriété physique diminue avec la pression, on applique ce principe dans le procédé de concentration du lait (**Amoit et al., 2002**).

Selon **Luquet (1985)**, le lait est caractérisé par les caractéristiques physico-chimiques spécifiques qui sont :

- La densité 1,028 à 1,036
- Acidité titrable 15 à 18°D
- pH (20°C) 6,5 à 6,7
- Température de congélation -0,51 à -0,55°C

## **2.2. Composition chimique du lait**

### **2.2.1. Eau**

L'eau est le constituant le plus important du lait en proportion. L'eau forme un arrangement hexagonal précis lorsqu'elle atteint son point de congélation, cet arrangement fait augmenter le volume de l'eau et diminuer sa masse volumique, cette caractéristique est importante lors de la fabrication des produits laitiers glacés qui peut entraîner la formation des cristaux de glace (**Vignola, 2002**).

### 2.2.2. Matière grasse

Les lipides ou matière grasse sont présents dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras d'environ 1,5 à 20 microns de diamètre (**Bouvier, 1993**), la matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de  $\beta$ -carotène (**Vignola, 2002**).

La matière grasse du lait de vache (Tableau 01) représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait, elle représente une source de vitamines A, D et E (**Jeantet et al., 2008**).

### 2.2.3. Matière azotée

On distingue les protéines et les matières azotées non protéiques qui représentent successivement 95% et 5% de l'azote total du lait. L'augmentation de la teneur en protéine du lait est proportionnelle à une meilleure transformation technologique (**Karouche, 1994**).

#### A. Les protéines

Les protéines du lait se répartissent en deux catégories : les protéines du sérum et les caséines.

- **Les caséines**

Les caséines représentent 78% des protéines totales du lait (Tableau 01), et jouent un rôle essentiel dans les industries fromagères, le reste de la fraction protéique est de 17%, elle regroupe les albumines (13%), les globulines (2%) et les protéines mineures (2%) (**Karouche, 1994**).

Les caséines ont une teneur de 27g/l ; elles se représentent sous forme micellaire de phosphocasinat de calcium et elles sont facilement dégradées par toutes enzymes protéolytiques.

Les micelles de caséine sont constituées de 92% de protéines et de 8% de minéraux. Les quatre principales protéines contenues dans les micelles sont les caséines  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$  et  $\kappa$ , il existe également une  $\gamma$ -caséine qui est formée par l'hydrolyse de la  $\beta$ -caséine (**Vignola, 2002**).

- **Les protéines de sérum**

Les protéines du sérum représentent 20% des protéines totales. Les deux principales sont la  $\beta$ -lactoglobuline et l' $\alpha$ -lactalbumine, les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, la sérum albumine, et la lactoferrine. En plus, différents enzymes sont présents dans le sérum (**Vignola, 2002**).

**B. Azote non protéique**

Il représente en moyenne 5 % de l'azote total du lait et se présente sous forme de :

- urée,
- créatine, créatinine,
- ammoniaque,
- acides aminés libres,
- vitamines,
- nucléotides (**Luquet, 1986**).

**2.2.4. Glucides**

Le lactose est le glucide ou l'hydrate de carbone le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux (**Vignola, 2002**), c'est un disaccharide constitué d'une molécule de galactose et d'une molécule de glucose (**Debry, 2001**), il est le constituant majeur de la matière sèche du lait, sa teneur s'élève, en moyenne, à 50 g par litre de lait. D'autres sucres sont également présents mais seulement à l'état de traces (**Veisseyre, 1979**).

Le lactose, a surtout un rôle énergétique et représente environ 30% de la valeur calorique du lait.

D'après **Luquet (1985)**, toute action bactérienne sur le lactose aboutit, soit à un abaissement du pH indispensable dans la fabrication des fromages frais et le lait fermenté, soit à une acidification pour la fabrication fromagère affinée.

- **Intérêt nutritionnel du lactose**

Le lactose, en plus de son rôle énergétique aide à l'absorption du calcium et des matières azotées, il agit aussi en favorisant la colonisation du système digestif et la croissance de bactéries lactiques bénéfiques qui s'opposent à son envahissement par des bactéries anaérobies et putréfiantes (**Vignola, 2002** et **Luquet, 1986**).

L'intolérance au lactose peut survenir chez certaines personnes à cause d'un déficit en production de lactase qui peut être congénital ou acquis au cours de la vie (**Jeantet et al., 2008**).

**Tableau 01: Composants de lait de différents espèces (Alais, 1984; Amiot et al., 2002).**

Eléments en g/l	Chèvre	Vache
<b>Eau</b>	900	900-910
<b>Extrait sec totale (EST)</b>	140	125-135
<b>Matière grasse</b>	45-50	35-45
<b>Matière protéique</b>	35-40	30-36
<b>Caséine</b>	30-35	27-30
<b>Protéine soluble</b>	6-8	4-5
<b>Lactose</b>	40-45	40-50

### 2.2.5. Matière minérale

Appelée aussi taux de cendre. Elle est déterminée par incinération à 550°C (**Alias, 1975**).

Les minéraux, entièrement apportés par notre alimentation, ont un rôle structural et fonctionnel. Ils sont souvent impliqués dans des mécanismes physiologiques (régulation nerveuse ou enzymatique, contraction musculaire, etc. ...). (**Jeantet et al., 2008**).

La quantité des minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,60 à 0,90%. Ils prennent plusieurs formes, ce sont le plus souvent des sels, des bases et des acides (**Vignola, 2002**).

Les principaux minéraux du lait sont le potassium, le calcium, le chlore, le phosphore, le magnésium et le sodium. On note également la présence des oligo-éléments tels que le zinc, le fer, le cuivre, l'iode, le molybdène, le fluor, le sélénium, l'aluminium et le manganèse (Tableau 02) (**Alias, 1975, FAO, 1995**).

Les minéraux les plus importants du lait, le calcium (Ca), le phosphore (P) et le magnésium (Mg), sont aussi les trois principaux constituants minéraux des os (**Jeantet et al., 2008**).

**Tableau 02: Composition moyenne du lait en éléments minéraux dans le lait de chèvre et le lait de vache (Gueguen *et al.*, 1996).**

Composants mg/l	Chèvre	Vache
Calcium	1260	1200
Phosphore	970	920
Potassium	1900	1500
Sodium	380	450
Chlore	1600	1100
Magnésium	130	110

### 2.2.6. Enzymes

Les enzymes sont définis par **Luquet (1985)** comme étant des substances de nature protéique, qui agissent comme catalyseurs dans les réactions biochimiques.

D'après **Veisseyre (1979)**, il n'est pas facile de séparer les enzymes naturelles du lait de celles qui sont sécrétées par les microorganismes.

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases(ou oxydases) et les oxygénases (**Vignola, 2002**).

### 2.2.7. Vitamines

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

Le lait est une bonne source de plusieurs vitamines hydrosolubles, dont la plupart des vitamines du groupe B.

Le lait contient également, des quantités significatives de vitamines liposolubles, dont les vitamines A et D. La vitamine A du lait se trouve sous forme de caroténoïdes (**Vignola, 2002**).

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles du groupe B et vitamine C de la phase aqueuse du lait.

- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres sont à sa périphérie (**Debry, 2001**).

### **3. Valeur nutritive du lait**

Le lait et les œufs sont les seuls aliments complets connus à l'état naturel du fait qu'ils contiennent des quantités significatives de 55 nutriments essentiels à la vie, en regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments, on le considère donc comme un aliment de forte densité nutritionnelle, le lait n'est cependant pas un aliment parfait, car son contenu en certains nutriments, dont le fer et la vitamine D, demeure relativement faible.

Ces recommandations reposent surtout sur le fait que le lait et les produits laitiers constituent une bonne et même une excellente source de certains nutriments qui se retrouvent en concentration élevée dans ces aliments (**Vignola, 2002**).

Le lait et les produits laitiers sont d'excellentes sources de protéines, quantitativement et qualitativement.

Ils contiennent en effet près de 25% des matières solides du lait et peuvent donc combler les besoins quotidiens en protéines qui sont de plus de 2g/kg de poids chez le très jeune enfant et qui diminuent jusqu'à environ le quart de cette valeur chez l'adulte.

La valeur nutritionnelle des protéines du lait est très bonne et supérieure à celle des protéines d'origine végétale ou microbienne (**Amiot *et al.*, 2002**).

### **4. Nutriments importants du lait**

Le tableau (03) représente en résumé les principales fonctions biochimiques et physiologiques des nutriments majeurs du lait notamment le calcium, les vitamines, les protéines et les acides aminés ainsi que leur relation avec la santé. Cette présentation n'indique pas tous les nutriments.

**Tableau 03 : Propriétés des principaux nutriments du lait (Vignola, 2002).**

Nutriment	Fonction	Bienfaits pour la santé
<b>Minéraux</b>		
<b>Calcium</b>	Formation de l'os, Contraction musculaire, Coagulation du sang, Régulation d'enzymes	Prévention de l'ostéoporose et de fractures, de l'hypertension artérielle, du cancer du colon
<b>Phosphore</b>	Métabolisme énergétique (ATP), Coenzyme NADP, phospholipides des membranes cellulaires.	Développement et maintien de la masse osseuse.
<b>Magnésium</b>	Cofacteur dans plus de 300 réactions métaboliques, transmission de l'influx nerveux,	Prévention de troubles du système nerveux : convulsions, hallucinations.
<b>Potassium</b>	Contrôle de la contraction musculaire. Equilibre des échanges cellulaires (avec Na)	Maintien de la force musculaire. Prévention de l'hypertension artérielle.
<b>Zinc</b>	Constituant de l'insuline et de plus de 200 enzymes engagés dans la croissance, la cicatrisation, l'immunité.	Croissance, puberté et appétit normaux, Défense contre les infections.
<b>Vitamines</b>		
<b>Riboflavine</b>	Coenzymes FAD et FMN du métabolisme énergétique.	Protection des muqueuses et de la peau. Vision normale.
<b>Vit. B12</b>	Cofacteur dans la synthèse des acides nucléiques (avec folate)	Prévention de l'anémie pernicieuse.
<b>Biotine</b>	Cofacteur de réactions de carboxylation-décarboxylation.	Activité cardiaque et appétit normaux.
<b>Pantothénate</b>	Coenzyme A du métabolisme énergétique et de la synthèse des constituants lipidiques.	Prévention de l'insomnie et de la fatigue.
<b>Niacine</b>	Cofacteur NAD du métabolisme énergétique et de synthèse des acides gras.	Prévention contre la pellagre (dermatite, démence, diarrhée).
<b>Vit. A</b>	Constituant d'un pigment visuel de la rétine. Développement des os, des dents, de la peau	Prévention contre la cécité, les infections, le dessèchement de la peau et des yeux.
<b>Vit. D</b>	Facteur favorisant le système actif d'absorption intestinale du calcium.	Prévention de problèmes de développement osseux.
<b>Pyridoxine</b>	Cofacteur de réactions de synthèse et de modification d'acides aminés.	Prévention de convulsions (déficit en sérotonine) et dermatite.
<b>Thiamine</b>	Coenzyme de réactions du métabolisme des glucides.	Prévention du béribéri (déficit mental, cardiaque, musculaire).
<b>Protéines</b>		
<b>Ileu, Leu</b>		
<b>Lys, Met</b>	Source d'acides aminés essentiels à la synthèse des protéines des parois cellulaires, fibres musculaires, enzymes et hormones.	Prévention contre les retards de croissance. Et défense contre les infections.
<b>Thr, Trp</b>		
<b>Phe, Val</b>		

## 5. Microbiologie du lait

Le lait est, de par sa composition, un aliment de choix, il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau, son pH est de 6,6. Il va être un substrat très favorable au développement des micro-organismes (**Guiraud et Galzy, 1980**).

### 5.1. Flore microbienne du lait

On répartit les micro-organismes du lait selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminante (**Vignola, 2002**).

#### 5.1.1. Flore originelle

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de  $10^3$  germes /ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et aussi streptocoques lactique (*lactococcus*) et lactobacilles. Le lait cru est de très courte durée (1 heure environ) (**Guiraud et Galzy, 1980 ; Guiraud, 2003**).

La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, ces micro-organismes 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 micro-organismes mésophiles (**Amoït et al., 2002**).

Les germes banaux du pis ne présentent pas de danger sanitaire mais peuvent se développer abondamment dans le lait (**Guiraud et Galzy, 1980 ; Guiraud, 2003**).

#### 5.1.2. Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des micro-organismes 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 de contamination d'altération et pathogène du lait

l'ensemble des micro-organismes qui s'ajoutent au lait extrait du pis de la vache (**Carol et Vignola, 2002**).

Ces microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade : ils sont généralement pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infection du pis (*streptocoques pyogènes, corynebactéries pyogènes, staphylocoques*).

Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en absence d'anomalies du pis (*brucella* (agent de fièvre de malt), exceptionnellement *mycobacterium* (agent de la tuberculose), *bacillus anthracis* (agent du charbon), *oxilla burnetti* (agent de la fièvre Q.) et quelque virus) (**Guiraud, 1998**).

Les principaux micro-organismes pathogènes associés aux produits laitiers sont *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *yersinia enterocolitica* (**Vignola, 2002**).

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens d'origines divers :

- Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, clostridium, éventuellement entérobactéries pathogènes (*salmonella, shigella, yersinia*)...etc.
- Sol : streptomyces, *listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques, etc....
- Litière et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, *clostridium butyriques* (*ensilages*).
- Air et eau : flores diverses dont *pseudomonas*, bactéries sporulées, etc.
- Equipement de traite et de stockage du lait : microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus, lactococcus, Enterococcus, leuconostoc*, etc. Cette flore est souvent spécifique d'une usine.
- Manipulateurs : staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes provenant d'expectoration, de contamination fécale, etc.
- Vecteurs divers (insectes en particulier) : flore de contamination fécale.

Parmi ces microorganismes, il en est d'inoffensifs, d'autres dangereux du point de vue sanitaire, d'autres capables d'entraîner la détérioration du lait (**Guiraud, 2003**).

## 5.2. Bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes (**Dellaglio et al., 1994**), ce sont des bactéries gram (+), cocci ou des bâtonnets, catalase(-), mais peuvent avoir des pseudos catalases, en général aérotolérantes.

Cependant certaines espèces anaérobies strictes (habitent le tube digestif des animaux), elles synthétisent leur ATP grâce à la fermentation lactique des glucides. L'acide lactique est parfois le seul produit terminal (homofermentation). Parfois à l'acide lactique s'ajoutent de l'éthanol, de l'acétate et du CO<sub>2</sub> (hétérofermentation), (**Bourgeois et al., 1988**).

Les bactéries lactiques sont traditionnellement employées en industrie laitière dans le but de conserver le lait sous une forme quelconque (yaourt, fromage), ou pour développer des saveurs ou des textures typiques aux produits fermentés.

Toutefois, on ajoute maintenant aux laits fermentés des cultures non pas pour leur rôle technologique, mais plutôt leurs effets sur la santé (**Vignola ,2002**).

Les bactéries lactiques peuvent être considérées comme des probiotiques. Les probiotiques pouvaient également jouer un rôle dans le traitement des diarrhées chroniques inflammatoires ainsi que dans la prévention des infections respiratoires et des maladies allergiques (**FAO ,2004**).

Ils font partie des groupe des bactéries lactiques qui inclut les agents des fermentations produisant de l'acide lactique, bacilles (lactobacillaceae) et coques (streptococcaceae) (**Guiraud ,2003**).

### 5.2.1. Les lactobacilles

Les lactobacilles est le genre principal de la famille des lactobacillaceae (**Guiraud ,2003**).

Les lactobacilles sont des bactéries gram(+), phéomorphes, asporogènes, immobiles en général cytochrome et catalase (+), pour la plupart aérotolérantes (**Larpent, 1988**).

### 5.2.2. Les streptocoques lactiques

La famille des streptococcaceae regroupe :

*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Entérocooccus*, (ces trois genres étant anciennement regroupés en un genre unique streptococcies) *Leuconostoc* et *Pediococcus*. il s'agit de coques gram(+) sporulés, immobiles, généralement groupés en paires et surtout en chaînes de longueur variable. Ils sont catalase (-) (**Guiraud ,2003**).

## 1. Définition

Le lait de chèvre est un liquide blanc mat, contrairement au lait de vache, il ne contient pas de carotène. Il est propre, sans grumeaux, a une odeur assez neutre, parfois dite caprique, de saveur douceâtre, agréable, plutôt neutre par contre après stockage au froid, il acquiert une saveur caractéristique de caprin (**Luquet, 1985**).

## 2. Critères organoleptiques

Selon **Luquet (1985)**, les critères organoleptiques du lait de chèvre sont :

**-Couleur** : blanc mat, contrairement au lait de vache, le lait de chèvre ne contient pas de  $\beta$  carotène, aussi le beurre de chèvre a-t-il une couleur blanche ;

**-Odeur** : fraîchement traité, le lait de chèvre a une odeur assez neutre ; parfois en fin de lactation, il a une odeur dite caprique ;

**-Saveur** : douceâtre, agréable, particulière au lait. Le lait de chèvre fraîchement traité possède une saveur plutôt neutre ; par contre, après stockage au froid, il acquiert une saveur caractéristique.

**-Aspect** : propre, sans grumeaux.

## 3. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre

Les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre varient sensiblement selon les espèces, les saisons, le stade physiologique et le type d'alimentation. Elles varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite (**Luquet, 1985** et **FAO, 1998**).

Les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre sont presque les mêmes que celles du lait de vache à l'exception de la tension superficielle et la conductivité électrique qui sont très élevées par rapport au lait de vache (Tableau 04) (**FAO, 1998**).

**Tableau 04 : Comparaison des caractéristiques physico-chimiques de lait de chèvre avec celles de lait de vache (Luquet, 1985 et FAO, 1998).**

Type du lait	Chèvre	Vache
<b>Caractères</b>		
<b>Energie (Kcal/l)</b>	600à750	705
<b>Densité du lait entier à 20°C</b>	1,027 à 1,035	1,028 à 1,033
<b>Point de congélation (°C)</b>	-0,550 à -0,583	-0,520 à -0,550
<b>pH à 20°C</b>	6,45 à 6,66	6,60 à 6,80
<b>Acidité titrable (°Dornic)</b>	14 à 18	15 à 17

#### 4. Principaux constituants du lait de chèvre

Comme tous les laits, le lait de chèvre renferme les différents composants : eau, protéines, lactose, matières grasses, sels minéraux, oligo-éléments et vitamines en quantités plus ou moins différentes de celles du lait de vache (Tableau 05) (FAO, 1995).

**Tableau 05 : Les principaux constituants du lait de chèvre en comparaison avec ceux du lait de vache (FAO, 1995).**

Type du lait	Chèvre	Vache
<b>Constituants</b>		
<b>Eau (%)</b>	87,0	87,6
<b>Extrait sec total (g/l)</b>	149,0	87,0 à 94,0
<b>Protéines total (g/l)</b>	37,0	32,0 à 38,0
<b>Caséines (g/l)</b>	24,0	26,0
<b>Lactose (g/l)</b>	48,0	48,0 à 49,0
<b>Matière grasse totale (g/l)</b>	41,0	29,0 à 54

#### 4.1. Eau

C'est l'élément le plus important de point de vue quantitatif, son taux légèrement inférieur à celui du lait de vache (Desjeux, 1993).

#### 4.2. Protéines

Les protéines du lait les plus importantes sont les caséines, qui représentent la partie majeure des protéines. Le lait de chèvre contient plus de protéines solubles que le lait de vache (de 10 à 20% contre 1% pour le lait de vache). Comme chez la vache, la  $\beta$ -lactoglobuline constitue la protéine majeure du lactosérum du lait de chèvre (Mahe *et al.*, 1993).

La composition en acides aminés de  $\beta$ -lactoglobuline et  $\alpha$ -lactalbumine du lait de chèvre est très proche de celle du lait de vache. Enfin, dans le lait de chèvre, la fraction d'azote non protéique (en particulier l'urée) représente une proportion plus élevée que dans le lait de vache (Tableau 06) (Masle et Morgan, 2001).

**Tableau 06: Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre en comparaison avec celles du lait de vache (FAO, 1990).**

Protéine	Chèvre	Vache
$\alpha$ -Lactalbumine	2.0	1.5
$\beta$ -Lactoglobuline	4.4	2.7
Albumine sérique	0.6	0.3
Immunoglobulines	0.5	0.7
Protéose-peptone	0.6	0.8
<b>Total des protéines solubles</b>	<b>8.10</b>	<b>6.0</b>
Caséine $\alpha$ -s	/	12
Caséine $\beta$	/	9.0
Caséine K	/	3.5
Caséine $\gamma$	/	1.5
<b>Total de caséines</b>	<b>24</b>	<b>26</b>
<b>Protéines totaux</b>	<b>34.1</b>	<b>32.0</b>

/ : Signifie que les données font défaut ou sont sujettes à caution.

### 4.3. Matière grasse

Dans les produits laitiers, les matières grasses jouent un rôle important et contribuent à leur saveur (**Petransxiene et Lapied, 1981**).

Ces matières se trouvent sous forme de globules légèrement plus petits, le diamètre moyen se situe aux environs de 2 µm, comparativement à environ 3-4 µm pour le lait de vache (**Amiot et Simpson, 2002**).

Dans les deux types de lait (vache, chèvre), les acides gras saturés prédominent suivis par les acides gras mono insaturés et une petite proportion d'acides gras poly-insaturés. La différence principale se trouve dans la longueur des chaînes des acides gras à courte et à moyenne chaîne. Ceci est dû à la concentration de deux fois plus importante d'acide caprique (**Wehrmuller et Ruffel, 2007**).

Comparativement au lait de vache, les matières grasses du lait de chèvre ne contiennent pas de caroténoïdes. C'est probablement la raison de sa couleur plus blanche.

Les triglycérides contiennent un pourcentage plus élevé des acides gras caproïque, caprylique et caprique. Ces triglycérides sont plus sujets à la lipolyse, laquelle provoque l'apparition d'une odeur rance (**Amiot et Simpson, 2002**).

### 4.4. Glucides

Le lactose est le sucre caractéristique du lait, c'est un disaccharide constitué par l'alpha ou bêta glucose avec un bêta galactose. Il est synthétisé à partir de glucose prélevé dans le sang par la mamelle (**Petransxiene et Lapied, 1981, Goursaud, 1985**).

La teneur en lactose est légèrement inférieure dans le lait de chèvre, étant d'environ 48g/l, comparativement au lait de vache (48,0-49,0 g/l) (**FAO, 1990**).

### 4.5. Minéraux

La minéralisation dans le lait de chèvre est plus importante que celle du lait de vache, avec une teneur plus élevée en chlore qui est deux fois plus importante que celle du lait de vache (Tableau 07) (**FAO, 1990**).

Le lait de chèvre est plus riche en Potassium et Calcium que le lait de vache (Guezesiak, 1997).

Certains minéraux, se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (Sodium, Potassium et Chlore), les autres tels que le Calcium, Phosphore, Magnésium et soufre existant dans les deux fractions solubles et colloïdales du lait (Tableau 07). Il existe un équilibre entre les deux formes (Luquet, 1985).

**Tableau 07 : Teneurs en minéraux et en oligo-éléments des laits de la chèvre et de la vache en mg/l (FAO, 1990).**

Type du lait		Chèvre	Vache
<b>Minéraux Majeurs</b>	Sodium	0,37	<b>0,50</b>
	Potassium	1,55	<b>1,50</b>
	Calcium	1,35	<b>1,25</b>
	Magnésium	0,14	<b>0,12</b>
	Phosphore	0,92	<b>0,95</b>
	Chlore	2,20	<b>1,00</b>
	<b>Oligo-éléments</b>	<b>Fer</b>	<b>0,55</b>
<b>Cuivre</b>		<b>0,40</b>	<b>0,10-0,40</b>
<b>Zinc</b>		<b>3,20</b>	<b>3,00-6,00</b>
<b>Manganèse</b>		<b>0,06</b>	<b>0,01-0,03</b>
<b>Molybdène</b>		<b>0,02</b>	<b>0,07</b>
<b>Aluminium</b>		<b>0,22</b>	<b>0,61-1,00</b>

#### 4.6. Vitamines

Le lait de chèvre est riche presque par toutes les vitamines notamment de groupe B.

Cependant, on observe des faibles teneurs surtout en folate (B<sub>9</sub>), vitamine C, B12 et  $\beta$ -carotène par rapport au lait de vache (Tableau 08) (FAO, 1990).

Le manque de la vitamine B12 et l'acide folique peut entraîner l'anémie chez les nourrissons alimentés au lait de chèvre (FAO, 1990).

**Tableau 08: Composition vitaminique du lait de chèvre et de vache en mg/l (FAO, 1990).**

Vitamines	Chèvre	Vache
<b>B<sub>1</sub></b>	0,41	0,42
<b>B<sub>2</sub></b>	1,38	1,72
<b>B<sub>3</sub></b>	3,28	0,92
<b>B<sub>6</sub></b>	0,60	0,48
<b>B<sub>9</sub></b>	0,006	0,053
<b>Vitamine C</b>	4,20	18
<b>Vitamine A</b>	0,24	0,37
<b>β- carotène</b>	<0,10	0,21

## 5. Rôle des composants du lait de chèvre

### 5.1. Matière grasse

Elle contribue à la saveur et à la flaveur de certains produits laitiers. Cependant l'hydrolyse par les lipases peut entraîner des défauts de saveur.

La matière grasse intervient dans la microstructure d'un fromage en jouant le rôle de lubrifiant (Cabo, 2010).

Les globules gras dans le lait de chèvre sont en général plus petits que ceux de lait de vache, donc ils sont mieux et plus rapidement digérés, et facilement dégradés par les enzymes lipolytiques (Luquet, 1985).

### 5.2. Lactose

Le lactose est le sucre caractéristique du lait, il est responsable par son goût sucré et par sa concentration de la saveur douce et agréable du lait frais.

Il joue un rôle dans la production d'acide lactique, ce dernier fait abaisser le pH, force la déminéralisation des micelles de caséine, provoque la synérèse du caillé, et inhibe en même temps la croissance de certains micro-organismes indésirables (Luquet, 1985).

### 5.3. Vitamines

Elles ont des rôles nutritionnels et sanitaires, agissant comme co-enzyme associée à une apoenzyme protéique (Luquet, 1985).

## 6. Qualité du lait de chèvre

### 6.1. Qualité nutritionnelle et sanitaire

Le lait de chèvre est considéré comme l'aliment le plus près de la perfection, car il contient tout ce qui est nécessaire à la croissance et à la santé. Il est riche en sels minéraux et en vitamines, notamment du groupe B. comparativement au lait de vache, le lait de chèvre contient des protéines et des acides gras faciles à digérer (**Hossaini et Hillali, 1995**).

On peut simplement conclure que les produits au lait de chèvre contribuent favorablement à une alimentation variée, équilibrée et saine (**Wehrmuller, et Ryffel, 2007**).

Du point de vue nutritionnel, il n'y a pas de grandes différences entre le lait de vache et le lait de chèvre. Pour ce qui est de la teneur en calcium, celle-ci est pratiquement la même. C'est également le cas des protéines. Si l'on se penche un peu plus sur les qualités nutritionnelles des deux laits, boire du lait de chèvre équivaut à boire du lait entier de vache qui a encore préservé toutes ses composantes (**Dejeux, 1993 ; De La Torre et al., 2008**).

Une différence peut être constatée au niveau de la concentration en vitamines B9 et B12, Le lait de vache est sensiblement plus riche.

Ainsi, il est logique de promouvoir le lait de chèvre comme un aliment lacté diététique infantile, ou encore « aliment destiné aux nourrissons et aux enfants en bas âge » "haut gamme", conseillé en première intention et non plus seulement comme un lait de remplacement du lait de vache (**Grzesiak, 1997**).

Après cette brève comparaison, on peut constater que le lait de chèvre possède des qualités nutritionnelles non négligeables. Si celui-ci n'est pas très populaire au sein des ménages, c'est tout simplement à cause de son goût qui est très marqué (**Waliboo, 2008**).

Depuis longtemps on vantait les valeurs thérapeutiques du lait de chèvre, de nombreuses sources mentionnent en effet le traitement de troubles de nutrition des bébés, d'ulcères d'estomac, d'arthrite, d'eczéma et d'allergie (**Vignola, 2002**).

Il ne s'agit toutefois pas de préférer le lait de chèvre au lait de vache car du point de vue scientifique, il n'y a aucune preuve que le lait de chèvre est plus sain que le lait de vache (**Wehrmuller, et Ryffel, 2007**).

## **6.2. Valeur nutritive**

### **6.2.1. Valeur énergétique**

La formule de gaines permet d'estimer la valeur énergétique du lait de chèvre à partir de sa composition en matière grasse :

$$\text{Energie du lait} = 312,92 + 11,168 \times \text{taux butyreux} = \%$$

Compte tenu des teneurs en matières grasses et protéique du lait de chèvre, légèrement inférieures à celles du lait de vache, la valeur énergétique du lait de chèvre est plus faible (**Luquet, 1985**).

### **6.2.2. Valeur vitaminique**

La composition vitaminique est telle qu'elle se traduit, au niveau nutritionnel, par une anémie caractéristique du nouveau-né. La complémentation en sels minéraux seuls, fer et cuivre, supprimerait cet inconvénient, mais un apport en vitamine B<sub>12</sub> est toutefois nécessaire.

Le lait de chèvre est dépourvu de pigments caroténoïdes ; ainsi le beurre de chèvre est blanc. La présence de carotène est un moyen de détecter adultération avec du lait de vache.

Par ailleurs le lait de chèvre se caractérise par l'absence ou une très faible teneur en vitamine E (**Luquet, 1985**).

## **6.3. Qualité microbiologique**

Le lait de chèvre se caractérise par une résistance à la prolifération bactérienne qui est élevée dans les premières heures de son existence. Ceci est lié d'une part à l'activité immunologique propre de ce lait, d'autre part, à sa minéralisation qui est plus importante que celle du lait de vache (**Lemens, 1985**).

## 7. Production laitière

### 7.1. Dans le monde

D'après le tableau (09), nous constatons une certaine concentration de la production du lait de chèvre dans le sous continent indien (Inde et Pakistan). Le lait de chèvre est consommé presque dans tous les pays appartenant aux cinq continents et dans la plupart des cas il est utilisé pour la fabrication des fromages traditionnels. Et il peut être aussi utilisé comme matière première pour la fabrication des yaourts et des fromages.

**Tableau 09 : Production du lait de chèvre (FAOSTAT, 2010).**

Pays	Production laitière (Milliers de tonnes)
<b>Inde</b>	<b>1500</b>
<b>Somalie</b>	<b>675</b>
<b>Pakistan</b>	<b>620</b>
<b>Turquie</b>	<b>524</b>
<b>France</b>	<b>460</b>
<b>Grèce</b>	<b>60</b>

### 7.2. En Algérie

La production laitière moyenne annuelle au cours de la dernière décennie est environ de 1 milliard de litres dont 60% provient de l'élevage bovin, 26% de lait de brebis et 13% de lait de chèvre.

**Tableau 10 : Evolution de la production laitière en Algérie en million de tonnes (Itelv,2012).**

Années	1987	1989	1991	1993	1995	1997
<b>Vache</b>	775	770	827	855	811	<b>860</b>
<b>Chèvre</b>	<b>205</b>	<b>192</b>	<b>199</b>	<b>215</b>	<b>222</b>	<b>134</b>

# II. Matériel et méthodes

## 2. Matériel et méthodes

Les différentes analyses réalisées dans cette étude, ont été menées au niveau du laboratoire de département des sciences de la nature et de la vie, à l'université Abbès Laghrour (Khenchela).

### 2.1. Échantillons de lait

Les échantillons de lait utilisés pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été collectés à partir d'un troupeau caprin de la population locale vivant en élevage extensif dans la région de Khenchela, de race *Arbia sahrawia*.



**Photographie 01:** chèvre *Arbia sahrawia*.

Les deux échantillons de lait ont été collectés à partir d'un troupeau constitué d'une dizaine de têtes de chèvre en bonne santé tenus en élevage extensif, chaque échantillon est un mélange issu de deux chèvres différentes.

Les récipients des échantillons (bouteilles en verre de 500 ml) sont stérilisés préalablement au four pasteur à 120°C pendant 30 minutes.

Une fois la traite terminée, les échantillons ont subi un refroidissement par leur introduction dans une glacière à une température inférieure à 6°C puis transportés par voiture vers le laboratoire.

### 2.2. Matériels (annexes 01)

### 2.3. Méthode d'analyse

#### 2.3.1. Collecte du lait

Le lait est prélevé à partir de chèvres saines. Les échantillons du lait sont conservés à 6°C et transportés aussitôt au laboratoire où ils sont analysés. A l'arrivée, des mesures de pH et

de l'acidité sont réalisées. Une partie du lait est réparties en petites fractions sont mise par la suite dans le réfrigérateur jusqu'à leur utilisation ultérieure.

## **2.3.2. Analyse physico-chimique**

### **2.3.2.1. Détermination de pH**

Les mesures de pH effectuées sur les échantillons sont basées sur une méthode potentiométrique dans le principe repose sur une mesure de la différence potentielle entre une électrode dite de mesure et une autre de différence (**Carol, 2002**).

La valeur de pH caractérisant l'échantillon analysé, est lue directement sur l'appareil (pH mètre) après immersion de son électrode dans l'échantillon à analyser. Deux répétitions sont réalisées pour chaque détermination après rinçage de l'électrode de l'appareil entre chaque mesure.

### **2.3.2.2. Détermination de l'acidité**

L'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de la soude Dornic (0.111N). Un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (0.111N) est rajoutée (à l'aide de la burette) jusqu'au virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes (**Amiot et al., 2002**). On effectue deux déterminations sur le même échantillon préparé.

### **2.3.2.3. Détermination de la densité**

La mesure de la densité est réalisée à l'aide de densimètre sur le lait maintenu au repos. Le principe consiste à plonger un densimètre dans une éprouvette de 10 ml remplie de lait à analyser. Lorsqu'il se stabilise, une lecture directe fournit le résultat (**Mathieu ,1998**).

### **2.3.2.4. Détermination de la matière sèche**

Dans une capsule préalablement tarée, on introduit 5 ml de lait à l'aide d'une pipette jaugée puis on la place dans une étuve réglée à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 heures. On met ensuite la capsule dans un dessiccateur ou un autre déshydratant efficace et on laisse refroidir jusqu'à température ambiante. Après dessiccation, les capsules refroidies sont pesées (**Labioui et al., 2009**).

La valeur de l'EST, exprimés en g/l de lait, est donnée par la relation suivante :

$$(M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

$M_0$  : est la masse en grammes, de la coupelle vide ;

$M_1$  : est la masse en grammes, de la coupelle et du résidu après dessiccation et refroidissement ;

$V$  : est le volume en millilitres, de la prise d'essai.

### 2.3.3. Analyse biochimique

#### 2.3.3.1. Détermination de la teneur en matière grasse

Ce dosage est basé sur la méthode ROSE-GOTTLIEB (**Journal officiel, 2014**) qui correspond à un dosage par pesée après extraction éthéro-ammoniacale.

Dans une ampoule à décanter, on introduit successivement 10 ml de lait, 1 ml d'ammoniaque pur et 10 ml d'éthanol à 95%. Dans la même ampoule, on ajoute 25 ml d'éther éthylique et on agite fortement par retournement, puis on rajoute 25 ml d'éther de pétrole et on agite fortement de la même manière.

On laisse reposer l'ampoule à décanter jusqu'à l'apparition nette des deux phases, la phase supérieure doit être limpide. On récupère séparément la phase inférieure dans un bêcher et la phase supérieure est filtrée sur 1 g d'hydrogène-sulfate de sodium. On recueille le filtrat dans un bêcher préalablement taré et on l'évapore sous une hotte.

La phase aqueuse inférieure peut encore contenir des lipides, ce qui nécessite une deuxième extraction qui sera réalisée de la même manière en ajoutant successivement 15 ml d'éthère éthylique, et on agite fortement par retournement. Puis, 15 ml d'éther de pétrole sont ajoutés et on agite fortement. On récupère comme précédemment la phase supérieure dans le bêcher.

Après évaporation, on dépose le bêcher à l'étuve à 100°C pour éliminer les dernières traces d'eau, puis on pèse le bêcher. On calcule la teneur en matière grasse pour le lait étudié en gramme par 100 ml de lait (**Journal officiel, 2014**).

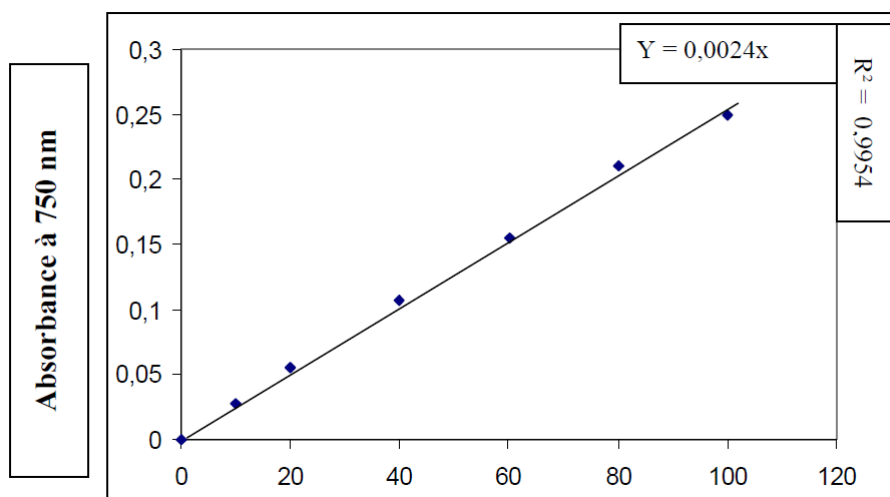
#### 2.3.3.2. Dosage des protéines par la méthode de Lowry (1951)

La teneur en protéines est déterminée par la méthode de **Lowry (1951)**. Le dosage des protéines nécessite la préparation des solutions suivantes.

- La solution C : solution de cuivre alcaline, la solution C est un mélange de 50 ml de la solution A avec 1 ml de la solution B. Il faut laisser réagir pendant quelque heure.
- La solution A se compose de 2% de  $\text{CuSO}_4$  dans  $\text{NaOH}$  0.1N.
- La solution B se compose 0,32% de  $\text{CuSO}_4$  et 1% de tartrate de sodium et potassium (2 ml de la solution cuivrique avec 2 ml de solution de tartrate).

On pèse un échantillon contenant de 10 à 100 mg de protéine puis on ajoute 5 ml de solution C. Après 10 min, on ajoute 0,5 ml du réactif de Folin. On laisse 30 min à l'obscurité puis on lit l'absorbance à 750 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

La concentration protéique de nos échantillons est déterminée par l'intermédiaire d'une courbe d'étalonnage réalisée avec un étalon de BSA.



**Figure 01:** courbe étalon pour le dosage des protéines par la méthode de LOWRY et *al.* (1951) avec comme étalon la BSA.

### 2.3.3.3. Détermination de la teneur en lactose

La méthode utilisée pour le dosage de lactose du lait est celle à la liqueur de Fehling.

C'est une méthode titrimétrique basée sur la réaction à chaud d'une solution de liqueur de Fehling. Cette solution renferme des ions  $\text{Cu}^{2+}$  (cuivre II), de couleur bleu en milieu basique.

A chaud et en présence d'une solution réductrice, la liqueur de Fehling donne un précipité rouge d'oxyde de cuivre (cuivre I).

Pour la réalisation de se dosage, nous avons suivi les conditions expérimentales décrites dans le protocole de **Bertrand (1906)** que nous avons rapportées en annexe II.

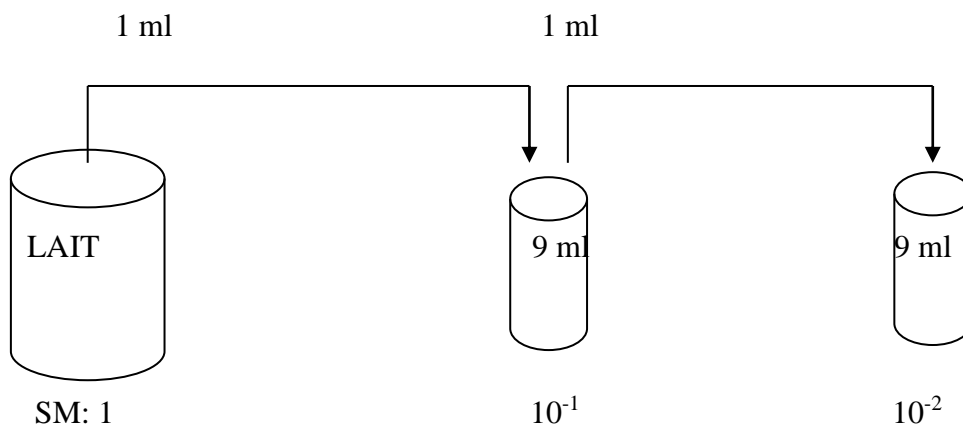
De plus, pour l'étalonnage de la liqueur de Fehling, nous avons eu à utiliser une solution de lactose à concentration connue 5 g/l.

### 2.3.4. Analyse microbiologique

L'objectif assigné à cette partie du travail vise à évaluer la qualité microbiologique (dénombrement des bactéries lactiques et flore pathogène), du lait de chèvre. Les ensemencements ont été réalisés en double et en boîtes de Pétri.

#### ➤ Préparation des suspensions de dilution

A partir du lait (solution mère), des suspensions de dilution décimales sont préparées dans l'eau distillée stérile. On ne tient compte que des boîtes contenant un nombre convenable de colonies compris entre 30 et 300 (**Guirand et Galzy, 1980 ; Leveau et Roux, 1981**). Pour cela il est nécessaire de procéder à des dilutions de l'échantillon de lait ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ).



**Figure 02** : Préparation des suspensions de dilution.

#### ➤ Dénombrement

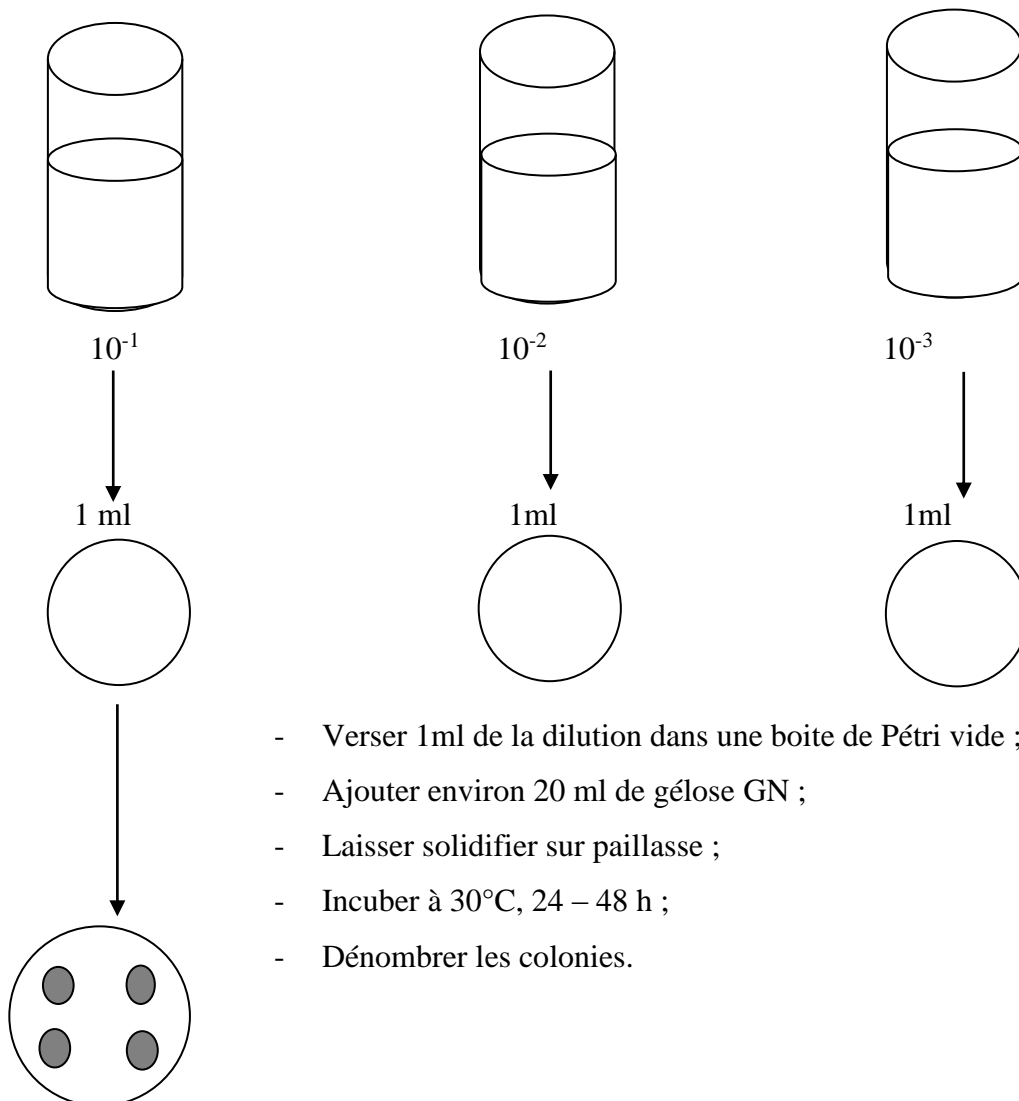
Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en prenant en compte les facteurs suivants :

- Ne dénombre que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies ;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.
  - La lecture s'effectue par comptage visuel.

### 2.3.4.1. Dénombrement de la flore aérobique mésophile (FAMT, flore « totale » ou « globale »)

La flore totale correspond au dénombrement des germes totaux mésophile. Leur dénombrement est effectué par la méthode classique en milieu gélosé dont les ensemencement sont réalisés en plaçant 1ml de la dilution choisie dans une boîte de Pétri vide et on ajoutant le milieu gélosé (GN) que l'on mélange ensuite soigneusement. Les cultures sont incubées à 30°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies apparaissent sous différentes tailles et formes (Guiraud, 2003).

A partir des dilutions décimales :



**Figure 03** : Dénombrement de la flore aérobique mésophile.

#### **2.3.4.2. Flore lactique**

Elle est constituée essentiellement des genres *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc* (**Guiraud, 2003**).

Le milieu de culture et dénombrement des bactéries lactiques est Man Rogosa et Sharpe (MRS) (**Marchal et al., 1982; Guiraud, 1997**). Ce milieu a été conçu pour favoriser la croissance des " bactéries lactiques" qui comprend des espèces des genres suivant: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* et *Leuconostoc* (**Larpen, 1997**).

L'ensemencement est réalisé en profondeur dans la masse. L'incubation a lieu à 30°C, pendant 72h.

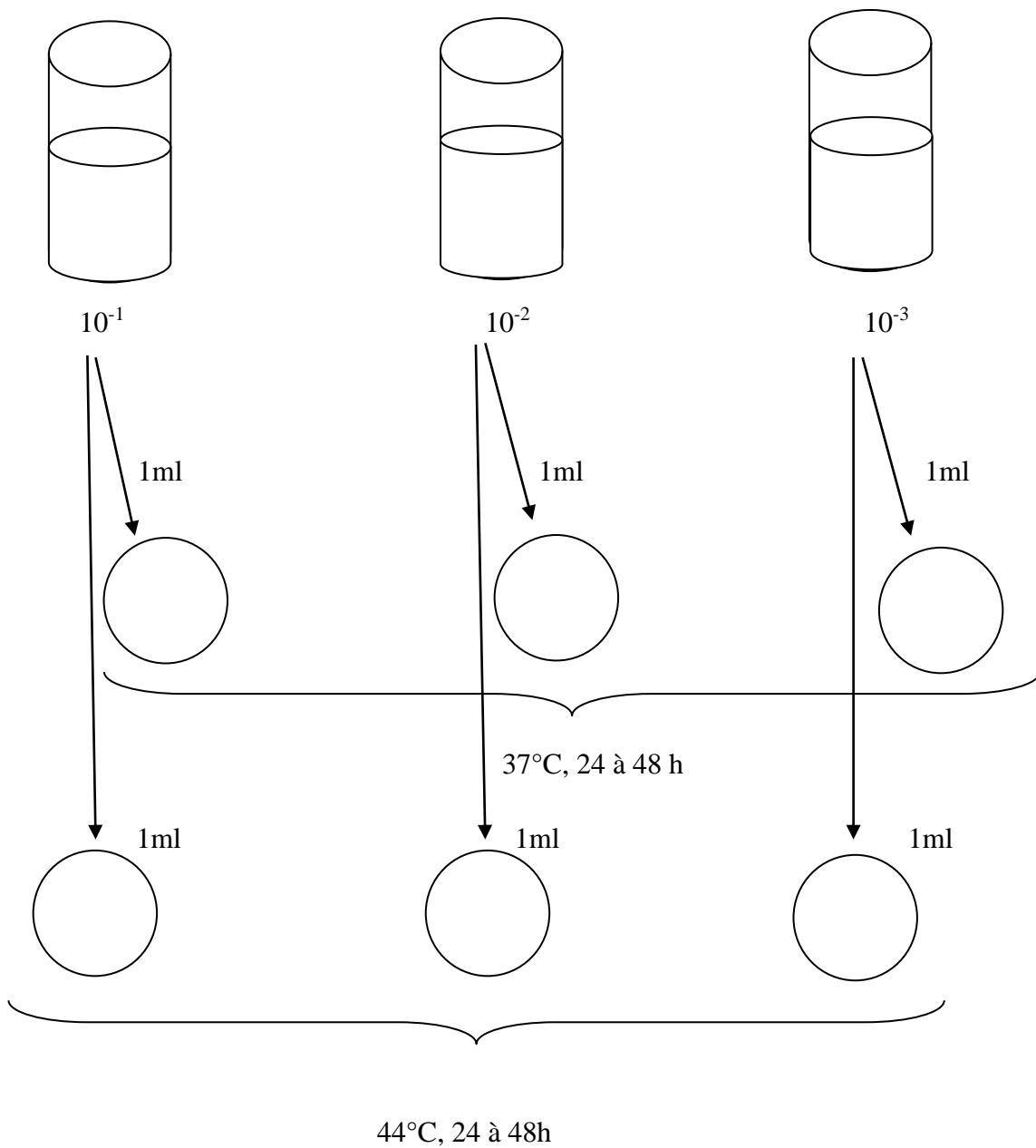
#### **2.3.4.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

La recherche des coliformes totaux comme microorganisme marqueurs d'une contamination fécale pour le lait est la plus appropriée (**Beerens, 1987**).

Pour le dénombrement de ce groupe, nous avons utilisé le milieu Tergitol. Un volume de 1 ml d'inoculum est porté aseptiquement 2 fois dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage (**Beerens et Luquet, 1987**).

Une série de boîtes sera incubée à 37°C, pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes totaux. L'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes fécaux comme l'indique la figure 04.

A partir des dilutions décimales :



- Dénombrer les colonies ayant poussé en masse

**Figure 04** : Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

#### 2.3.4.4. Dénombrement des germes pathogènes

##### a. Salmonelles

La salmonellose se rencontre dans tous les pays, elle occupe la première place dans l'étiologie des toxi-infections alimentaires (**Prescott *et al.*,2003**).

Leur recherche est réalisée en trois étapes :

➤ **Pré-enrichissement**

On prélève 25 ml de lait dans un flacon stérile contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée puis une incubation est réalisée à 37°C pendant 18 heures.

➤ **Enrichissement**

L'enrichissement est effectué sur le milieu sélectif Sélénite de potassium à raison de 1 ml de solution de pré-enrichissement par deux tubes de milieu sélénite de potassium (**Guiraud, 2003**). Les tubes seront incubés à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Isolement**

Chaque tube fera l'objet d'un isolement sur deux milieux S-S. Toutes les boîtes ensemencées seront incubées à 37°C pendant 24 heures (**Beerns et Luquet, 1987**).

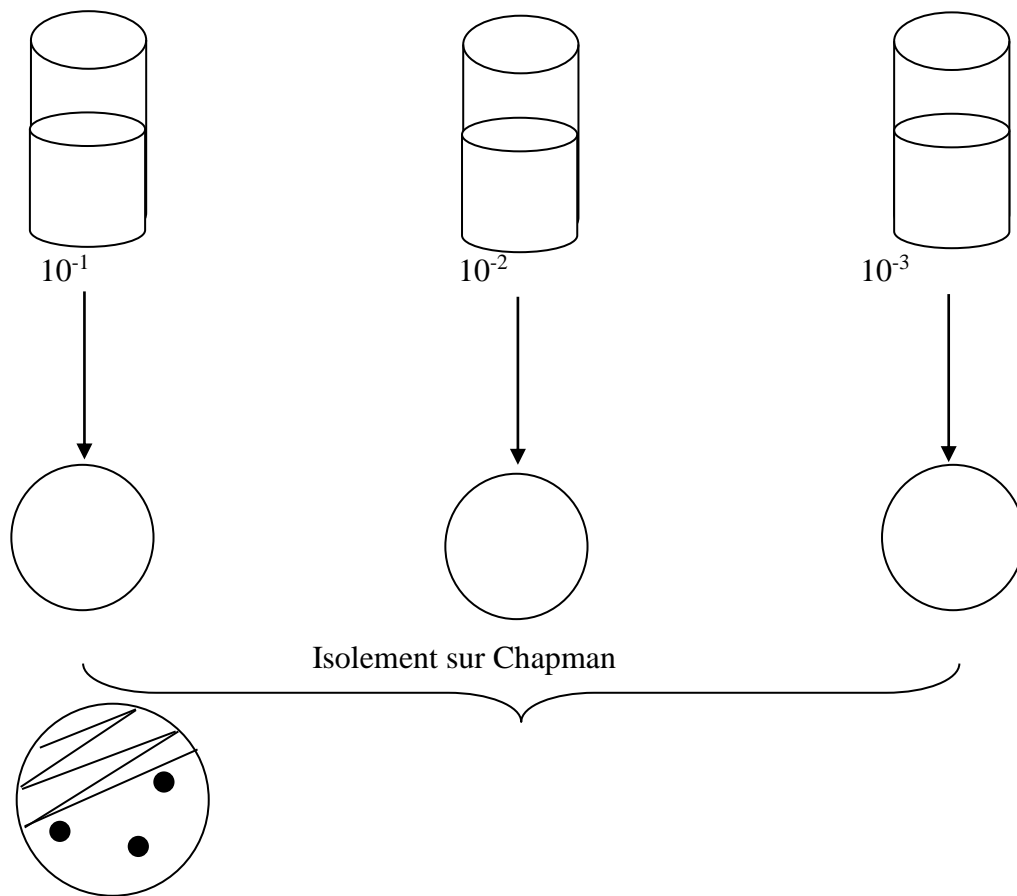
**b. *Staphylococcus aureus***

La contamination des produits laitiers par *Staphylococcus aureus* est un enjeu économique et sanitaire pour l'ensemble des filières au lait cru, notamment caprine. Ce germe provoque une toxi-infection alimentaire (**Ndao, 1996**).

L'ensemencement s'effectue sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de Pétri et bien séchées. Les boîtes de Chapman seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 heures (**Guiraud, 2003**).

Après 24 heures d'incubation, on repère les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase (**Beerns et Luquet, 1987**).

A partir des dilutions décimales :



- Incubation à 37°C, 24- 48 h
- Suivie par une Catalase et une coagulase

**Figure 05** : Recherche des germes pathogènes *Staphylococcus aureus*.

### c. Clostridium sulfito-réducteurs

L'espèce *Clostridium sulfito-réductrice* a l'aptitude à sporuler, est le signe d'une contamination fécale ancienne (Guiraud, 1998).

#### ➤ Préparation du milieu

Au moment de l'emploi, il faut fondre un flacon de gélose Viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis on ajoute une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium. On mélange soigneusement et aseptiquement.

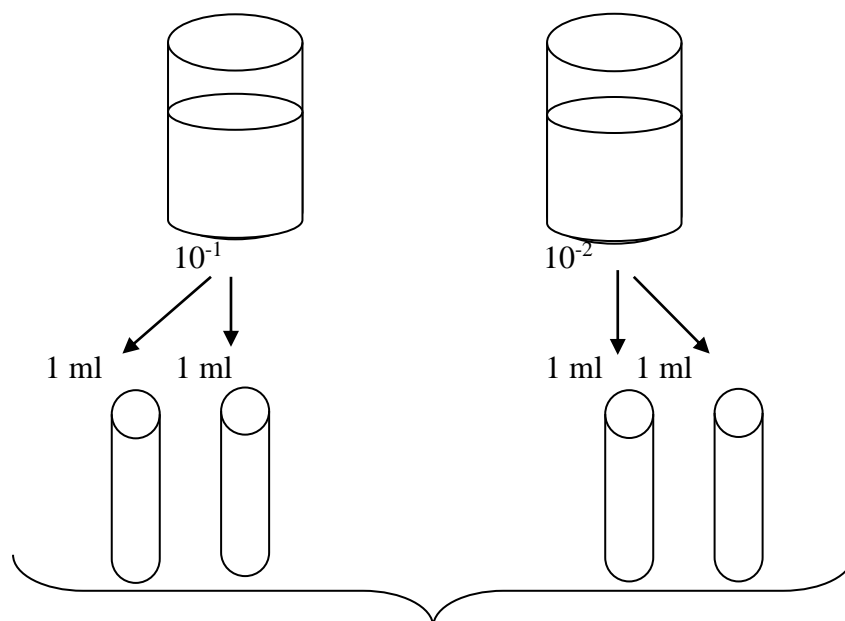
➤ **Ensemencement**

Quatre tubes contenant chacun 5 ml de solution mère seront soumis :

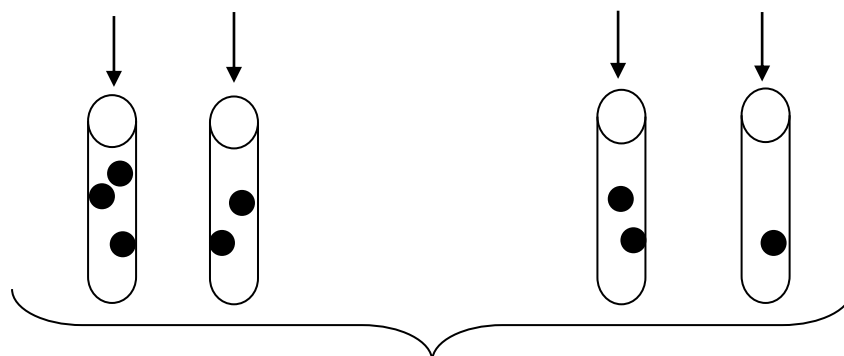
- d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes,
- puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet afin d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.
- puis on ajoute environ 15 ml de gélose Viande Foie additionné d'alun de fer et de sulfite de sodium, dans chaque tube comme l'indique la figure 05. On Laisse solidifier sur pailleasse pendant 30 minutes.

Ces tubes seront ensuite incubés à 46°C pendant 16 heures (**Beerns et Luquet, 1987**) .

A partir des dilutions décimales :



- Ajouter 15 ml de gélose V F par tube
- Laisser solidifier sur pailleasse, puis incuber à 46°C, 16h.



Dénombrer les colonies noires ayant poussé.

**Figure 06** : Recherche des Clostridiuims sulfato-réducteurs.

#### **d. Streptocoques fécaux**

Dans les laits et produits laitiers, les Streptocoques du groupe D ou Streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable) (**Guiraud, 1998**).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe,
- Le test de confirmation : réservé à la confirmation proprement dite sur milieu EVA, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

##### ➤ **Test de présomption**

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , on porte aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée comme l'indique figure 07.

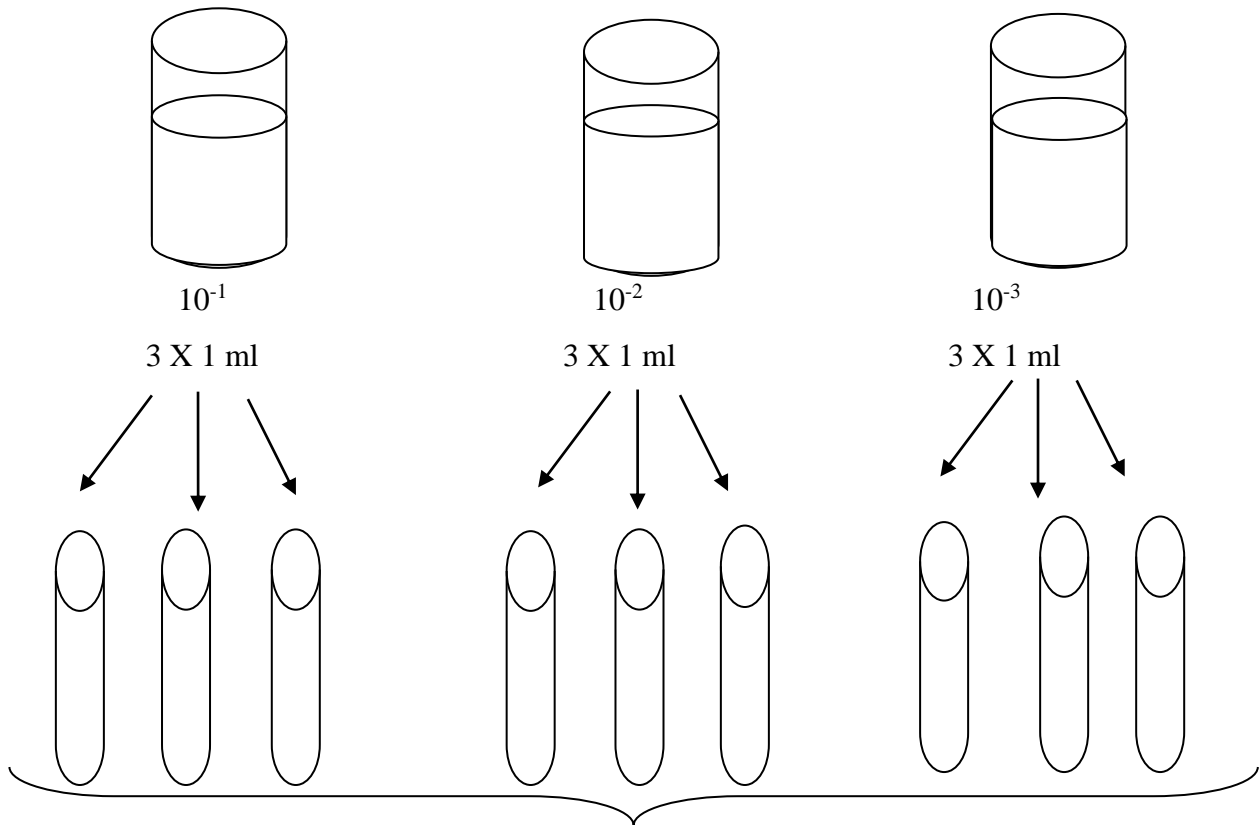
On mélange énergiquement le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

##### ➤ **Test de confirmation**

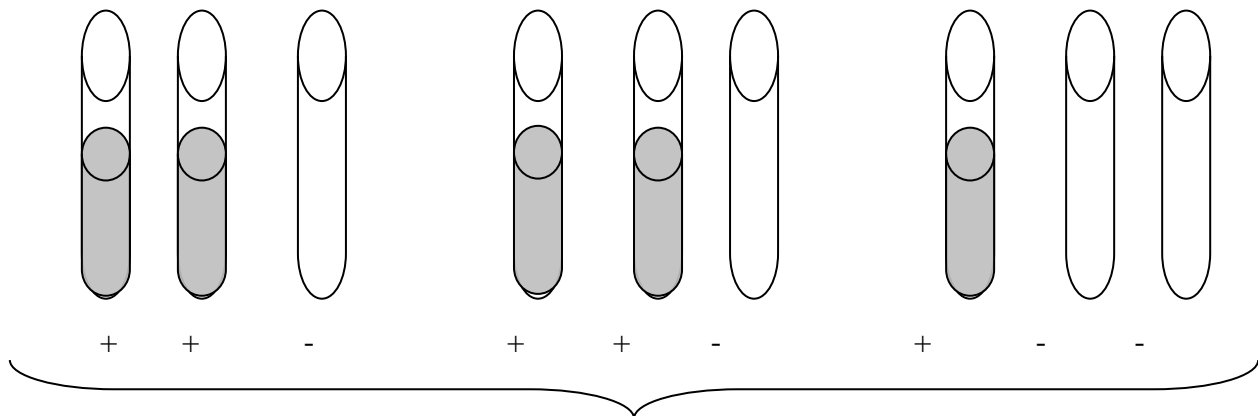
Chaque tube de Rothe trouvé positif lors du test de présomption fera l'objet d'un inoculum à l'aide d'une anse de platine dans un tube de milieu EVA Lytski.

On mélange énergiquement le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 heures (**Beerns et Luquet, 1987**).

A partir des dilutions décimales :



Test de présomption, 37°C, 24 h.



Test de confirmation, 37°C, 24 h.

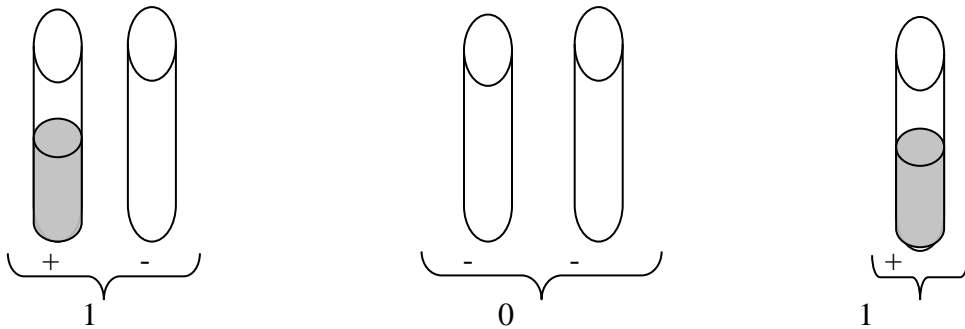


Figure 07 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.

# III. Résultats et discussion

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Qualité physico-chimique et biochimique

Le tableau 11 regroupe les résultats relatifs aux caractéristiques physico-chimiques et biochimiques.

**Tableau 11: Analyses physico-chimiques et biochimiques des échantillons de lait de chèvre cru.**

Paramètre Physico-chimique	Echantillon 01		Echantillon 02	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
pH	6,66	0.04	6,60	0,02
Acidité Dornic °D	14,7	0,40	15,3	0,85
Densité à 20°C	1,032	0.002	1,033	0.003
Extrait sec total (g/l)	115,7	1,41	110	1,73
Matière grasse (g/l)	40,9	1,24	41	0,35
Protéines totales(g/l)	28	0.23	27,4	0.30
Lactose (g/l)	40,6	1,88	42,7	2,20

Ces valeurs ont été calculés par l' Excel.

##### 3.1.1. Mesure du pH

Les valeurs de pH obtenues de lait de chèvre varient entre  $6,60 \pm 0,02$  et  $6,66 \pm 0,04$  (tableau 11). Ces valeurs sont proches de l'intervalle rapporté par **Lemens (1983)** (entre 6.30 et 6.70), et celui rapporté par **Luquet, 1985** et **FAO (1998)** (entre 6,45 et 6,66).

Les valeurs de pH relevées dans la présente étude sont en concordance avec celles observées par **Imran (2008)**, qui enregistre un pH de 6,59 pour le lait caprin, alors que **Drackova et al. (2008)** et **Remeuf et al. (2001)** mentionnent des valeurs de pH pour le lait de chèvre de 6,63 et 6,65 respectivement.

D'un autre côté, **Remeuf (1993)** et **Remeuf et al.(2001)** ont signalé que le pH du lait dépend de son état de fraîcheur, et diminue au cours du temps.

### 3.1.2. Acidité titrable

Les échantillons de lait ECH1 et ECH2 analysés dans cette étude, affichent des taux d'acidité de  $15,3 \pm 0,40$  et  $14,7 \pm 0,85^\circ\text{D}$  (Tableau 11). Ces résultats révèlent un bon niveau sanitaire de ce lait en référence de la limite d'acceptation de lait à  $18^\circ\text{D}$ , fixée par certaines laitières.

A la sortie du pis, le lait de chèvre comme le lait de vache présente une acidité naturelle, quelques heures après la traite, liée aux constituants de sa matière sèche. Le lait de chèvre acquiert une acidité développée, issue principalement de la transformation du lactose en acide lactique par divers types de micro-organismes, tels que les bactéries lactiques comme les *Streptococcus lactis* (Mathieu, 1998 et Vignola, 2002).

L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencé par le jeu combiné de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation du lait (Cassinello et Pereira, 2001).

### 3.1.3. Extrait sec total

D'après les résultats affichés dans le tableau (11), le taux de la matière sèche varie entre  $115,7 \pm 1,41$  g/l pour l'échantillon ECH1 et  $110 \pm 1,73$ g/l pour l'échantillon ECH2.

Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par la FAO (1995), qui enregistre un taux de 149,0 g/l, par contre elles sont supérieures à celle rapportées par, Zahraddeen *et al.* (2007), Pizarro *et al.* (2007) et Pierre *et al.* (1998) (110,8, 105,3 et 100,7 g/l) respectivement. Ces différences peuvent s'expliquer par la saison, la traite, le niveau d'alimentation, qui sont les principaux facteurs de variation de la production et la composition du lait (Kouniba *et al.*, 2007). Ces facteurs pourraient expliquer le faible taux en matière sèche du lait.

D'après Mathieu (1998), l'ensemble des composants du lait constituent la matière sèche totale (MST), sa teneur en matière sèche est le résultat obtenu après évaporation de l'eau du lait.

### 3.1.4. La matière grasse

Les résultats obtenus dans cette étude expérimentale, montre que la teneur en matière grasse des échantillons varie entre  $40,9 \pm 1,24$  et  $41 \pm 0,35$ g/l (Tableau 11). Cette quantité est

---

similaire à celle rapportée dans la littérature pour le lait de chèvre (égale à 41 g/l) (**FAO, 1995**). La teneur en matière grasse (MG) est due probablement à plusieurs facteurs qui peuvent influencer sa teneur en MG, notamment:

En premier lieu, le type d'alimentation. **Lemens (1983)** appuie la théorie de l'augmentation de la teneur en matière grasse lors de la mise à l'herbe des animaux, en raison de sa richesse en acides gras à chaînes longues. De même, **Debry (2001)** démontre qu'une réduction courte ou brutale du niveau d'alimentation entraîne une mobilisation des graisses corporelles et cela se traduit par une modification de la composition en matière grasse.

Les matières grasses sont les constituants les plus abondants après l'eau et le lactose, par le rôle qu'elles jouent dans les transformations du lait, et par la place qu'elles occupent dans ses produits dérivés : beurre, fromage...etc, mais aussi par leur importance nutritionnelle et économique (**Mathieu, 1998**).

### 3.1.5. Teneur en lactose

Cette fraction se caractérise par des moyennes respectives de  $40,6 \pm 1,88$  g/l et  $42,7 \pm 2,20$  g/l dans l'ordre de collecte de nos échantillons (Tableau 11).

Néanmoins, à comparer nos résultats à ceux d'autres travaux bibliographiques, ceux-ci sont relativement proches.

Ainsi **Decandia et al. (2007)** rapporte une valeur moyenne de 43.5g/l, de même que **Lefrileux et al. (2009)** qui observent une teneur de 43,3 g/l, alors que **Curtis (1983)** avance une concentration de 42 g/l pour le lait caprin, tandis que **Cassinello et Perira (2001)** rapportent une teneur plus importante à raison de 48,6 g/l.

### 3.1.6. Teneur en protéines totales

Les valeurs moyennes en protéines totale relevées pour chaque échantillon (ECH1 et ECH2) de lait caprin sont de  $28 \pm 0,23$  g/l et  $27,4 \pm 0,30$  g/l pour le deuxième (Tableau 11). Ces résultats sont proches et corroborent les résultats obtenus par d'autres auteurs. En effet, **Mathieu et al. (1977)**; **Remeuf et Lenoir (1985)**; **Vassal et al (1994)** et **Raynal-Ljutovac et al (2008)** affichent des teneurs en protéines totale de 27,8 g/l; 27,2 g/l; 27,1 g/l et 26,1 g/l respectivement.

Selon **Masle et Morgon (2001)**, comme pour la matière grasse, les faibles teneurs en protéines totales du lait caprin dépend de la saison de collecte.

### 3.1.7. La densité

La valeur de la densité des échantillons de lait de chèvre cru est égale à 1,033 (Tableau 11). Elle est comparable aux valeurs citées par **Pierre et al. (1998)** (1,023); **Drackova et al. (2008)** (1,028) et **Vassal et al. (1994)**, qui ont cité une fourchette de 1,028 à 1,033 avec une moyenne de densité de 1,0297.

La valeur de la densité pour ce lait appartient à l'intervalle mentionné dans la bibliographie (1,027 à 1,035) (**Luquet, 1985** et **FAO, 1998**) et elle est similaire à celle rapportée par **Lemens (1983)** (entre 1,026 et 1,042).

D'après **Vignola (2002)**, chacun des constituants du lait agit sur la densité. De plus, les solides non gras (SNG) ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en SNG est élevée, plus la teneur du produit laitier sera élevée et plus un aliment contient un pourcentage élevé de matières grasses, plus sa densité sera basse.

## 3.2. Qualité microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques sont mentionnés dans le tableau 12 (moyenne de deux échantillons), font ressortir que le lait de chèvre est d'une bonne qualité microbiologique, en application des dispositions de l'arrêté interministériel du 18 août 1993.

**Tableau 12: Résultats des analyses microbiologiques du lait cru de chèvre (UFC/ml) en comparaison avec les normes de l'arrêté interministériel du 18 /08/1998.**

Germes Recherchés	Germes Totaux	Coliformes fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	Sterptocoque fécaux	Clostridium Sulfito-réducteurs
Echantillons	1,1x10 <sup>7</sup>	3,7x10 <sup>1</sup>	Abs	Abs	11
Normes	<10 <sup>5</sup>	<10 <sup>3</sup>	Abs	Abs/0.1ml	50

### 3.2.1. La flore mésophile aérobie totale

Des colonies bactériennes ont été observées après avoir été mises en incubation pendant 24h à 37°C sur le milieu GN (Photographie 01).

D'après les résultats du tableau (12), le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale dans le lait de chèvre cru a révélé un nombre de 1,1x10<sup>7</sup> UFC/ml.

Les valeurs trouvées sont non conformes aux normes préconisées par le journal officiel algérien de l'année 1998, dans lequel la flore totale dans le lait cru doit présenter une valeur inférieure à  $10^5$  UFC/ml.

Cette charge microbienne supérieure aux normes peut s'expliquer par les mauvaises pratiques d'hygiène lors de la traite et la manipulation du lait, ainsi que les mauvaises conditions hygiéniques lors de la traite ou de la conservation, des pratiques de nettoyage, qui jouent un rôle majeur dans la constitution des communautés microbiennes dans le lait (Jeantet *et al.*, 2008).

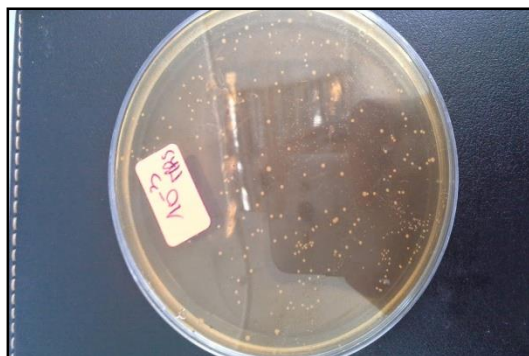


**Photographie 02** : Résultat du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.

### 3.2.2. Flore lactique

Toutes les colonies blanches de taille uniforme observées sur milieu MRS se rapprochent par leur aspect macroscopique aux bactéries lactique (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) (Photographie 03).

La charge en bactéries lactiques de notre échantillon est de  $1,7 \times 10^5$  UFC/ml, inférieure à celle trouvée par Oultache et Ounssi (2013) dans le lait de chèvre qui était de  $2,9 \times 10^7$  UFC/ml.



**Photographie 03** : Résultat de recherche et dénombrement des bactéries lactiques.

La flore lactique possède une grande importance en laiterie. Sa principale propriété est de produire de l'acide lactique par fermentation du lactose. Certaines produisent en outre du gaz carbonique et divers composés, dont certains contribuent à l'arôme des produits laitiers **Masle et Morgon (2001)**. En effet, le lait constitue l'habitat de la majorité des lactobacilles (**Bernaudeau et al., 2008**).

### 3.2.3. Coliforme totaux et fécaux

Après incubation, nous avons observé des colonies rouges due à la présence des coliformes non fermenteurs (**Chantal et al., 2006**) (Photographie 04).



**Photographie 04** : Résultat de recherche et dénombrement des coliformes.

L'analyse des différents résultats bactériologiques présentés dans le tableau (12) montre la présence des coliformes totaux à des valeurs de  $2,3 \times 10^2$  UFC/ml. Ce résultat est légèrement inférieur à celui de **Khiari et Bouferouk (2012)** qui observe un taux de  $2,9 \times 10^2$  UFC/ml.

La présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication de la contamination fécale, ils sont des marqueurs de la qualité hygiénique générale.

Concernant le résultat de dénombrement des coliformes fécaux dans le lait, il est de l'ordre de  $3,7 \times 10^1$  UFC/ml. Ce taux est légèrement inférieur à celui déclaré par **Khiari et Bouferouk (2012)** ( $4,1 \times 10^1$  UFC/ml). En conséquence, ce lait présente une charge relativement supérieure à la norme requise pour les coliformes fécaux.

Les coliformes appartiennent à la famille des *Entérobacteriaceae* et indiquent le plus souvent une pollution d'origine fécale. Ces bactéries sont sensibles à la chaleur. Elles sont un bon témoin de l'efficacité du traitement thermique (**Guiraud, 1998**).

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (**Vignola, 2002**). Les coliformes peuvent conférer certains saveurs désagréables aux produits laitiers (**Vignola, 2002**).

Les résultats des analyses microbiologiques du lait de chèvre utilisés sont conformes aux normes du journal officiel algérien de l'année 1998, dans lequel le nombre de coliformes fécaux dans le lait cru doit être inférieure à  $10^3$  UFC /ml.

Les conditions de traite, de transport et de conservation du lait et aussi de manipulation jouent un rôle déterminant concernant le nombre des coliformes trouvés. C'est pour cela que les résultats de l'analyse diffèrent légèrement les uns des autres.

### 3.2.4. Flore pathogène

#### a. *Salmonella*

On constate l'absence des salmonelles dans notre échantillon, cette absence indique que :

- la traite du lait est faite dans de bonnes conditions hygiéniques.
- une bonne conservation au cours de transport.

#### b. *Staphylococcus aureus*

Le milieu Chapman nous a permis de sélectionner des staphylocoques et une orientation pour l'identification de l'espèce *Staphylococcus aureus*. Mais il ne s'agit que d'un test de présomption, une confirmation par les tests plus spécifiques (catalase et coagulase) révèlent l'absence de *Staphylococcus aureus* dans nos échantillons.

Nos résultats soutiennent la bonne qualité de lait. Ce paramètre conformément aux normes algériennes qui stipulent leur absence dans un millilitre de lait. L'absence totale de ces germes dans le lait cru peut s'expliquer par le bon respect des règles d'hygiène générale.

La recherche et le dénombrement des *Staphylococcus aureus* représente un intérêt mutuel pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires plus particulièrement, les produits laitiers (**Guiraud, 1998**).

Le lait ne doit pas contenir des bactéries pathogènes, leur présence dans le lait présente une menace pour la santé des consommateurs. Le lait doit présenter le moins possible des bactéries nuisibles (**Vignola, 2002**).

### c. Streptocoques fécaux

En interprétant les résultats mentionnés sur le tableau (12), on constate l'absence Streptocoques fécaux par 1ml de l'échantillon à analyser.

Les *Streptocoques* du groupe D (Streptocoques fécaux) sont constamment rencontrés dans les matières fécales et ont naturellement été décrits comme témoins de contamination fécale dans les eaux et certains aliments.

### d. *Clostridium* sulfite réducteur

La lecture est réalisée impérativement à 16 heures, on repérant toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 5 mm.



**Photographie 05** : Recherche de *Clostridium* sulfite réducteur.

Les résultats microbiologiques de nos prélèvements montrent la présence de 11 UFC/ml d'échantillon de lait, ce dernier est inférieur à la valeur 50 fixée par le journal officiel algérien de l'année 1998, ce qui indique que notre lait est conforme aux normes.

Les germes anaérobies sulfite-réducteurs (généralement des *Clostridium*) sont des hôtes normaux de l'intestin mais ils peuvent se rencontrer également dans le sol et dans les

matières organiques en voie de putréfaction. Leur résistance est beaucoup plus importante que celle des autres germes indicateurs car ils sont sporulés. Lorsque des bactéries anaérobies sulfitoréductrices sont présentes dans les aliments, particulièrement le *Clostridium perfringens*, c'est un des germes les plus fréquemment impliqués dans les intoxications alimentaires (**Rosec et al., 2004**).

CONCLUSION

## **Conclusion**

Le but de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance des qualités du lait de chèvre collecté dans la région d'Ouled Azzedine (Khenchela). Elle s'articule autour de deux volets. L'un axé sur les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre et l'autre volet, se consacre à l'évaluation de la qualité microbiologique de deux échantillons de lait cru de chèvre.

Les analyses physico-chimiques réalisées sur le lait de chèvre, nous ont permis de confirmer que le lait de chèvre est un lait de bonne qualité nutritionnelle, grâce à sa densité élevée et sa faible acidité. Ce dernier facteur influence considérablement la durée de conservation et agit sur son aptitude technologique, traduite par un taux d'extrait sec très appréciables dans les différentes technologies laitières.

En plus, les analyses microbiologiques à révéler une charge abondante de la flore banale avec une absence de la flore de contamination.

Cette étude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait de chèvre s'avère nécessaire pour apprécier l'aptitude hygiénique et technologique du lait et éventuellement, déceler ses effets nutritionnels.

Les vecteurs potentiels de contamination du lait sont nombreux et variés: animaux mal soignés, mamelles souillées, vêtements et mains du trayeur sales, récipients de collecte et de stockage du lait mal nettoyés et désinfectés. L'observation de pratiques hygiéniques est donc indispensable pour sauvegarder et optimiser la qualité du lait.

Malgré ces caractéristiques particulières, la production du lait de chèvre avec tous ses paramètres reste toujours très mal étudiée et ignorée. Pour une bonne valorisation de cette ressource, les autorités doivent donner plus d'intérêt au lait de la chèvre, par l'élaboration de nouveaux systèmes d'élevage.

# Références bibliographique

- **AFNOR. 1980.** Lait et produits laitiers, méthode d'analyse, Ed., Afnor, 283p. Paris.
- **Allas C. et Linden G.1987.** Biochimie alimentaire, Ed., Masson et Cie, 224p. Paris.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. 2002.** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In « VIGHOLA C.L, science et technologie du lait transformation du lait. Fondation de technologie laitière du Québec». Presses internationales polytechnique, 600 p. Québec.
- **Baazize D. 2005.** Qualité hygiénique et sanitaire du lait cru de chèvre. Mémoire de magistère. Université Saad Dahleb.70p. Blida,
- **Beerens H. et Luquet F.M. 1987.** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers, Technique et documentation, Lavoisier.130p. Paris.
- **Bernardeau M., Vernoux J.P., Dubernet S., Gueguen M. 2008.** Safety assessment of diary microorganisms: the lactobacillus genus. International journal of food microbiology. 278-285p.
- **Bertrand G. 1996.** Le dosage des sucres réducteurs, Bulletin de la Société de Chimie, 1285 p.
- **Bourgeois C., Mescle J.F., Zucca J. 1996.** Microbiologie alimentaire, Tome I : « aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité alimentaires », technique et documentation, Lavoisier. 206p. Paris.
- **Bourgeois C.M. et Larpent J.P. 1988.** Microbiologie alimentaire, Tome2 : les fermentations alimentaires Tec & Doc. Lavoisier. 226p. Paris.
- **Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. 1996.** Microbiologie alimentaire, Tome I : « aspects microbiologiques de la sécurité.et de la qualité alimentaires », Technique et documentation, Lavoisier. 141p. Paris.
- **Bouvier C. 1993.** Le lait, la nature et les hommes, Presses Pocket, 51-54p.

- **Calvo M.M. 2000.** Effects of preservation treatments and ultrafiltration on chemical and technological properties of goat dairy products. 7<sup>th</sup> International Conference on Goats France,15-21p.
- **Carole L. et Vignola C.L. 2002.** Science et technologie du lait. Presses inter Polytechnique, 600 p.
- **Cassinello J. et Pereira S. 2001.** La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines . CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A,séminaires méditerranéens.157-161p.
- **Cebo C., Caillat H., Bouvier F., Martin P., Rupp R. 2009.** Composition de la fraction protéique de la membrane du globule gras et résistance aux mammites chez les caprins. Rencontres Recherches Ruminants, 302p.
- **Curtis W. et Richardson. 1983.** Let's compare dairy goats and cows. Bulletin of Oklahoma State University, 424p.
- **Debry G. 2001.** Lait, nutrition et santé, Technique et documentation. Lavoisier, 335p.
- **Decandia M., Cabiddu A., Molle G., Branca A., Epifani G., Pintus S.,Travera F., Piredda G., Pinna G.,Addis M. 2007.** Effect of different feeding systems on fatty acid composition and volatile compound content in goat milk CIHEAM, Option Méditerranéennes ,74,129-134p .
- **Dela Torre G., Serradilla J M., Gil Extremera F.,SanzImran M., Khan H., Hassan S., Khan R. 2008.** Physicochemical characteristics of various milk samples available in Pakistan. Journal of Jhejang University Science B, 9 (7), 546-551p.
- **Dellaglio F., Deroissart H., Ourriani S.,Curk M.A. 1994.** Caractérisation générale des bactéries lactiques. 64p.
- **Demaizeres D., Michel F. 1998.** Composition and physico-chemical characteristics of goat milks containing the A or O  $\alpha$ S1 casein variants. Lait, 78,191-202p.

- **Desjeux, J.F. 1993.** Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. International Dairy Fédération, 346 p.
- **Drackova M., Hadra L., Janstova B., Navratilova P., Pridalova H., Vorlova L. 2008.** Analysis of goat milk by near-infrared spectroscopy. *Acta Veterinaria*, 77, 415-422p.
- **FAO. 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed., Rome, 30-105p. Italie.
- **FAO. 1990.** Lait d'animaux laitiers. Annuaire FAO de la production, vol 44, 301p. Rome.
- **FAO. 2004.** Lait de chamelle pour l'Afrique « atelier sur la filière laitière cameline en Afrique ». Niamey 5-8, Novembre, 2003. 79-95p. Rome.
- **FAO. 1995.** Lait et produit laitier dans la nutrition humaine, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Ed., Rome, 269p. Italie.
- **Goursoud J. 1985.** Composition et propriétés physicochimiques : Lait et produits laitiers de vache, brebis, chèvre. Ed., TEC et DOC. APRIA. 50p. Paris.
- **Gueguen B., Chamba J.F., Coulon J., Perrad E. 1996.** Effect of milk chemical composition and clotting characteristics on chemical and sensory properties of rebelchon cheeses. *J. dairy Res.*, 64, 157- 162p.
- **Guezziak T. 1997.** Lait de chèvre : l'intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre. « actes du colloque institut national de la recherche agronomique », Ed., INRA. 127-128, 191p. Paris.
- **Guiraud J.P. et Galzy P. 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires, Ed. Lavoisier, 119 p. Paris.
- **Guiraud J.P. 1998.** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Tech et doc lavoisier. 615p. Paris.
- **Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Tech et doc lavoisier. 136-137pp. Paris.
- **Haddadou M.A. 1994.** Guide de la culture et de la langue berbères. ENAL, 152-154p.

- **Hossaini-Hilali J., Benlamlih S., Dahiborn K. 1993.** Fluid balance and milk secretion in the fed and feeddeprived black Moroccan goat. *Small Ruminant Research*, 12 (3), 271-285p.
- **Jeantet R., Croguenne T., Machaut M., Schuck P., Brulé G. 2008.** Les produits laitiers. Ed. TEC et DOC, 122p.
- **Journal Officiel de la République Algérienne, N°35. 1998.** ANNEXE 1 : critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires, 35p.
- **Journal Officiel de la République Algérienne, N°74. 2014.** ANNEXE 1 : critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires, 74p.
- **Karrouche M. 1994.** Effet périodique de la traite sur la composition du lait. Mémoire d'ingénieur. 68p. Batna
- **Khiari M. et Bouferouk A. 2012.** Caractéristique physicochimique et microbiologique de fromage traditionnelle bouhazezza au lait de chèvre. Mémoire d'ingénieur, INATA .Constantine, 65 p.
- **Labioui H., Elmoualdi L., Benzakour A., Elyachioui M., Bernyel H., Ouhssine M. 2009.** Etude physico chimique et microbiologique de lait cru. *Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux* ,148-716p.
- **Lamontage M., Chapagne C.P., Rettz-Ausseau J., Montneau S., Garoner N., Lamoureux M. 2002.** Microbiologie du lait. « In science et technologie du lait transformation du lait » .Ed. Presses internationales. 75-151pp. Canada.
- **Larpent J.P. 1988.** Microbiologie alimentaire : techniques de laboratoire Sciences et Techniques agro-alimentaires .Ed., Technique et Documentation Lavoisier, 906p. Paris.
- **Lefrileux Y., Raynaud S., Morge S., Barral J., Gauzere Y., Doutart E., Laithier C. 2009.** Influence de deux systèmes d'alimentation sur la production et la composition du lait de chèvre hautes productrices et incidences technologiques en fabrication fermière lactique. *Rencontres Recherches Ruminants*, 16, 139-142p.

- **Lemens P. 1983.** Propriétés physico-chimique, nutritionnelles et biochimique du lait. Ed. Technique et documentation, Lavoisier. Paris. 2-21p.
- **Lowry O., Nira J., Rosebrough A., Lewis F and Rose J. 1951.** Protein measurement with the Folin Phynol reagent. The Journal Of Biological Chemistry, 265-275 p.
- **Luquet F.M. 1985.** Lait et produits laitiers, vache-brebis-chèvre. Ed., Tec &Doc, Lavoisier. 633 p. Paris.
- **Mah M.F., Manfredi E., Ricordeau G., Piacere A. et Grosclaude F. 1993.** Effets du polymorphisme de la caséine  $\alpha$  s1 caprine les performances laitières : analyse intra descendance de boucs de race alpine. Genetic science and evolution , 156-157p.
- **Marchal N., Obre A., Buttion R., Boudon J.L. et Richard C.L. 1982.** Les milieux de cultures pour l'Isolement et l'Identification Biochimique des Bactéries. DOIN, 2ème Ed. 155p. Paris.
- **Masle I., Morgan F. 2001.** Aptitude de lait de chèvre a l'acidification par les ferments lactique : facteurs de variation liés à la composition de lait, 561-569p.
- **Mathieu J. 1998.**Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc.1ère Ed. Lavoisier. 478p. Paris.
- **Ndao S. 1996.** Contribution à l'étude de la contamination des laits caillés artisanaux sénégalais par les staphylocoques présumés pathogènes. Th. Méd. Vét., 18-16p. Dakar.
- **Oultache K. et Ounissi H. 2013.** Etude de l'activité antibactérienne des bactéries lactique isolées à partir de fromage traditionnel Bouhezza au lait de chèvre, 65p.
- **Petransxine D. et Lapied L. 1981 .**Qualité bactériologiques du lait et des produits laitiers. 2<sup>ème</sup> édition TEC et DOC, Lavoisier, 120p. Paris.
- **Pierre A., Jean-luc Le Quere., Riaublanc A., Yvon Le Graet., Kouniba A. 2007.** Caractérisation physico - chimique du lait de chèvre comparée à cellesdu lait de vache et de dromadaire et étude de son aptitude fromagère. Bulletin de l'InstitutAgronomique et Vétérinaire HASSAN II, 156p.

- **Pizzarro Borges C H., Cordeiro P R C., Bresslan S. 2007.** Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count «in southeastern Brail International symposium», ZARAGOZA, 28 and 30 October, SPAIN.
- **Prescott J. PLansing M., Donald A. et Klein L. 2003.** Microbiologie de boeck supérieur, 123-125p.
- **Raynal-jutovac K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y. 2008.** Composition of goat and sheep milk products: An update. Small Ruminant Research, 79, 57-72p.
- **Remeuf F. et Lenoir J. 1985.** Caractéristiques physico-chimiques de lait de chèvre. Revue Laitière Française, 446, 32-40p.
- **Remeuf F., Guy R., Brignon G., Grosclaud E.F. 2001.** Influence de la teneur en caséine  $\beta$  sur les caractéristiques physicochimiques et l'aptitude à la coagulation enzymatique du lait de chèvre. Lait, 81, 731-742p.
- **Remeuf F. 1993.** Influence du polymorphisme génétique de la caséine  $\alpha S1$  caprine sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait. Lait, 73, 549-557p.
- **Rosec J.P., Carlez A., Dumay E., Richard N., Cheftel J.C. 1994.** Extended Shelf Life Refrigerated Foods: microbiological quality and safety, a publication of the institute of food technologists' expert panel on food safety and nutrition. Journal of Dairy Science, 14, 349–358p.
- **Sampelayo M. R. 2008.** Nutritional utilization in malaguena dairy goats differing in genotypes for the content of  $\alpha S1$ -casein in milk. Journal of Dairy Science, 91, 2443-2448p.
- **Semasaka G. 1986.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar. Th. Méd. Vét., 6, 133 p. Dakar.
- **Touhami M. 1997.** Intérêt nutritionnel du lait de chèvre. In l'Intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Ed. INRA, 93- 1991p. Paris.

- **Vassal L., Delacroixbuchet A., Bouillon J. 1990.** Influence des variants AA, EE et FF de la caséine  $\alpha$ S1 caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles de fromages traditionnels : premières observations. Lait, 74, 89-103p.
- **Veisseyre R. 1979.** La technologie du lait, constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Maison rustique, 697 p.
- **Vignola C.L. 2002.** Science et technologie du lait, transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal, 29, 355p.
- **Wehrmuller K., et Ryffel S. 2007.** Produits au lait de chèvre et alimentation. ALP actuel, no 27. Ed, Sta. Rech. Agro. 36p. Suisse.
- **Zahraddeen D., Bustwat I. S. R., Mbap S. T. 2007.** Evolution of some factors affecting milk composition of indigenous goats in Nigeria. Livestock Research for Rural Development, 19 (11), 1-8p.

### **Siteweb**

- <http://faostat.fao.org/> (Page consultée le 25 mars 2015)
- <http://www.itelv.dz/> (Page consultée le 10 mars 2015)
- [http://www.waliboo.com/animaux\\_de\\_la\\_ferme/dossiers/alimentation/comparaison-de-la-valeur-nutritionnelle-du-lait-de-vache-et-du-lait-de-chevre/21488](http://www.waliboo.com/animaux_de_la_ferme/dossiers/alimentation/comparaison-de-la-valeur-nutritionnelle-du-lait-de-vache-et-du-lait-de-chevre/21488) (Page consultée le 25 avril 2015)

# Annexes

## **Annexes 01 :Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques**

- Verrerie usuelle (Erlen meyers, béchers, fioles, pipettes graduées, tube à essais, burettes, entonnoirs, verre de montre...).
- pH-mètre.
- Spectrophotomètre visible-UV.
- Densimètres, agitateur magnétique chauffant, bain marie, balance électronique.
- Solvants (acide acétique, acide sulfurique).
- Sels (acétate de zinc, carbonate de sodium, chlorure de sodium, hexacyanoferrate de potassium, sulfate d'ammonium, sulfate de cuivre, sulfate de potassium, tartrate double de sodium et potassium).
- Colorants et réactifs spécifiques (réactif de Folin, phénophtaléine, Sérum Albumine Bovine (BSA)).
  
- Verrerie usuelle (pipettes pasteur, tube à essai, boîte pétri stérile ...).
- Appareils : étuve, autoclave, four pasteur, réfrigérateur.
- Milieux de culture : Gélose Nutritive, MRS, M17, SS, Rothe, Eva-Litsky, Tergitol 7, Viande-Foi, CHAPMAN.

## **Annexes 02: Dosage de lactose**

Déféquer le lait :

1. Mélanger du lait avec du noir de carbone animal;
2. filtrer sur un entonnoir et un papier filtre. → Placer le lait déféqué dans une burette.
3. Ajuster au zéro. → Verser dans un erlenmeyer (100 mL) quelques billes de verre et 5 mL de liqueur de Fehling. (On peut éventuellement ajouter 10mL d'eau).
4. Amener la liqueur de Fehling à ébullition à l'aide d'un bec électrique ou d'un agitateur magnétique chauffant.
5. Verser doucement, sans arrêter l'ébullition, la solution sucrée jusqu'à disparition de la coloration bleue (sans apparition de la coloration jaune).
6. Soit V le volume en mL versé.

### **Annexes 03: Milieu gélose nutritive**

en grammes par litre d'eau distillée

- Extrait de levure.....2g
- Extrait de viande.....1g
- Peptone.....5g
- NaCl.....5 g
- Agar.....14g

pH final = 7,4

### **Annexe 04: Milieu MRS**

Pour 1 litre de milieu :

- Polypeptone.....10,00 g
- Extrait de viande .....10,00 g
- Extrait autolytique de levure .....5,00 g
- Glucose.....20,00 g
- Tween 80.....1,08 g
- Phosphate dipotassique .....2,00 g
- Acétate de sodium.....5,00 g
- Citrate d'ammonium.....2,00 g
- Sulfate de magnésium .....0,20 g
- Sulfate de manganèse.....0,05 g
- Agar agar bactériologique.....15,00 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 5,7 ± 0,1

### **Annexe 05: Milieu Tergitol 7**

Pour 1 litre de milieu :

- Peptone pancréatique de viande .....10,0 g
- Extrait de viande .....5,0 g
- Extrait autolytique de levure.....6,0 g
- Lactose .....20,0 g
- Tergitol 7 .....0,1 g
- Bleu de bromothymol .....50,0 mg

- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium .....25,0 mg

- Agar agar bactériologique.....10,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2

## **Résumé**

L'objectif de notre travail vise dans le premier temps à évaluer les caractéristiques physico-chimique, et en deuxième temps nous avons procédé à une analyse microbiologique de lait de chèvre cru.

Le matériel d'étude est constitué de deux échantillons de lait prélevé d'un troupeau sain constitué d'une dizaine de chèvre issu de la région d'Ouled Azzdine -Khenchela- .

Les analyses effectuées ont portées sur le pH, l'extrait sec total, les protéines, la matière grasse et le lactose.

Les résultats obtenus pour ces paramètres, notamment l'extrait sec (112,8g/l), la matière grasse (44g/l), le lactose (41,7g/l) et les protéines (27g/l), font état de la bonne valeur nutritionnelle du lait collecté localement.

Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une étude microbiologique qui a montré qu'il y a une absence des germes pathogènes ce qui nous permet de dire que ce type de lait a une bonne qualité hygiénique et microbiologique.

---

**Mots clés :** lait de chèvre, protéines, pathogènes.

## **Abstract**

The aim of our work is in the first time to assess the physico-chemical characteristics, and the second time we conduct a microbiological analysis of raw goat milk.

The study material consists of two milk samples taken from a healthy herd consists of ten goat from the region of Ouled Azzdine -Khenchela-.

The analyzes carried on pH, total solids, protein, fat and lactose. The results for these settings, especially the dry extract (112,8g / l) fat (44g / l), lactose (41,7g / l) and protein (27g / l), show good nutritional value of milk collected locally.

Secondly, we conducted a microbiological study showed that there was an absence of pathogens which allows us to say that this type of milk has a good hygienic and microbiological.

---

**Keywords:** goat milk, proteins, pathogens.

## ملخص

الهدف من عملنا في المرحلة الأولى هو تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وفي المرحلة الثانية درسنا الجودة الميكروبيولوجية لحليب الماعز الخام.

عينات اللبن مأخوذة من قطيع صحي يتكون من عشرة الماعز من منطقة أولاد عز الدين - خنشلة.

تحليل درجة الحموضة، المواد الصلبة الكلية والبروتين والدهون واللاكتوز بينت ان القيمة الغذائية للحليب عالية جدا.

ثانيا أظهرت الميكروبيولوجية لحليب الماعز أن هناك غياب مسببات الأمراض والذي يسمح لنا أن نقول أن هذا النوع من الحليب ذو الجودة الصحية جيدة.

---

كلمات المفتاحية: حليب الماعز والبروتينات ومسببات الأمراض