

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
**Université Blida 1**  
**Institut des Sciences Vétérinaires**



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Qualité microbiologique et sanitaire du lait cru de chèvre dans la  
wilaya de Bouira et les wilayas limitrophes**

Présenté par  
Sarri Yasmine & Bouchenak Sabrina

**Devant le jury :**

<b>Président(e) :</b>	Kebbal Sedik	MCB	USDB
<b>Examineur :</b>	Hezil Nadia	MAA	USDB
<b>Promoteur :</b>	Dechicha Amina	MCB	USDB
<b>Co-promoteur :</b>	Baazize-Ammi Djamila	MCB	USDB

**Année universitaire : 2017/2018**

## Remerciements

Nous remercions tout d'abord, notre vénéré Allah, le tout puissant, à qui nous devons tout.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre responsable de recherche Madame Dechicha Amina, maître de conférences à l'université Saad Dahleb de Blida 01, d'avoir dirigé notre travail de recherche. Nous la remercions également pour ses précieux conseils, et surtout sa disponibilité.

Nous tenons aussi à exprimer toute notre reconnaissance à Madame Baazize-Ammi Djamila, maître de conférences à l'université Saad Dahleb Blida 01, pour avoir Co-encadré ce travail. Merci du temps qu'elle a consacré à notre travail, et d'avoir permis à cette expérience de mémoire d'être diversifiée et enrichissante.

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur Kebbal Sedik, maître de conférences à l'université Saad Dahleb Blida 01, d'avoir accepté d'être le président des jurys et de nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail.

Nous sommes très reconnaissantes à Madame Hezil Nadia d'avoir accepté de faire partie de notre jury, témoignant ainsi l'intérêt qu'elle porte à notre travail de mémoire.

Nous adressons, particulièrement, nos vifs remerciements et toutes nos chaleureuses gratitude à toute l'équipe du laboratoire d'hygiène de Blida.

Nous tenons à remercier aussi Monsieur Djoudi Mustapha le chef de département des sciences vétérinaires de l'université Saad Dahleb Blida 01, pour ses encouragements.

Et nous remercions également monsieur le directeur de l'institut des sciences vétérinaires de l'université Saad Dahleb Blida 01, Monsieur Menouari Nabil.

Notre gratitude est aussi destinée à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui tiennent une place immense dans mon cœur, merci pour le soutien, l'encouragement et surtout les sacrifices, Pour votre patience dans les moments difficiles et votre amour constant. Vous avez toujours été là pour moi, je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferais toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

Et bien sur a mes chers frères Mohamed et Adel en témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu le tout puissant vous protège et vous garde.

Toute ma famille, et mes proches.

Mes tantes Zoulikha et Zahia pour leur aide merci infiniment.

Ma cousine Camelia et sa petite famille merci pour tout.

Mon amie d'enfance et mon binôme Yasmine S En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble, et a toute sa famille.

A mes amis Ahlem H, Meriem K, Yasmine M, Nassima B, Oussama A, Oussama S merci de faire partie de ma vie.

La mémoire de mes grands parents, j'aurais tant aimé que vous soyez présents, que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Dans cette épreuve où seuls le courage et la maîtrise des connaissances ne suffisent pas, la force qui donne l'impulsion ne peut provenir que du BON DIEU.

Sabrina

## Dédicaces

*Je dédie ce mémoire à*

*MA TRÈS CHÈRE MÈRE, autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes cotés pour me consoler quand il fallait. Je peux tenter de faire pour toi tout ce que tu as fait pour moi, mais je sais que je n'y parviendrais jamais. Je voudrais donc t'offrir ce travail aussi modeste soit-il, l'expression des mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Mes très chers sœurs Sabrina et Katia. En souvenir d'une enfance dont nous avons partagé les meilleurs et les plus agréables moments; pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent.*

*Ma grande famille, mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins et cousine et plus particulièrement Razika, Hanane, Yasmine, Fella, Radia, Manel et Ilhem.*

*Ma chère amie d'enfance et mon binôme Sabrina B et toute sa famille.*

*Tous mes amis Ahlem H, Meriem K, Souad S, Lydia F, Oussama S, Nabil S.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

*Merci au bon dieu qui nous a donné la force pour réaliser ce travail.*

*Yasmine*



## Résumé

Le lait constitue un produit de base dans la ration alimentaire en Algérie, mais le lait de chèvre encore vendu et consommé à l'état traditionnel fait rarement l'objet d'un contrôle de qualité. La présente étude a porté sur le contrôle de la qualité microbiologique de ce dernier.

Vingt échantillon de lait de mélange ont été récupéré directement au niveau des élevages caprins de certaines wilayas du centre de l'Algérie, à savoir : Bouira, Béjaia, Borj Bouaririj et M'sila.

L'analyse microbiologique a compris le dénombrement de la flore totale mésophile aérobie (FAMT), les coliformes totaux et thermo-tolérants, les staphylocoques aureus, les clostridium sulfite-réducteurs, et les salmonelles. Une classification des laits selon les normes du journal officiel de la république algérienne (2017) a été tentée.

Les résultats ont montré que 35% des échantillons ont une qualité non satisfaisante par rapport à la présence des staphylocoques aureus. En revanche, 65% des échantillons sont conformes aux normes et sont qualifiés d'avoir une qualité satisfaisante.

**Mots clé :** lait cru, chèvre, contrôle de qualité, analyse microbiologique.

## Summary

Milk is a basic product in Algeria's food supply, but goat's milk, that is still sold and consumed in the traditional way, is rarely subjected to quality control. The present study focuses on the microbiological quality control.

Twenty samples of tank milk have been brought directly from the goat farms of some caprine breedings in central Algeria, namely: Bouira, Bejaia, Borj Bouaririj and M'sila.

The Microbiological analysis included enumeration of total aerobic mesophilic flora (TAMF), the total and thermo-tolerant coliforms, staphylococci aureus, clostridium sulphite reducers, and the salmonella. A classification of milks according to the standards of the official newspaper of the Algerian Republic (2017) was attempted.

The results showed that 35% of the samples gave an unsatisfactory quality because of the presence of aureus staphylococci. On the other hand, 65% of the samples are conform to the standards and are of a satisfactory quality.

**Key words:** raw milk, goat, quality control, microbiological analysis.

## ملخص

يعتبر الحليب أحد الأغذية الأساسية في الجزائر بينما حليب الماعز، الذي لا يزال يباع ويستهلك على الطريقة التقليدية، نادراً ما يخضع لمراقبة الجودة. ركزت الدراسة الحالية على التحكم في الجودة الميكروبيولوجية لهذا الأخير.

تم إحضار عشرين عينة من خليط الحليب، مباشرة من مزارع الماعز في بعض الولايات في وسط الجزائر، وهي: البويرة، بجاية، برج بوعرييج، المسيلة.

وشمل التحليل الميكروبيولوجي تعداد مجموع الفلورا الهوائية متوسطة الحرارة (FAMT)، ومجموع القولونيات و القولونيات القابلة للحرارة (les coliformes totaux et thermo-tolérants)، المكورات العنقودية الذهبية (staphylocoques aureus)، الكلوستريديا مخفضات سلفيت (clostridium sulfite-réducteurs) والسالمونيلا (salmonelles). وتمت محاولة تصنيف الحليب وفقاً لمعايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2017).

أوضحت النتائج أن 35% من العينات كانت غير مرضية بالنسبة لوجود المكورات العنقودية الذهبية (staphylocoques aureus) و من ناحية أخرى، فإن 65% من العينات كانت مطابقة للمعايير ومؤهلة للحصول على جودة مرضية.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب الطازج، الماعز، مراقبة الجودة، التحليل الميكروبيولوجي.

## sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
--------------------------	----------

### **Partie bibliographique**

#### **Chapitre 1 : généralité sur le lait de chèvre**

<b>1. Le cheptel caprin dans le monde.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Production de lait de chèvre.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Dans le monde.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. En Algérie .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Composition du lait.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Composition cellulaires et microbiennes.....</b>	<b>8</b>
<b>6. Valeur nutritionnelle du lait de chèvre.....</b>	<b>9</b>

#### **Chapitre 2 : qualité hygiénique du lait**

<b>1. Flore microbienne du lait.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Flore originelle.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Flore de contamination.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1. Flore d'altération .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1.1. Les entérobactéries.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1.2. Les coliformes.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1.3. La flore psychotrope.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1.4. La flore thermorésistante.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1.5. Genre <i>clostridium</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1.6. Levures et moisissure.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2. Flore pathogène.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2.1. Les salmonelles.....</b>	<b>17</b>

1.2.2.2. Escherichia coli.....	18
1.2.2.3. Les staphylocoques.....	18
1.2.2.4. Listeria monocytogènes.....	18
1.2.2.5. Germes zoonotiques.....	19

### **Chapitre 3 : Impact de la qualité du lait**

1. Impact économique.....	21
2. Impact sur la santé publique .....	21
2.1. Dangers physiques.....	21
2.2. Dangers chimiques.....	22
2.1. Les additifs.....	22
2.2. Les résidus des médicaments vétérinaires.....	22
3. Dangers biologiques.....	23
3.1. Non bactériens.....	23
3.1.1. Les protozoaires.....	23
3.1.2. Les mycotoxines.....	23
3.1.3. Les virus.....	23
3.2. Bactériens.....	23

### **Partie expérimentale**

#### **Matériels et Méthodes**

1. Période et lieu de l'étude .....	26
2. Matériel et méthodes.....	26
2.1. Matériel .....	26
2.2. Méthodes.....	26
2.2.1. Prélèvements.....	26
2.2.2. Préparation des dilutions décimales.....	27
2.2.3. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	28
2.2.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants.....	30

2.2.5. Recherche et dénombrement des staphylocoques aureus.....	31
2.2.6. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs (CSR).....	33
2.2.7. Recherche et dénombrement des salmonelles .....	35
2.2.8. Interprétation des résultats.....	36

## **Résultats et Discussion**

1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	39
2. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants.....	40
3. Dénombrement des staphylocoques aureus.....	43
4. Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs (CSR).....	45
5. Dénombrement des salmonelles .....	46
6. Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons.....	47

## Liste des tableaux

	<b>Titre des tableaux</b>	<b>page</b>
<b>Tableau 1</b>	Situation mondiale du cheptel caprin et ovin.....	5
<b>Tableau 2</b>	Comparaison de la composition et des caractères physico-chimiques du lait de différentes espèces .....	8
<b>Tableau 3</b>	Composition nutritionnelle moyenne pour 100 g de lait de chèvre, de vache et du lait humain.....	10
<b>Tableau 4</b>	Les divers aspects de la qualité du lait.....	12
<b>Tableau 5</b>	Classification des bactéries lactiques.....	14
<b>Tableau 6</b>	Résultats du dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	39
<b>Tableau 7</b>	Résultats du dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants.....	41
<b>Tableau 8</b>	Résultats du dénombrement des staphylocoques aureus.....	43
<b>Tableau 9</b>	Résultats du dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs.....	45
<b>Tableau10</b>	Résultats du dénombrement des salmonelles.....	46
<b>Tableau 11</b>	évaluation de la qualité microbiologique des échantillons.....	48

## Liste des figures

Titres des figures	Pages
<b>Figure 1</b> : Nombre de chèvres dans le monde durant la période de 1990 à 2008.....	4
<b>Figure 2</b> : Les dix premiers pays producteurs de lait de chèvre en 2013.....	6
<b>Figure 3</b> : Sources et voies de contamination du lait et des produits par Pseudomonas.....	16
<b>Figure 4</b> : Préparation des dilutions décimales.....	28
<b>Figure 5</b> : recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	29
<b>Figure 6</b> : recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants.....	31
<b>Figure 7</b> : recherche et dénombrement des staphylocoques aureus.....	33
<b>Figure 8</b> : recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs.....	34
<b>Figure 9</b> : recherche et dénombrement des salmonelles.....	36

## Listes des abréviations

% :	Pourcentage
AFNOR :	Association Française de Normalisation
ALC :	Alcool
C° :	Degré celsius
Ca :	Calcium
CSR :	Clostridium sulfito-reducteurs
Cu :	Cuivre
D° :	Degré doronic
EPT :	Eau pepronée tamponnée
Fe :	fer
FMAT :	Flore mésophile aérobie totale
g :	Gramme
H :	Heure
H <sub>2</sub> O :	Eau
JORA :	Journal Officiel de la République Algérienne
K :	Potassium
K cal :	Kilo calories
Kj :	Kilo joule
Mg :	Magnésium
ml :	Millilitre
Mn :	Minute
MSU :	Matières sèches utiles
Na :	Sodium
P :	Phosphore

pH : Potentiel d' Hydrogène  
SFB : Selinite F Broth  
SM : Solution mère  
Sp : Sous espèce  
TGEA : Tryptone glucose yeast extract agar  
TIAC : Toxi-infections alimentaires collectives  
TSE : tryptone sel eau  
UFC : Unité formant colonie  
VF : Viande foie  
Zn : Zinc

# *Introduction*

Le lait constitue un produit de base dans la ration alimentaire en Algérie, sa consommation est égale à 110 litres / hab / an, contre 65 au Maroc et 85 en Tunisie. (Dilmi Bouras, 2008)

Sa part dans les importations alimentaires totales du pays représente environ 22%, nous importons plus de 70% des disponibilités en lait et produits laitiers. Classé comme 3ème importateur mondial, la filière lait en Algérie est très dépendante du marché mondial. (Dilmi Bouras, 2008).

La production laitière en Algérie est assurée à 80% par le cheptel bovin, le reste par le lait de brebis et le lait de chèvre; la production laitière cameline est marginale (Dilmi Bouras, 2008). A ce jour, la filière laitière en Algérie n'a pas réussi à suivre l'évolution de la consommation par habitant et satisfaire les besoins d'une population croissante, d'où la nécessité de s'orienter vers l'exploitation de nouvelles ressources laitières, telles que le lait de brebis et de chèvre.

Sur la base de son contenu nutritionnel, le lait de chèvre est considéré comme étant l'un des plus complet et des mieux équilibrés, il pourrait constituer un bon substitut du lait de vache (Jenot *et al*, 2000; Doyon, 2005).

En Algérie, bien que l'effectif caprin de races croisées ait doublé au bout de 20 ans (1992 – 2011), la production de lait de chèvre a connu une faible progression en termes de quantité produite. Durant cette période, celle-ci est passée de 138800 à 248400 tonnes (Mouhous *et al*, 2016).

La transformation du lait de chèvre reste faible malgré la rusticité et l'adaptation de la chèvre aux conditions qu'offre notre pays. Les produits dérivés sont la plupart du temps des laits fermentés (Raïb, Lben et Jben), le plus souvent de qualité sensorielle variée (Badis *et al*, 2005).

La composition du lait de chèvre varie grandement dû à de nombreux facteurs: saison, alimentation, stade de lactation, statut physiologique, santé du pis, génétique, environnement et région de production (Espie et Mullan, 1990 ; Pal et coll, 1994 ; Soryal et coll, 2004). Par ailleurs, la présence de nombreux facteurs de croissance favorise la multiplication des germes provenant des mauvaises conditions d'hygiène ainsi que l'état sanitaire de l'animal (Coorevitsa *et al*, 2008).

Ainsi, dans une perspective d'une hausse de la production, de la commercialisation et de la transformation, une véritable prise en compte de la maîtrise de la qualité hygiénique et sanitaire du lait cru et de ses dérivés est nécessaire.

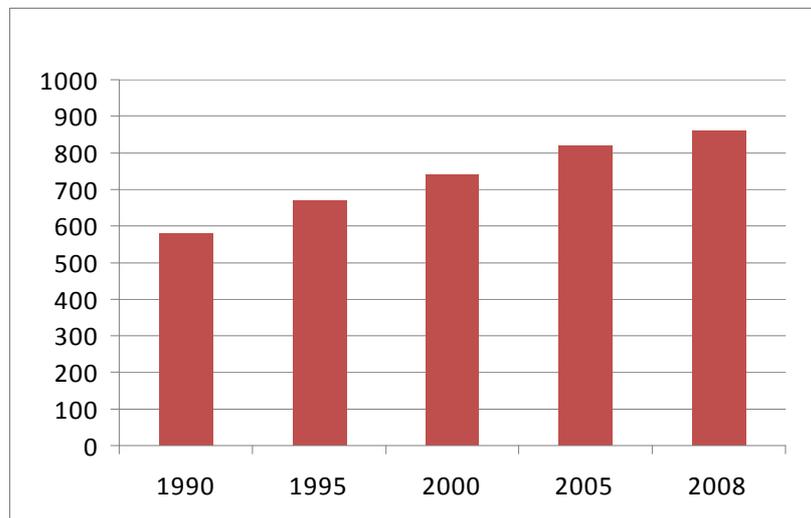
La législation Algérienne dans ses différentes mises à jour du journal officiel, donne les critères de qualité du lait cru, sans pour autant spécifier l'espèce. Le lait de chèvre encore vendu et consommé à l'état traditionnel fait rarement l'objet d'un contrôle de qualité.

Dans la présente étude, nous nous sommes fixé l'objectif de contrôler la qualité hygiénique et sanitaire du lait cru de chèvre provenant de quelques élevages caprins de la wilaya de Bouira et des wilayas limitrophes.

*Partie*  
*bibliographique*

## 1. Le cheptel caprin dans le monde

Le nombre total de chèvres dans le monde a augmenté de 146 % du nombre total retrouvé en 1990 (590.1million). Ce dernier n'a cessé d'augmenter depuis 1990 par à peu près 1% à 4% chaque année (cf. Figure 1).



**Figure 1 :** Nombre de chèvres dans le monde durant la période de 1990 à 2008 (FAOSTAT, 2008).

Selon (FAOSTAT, 2008), le nombre total de chèvres et de moutons dans le monde était respectivement de 861.9 et de 1078.2 millions, c'est-à-dire, il y'a approximativement une chèvre pour 1.25 moutons dans le monde. Cependant, d'énormes variations existent dans les différentes parties du monde concernant le nombre de chèvre et leurs taux en comparaison avec les ovins et leur pourcentage.

Le plus grand nombre de chèvres est observé en Asie, suivie par l'Afrique avec respectivement 59,7% et 33,8 % faisant un total de 93,5 % du nombre total dans le monde. Le nombre le plus faible est enregistré en Océanie qui compte 0.1 %, du nombre total dans le monde.

Le tableau 1 démontre le nombre de populations de chèvre et de moutons dans différentes parties du monde de même que pour les taux de chèvres par rapport au moutons ainsi que leur pourcentage du nombre total de chèvre et de moutons dans le monde.

**Tableau 1** : Situation mondiale du cheptel caprin et ovin (FAOSTAT, 2008)

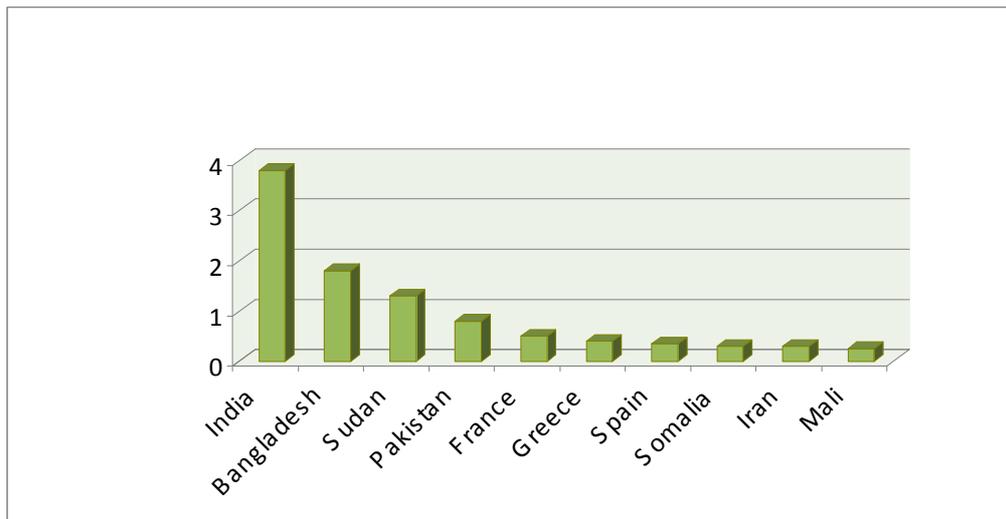
Continents	Nombre (millions)		Taux		pourcentage du nombre total (%)	
	Chèvres	Moutons	chèvres	Moutons	chèvres	Moutons
Asie	514.4	452.3	1	0.9	59.7	42.0
Afrique	291.1	287.6	1	1.0	33.8	26.7
Amérique du nord	3.0	6.9	1	2.3	0.4	0.6
Amérique centrale	9.0	8.1	1	0.9	1.0	0.8
Caraïbes	3.9	3.1	1	0.8	0.5	0.3
Amérique du sud	21.4	73.1	1	3.4	2.5	6.8
Europe	18.0	133.9	1	7.4	2.1	12.4
Océanie	0.9	113.1	1	119.2	0.1	10.5
<b>Monde</b>	861.9	1078.2	1	1.25		

## 2. Production de lait de chèvre:

### 2.1. Dans le monde:

La production du lait de chèvre a augmenté durant les années 2000-2013, Le continent le plus grand producteur est l'Asie (10,65 millions de tonnes), suivi par l'Afrique (4,65 millions de tonnes), l'Europe (2,53 millions de tonnes) et enfin les deux Amériques (0,59 million de tonnes) (FAOSTAT, 2016)

Dans un classement des 10 premiers pays producteurs de lait de chèvre en 2013 par FAOSTAT (2016), l'Inde est apparue en première position (3,7 millions de tonnes), suivi du Bangladesh (1,7 million de tonnes) et le Soudan (1,3 millions de tonnes). Le Mali se retrouve à la dixième place avec 0,35 million de tonnes (cf. figure 2).



**Figure 2 :** Les dix premiers pays producteurs de lait de chèvre en 2013 (FAOSTAT, 2016)

## 2.2. En Algérie :

En Algérie, le lait de chèvre représente une part négligeable dans la production nationale de lait (Mouhous *et al*, 2016). Bien que l'effectif caprin de races croisées ait doublé au bout de 20 ans (1992 – 2011) pour atteindre 4544000 têtes dont 60% de femelles (Moula *et al*, 2003), la production de lait de chèvre a connu une faible progression en termes de quantité produite. Durant cette période, la quantité de lait produite est passée de 138800 à 248400 tonnes, Le système d'élevage caprin demeure extensif, il est surtout localisé dans les zones montagneuses (Mouhous *et al*, 2016). Cet élevage est considéré souvent comme activité secondaire qui assure une liquidité financière en cas de besoins (Jansen et van den Burg, 2004). Plusieurs tentatives de son développement ont été lancées auparavant, mais avec peu de succès, avec une alimentation basée sur le pâturage, la productivité laitière des chèvres est toujours faible. Cela représente l'une des contraintes au développement d'une filière caprine laitière (Mouhous *et al*, 2016).

## 3. Composition du lait:

Le lait se définit comme une émulsion de matières grasses sous forme de globules de gras dispersés dans une solution aqueuse (sérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum, etc.) et les autres sous forme colloïdale (caséines). Enfin, certains éléments, comme les minéraux, peuvent être soit à l'état dissous dans le sérum, soit à l'état colloïdal lorsqu'ils sont associés aux micelles de caséines (Doyon *et al*, 2005).

#### 4. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre :

Le lait de chèvre est un liquide constitué principalement d'eau (90%), de protéines, de matière grasse, de sucre et de minéraux. Sa couleur blanche et opaque est due à la réfraction de la lumière sur les particules de protéines regroupées sous forme de sphères ou "micelles " (Pradal, 2012). En raison de l'absence de  $\beta$ -carotène, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache. Avec un goût légèrement sucré. Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (Zeller, 2005 ; Jouyandah et Abroumand, 2010).

Le lait de chèvre contient une teneur moindre en matières sèches utiles (MSU) comparativement au lait de vache, en effet on constate moins de matières grasses (35g contre 38g ) et moins de matières protéiques (29g contre 33g) soit 7g de MSU en moins par litre (64g contre 71g). La matière grasse du lait de chèvre est essentiellement constituée de triglycérides, elle contient 17% d'acides gras caprique, caproïque et caprylique qui sont des acides gras saturés à courte chaîne contre 5% en lait de vache ce qui explique ce goût particulier du lait et du fromage de chèvre (Pradal, 2012).

Les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre comparées à celles du lait de vache et de brebis sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 2:** Comparaison de la composition et des caractères physico-chimiques du lait de différentes espèces.

Constitution (gr/kg de lait) / constante	Lait de chèvre	Lait de brebis	Lait de vache	Références
Eau/ Energie (kcal/litre)	900-920/ 600 - 750	830-850/ 1100	890-910/ 705	(Pradal, 2012)/ (Bocquier <i>et al</i> , 1993)
Matières sèches/ Densité du lait entier à 20 °C	115-117/ 1,027-1,035	185-190/ 1,034 - 1,039	120-130/ 1,028-1,033	(Pradal, 2012)/ (Filipovitch, 1954)
Matières grasses/ Point de congélation (°C)	33-38/ 0,550 - 0,583	70-75/ 0,570	36-40/0,520-0,550	(Pradal, 2012)/ (Larpen, 1990)
Matières azotées Dont: -Caséines -Protéines solubles -Azotes non protéines	28-30 18 8 3	55-65 48 10 2	32-34 24 7 2	(Pradal, 2012).
Lactoses	47-48	47-48	48-50	(Pradal, 2012)
Matières minérales/ Acidité titrable(°Dornic)	7-8/ 14-18	11-12/ 22-25	7-8/ 15-17	(Pradal, 2012)/ (Amiot et Lapointe-Vignola, 2002)
Poids du litre/ Indice de réfraction	1030/1,35-1,46	1038/1,33 - 1,40	1032/1,45-1,46	(Pradal, 2012)/ (Jeunet et Grappin, 1970)
pH	6.4-6.8 soit 12 à 14°D	6.6-6.65 soit 18 à 22°D	6.65-6.85 soit 16 à 18°D	(Pradal, 2012).
Tension superficielle du lait entier à 15°C (dynes Cm)	52	45/49	50	(Kopaczewski, 1936)

## 5. Composition cellulaires et microbiennes

Un lait qualifié de normal contient des cellules somatiques. Le terme de cellules somatiques s'opposant à celui de cellules « étrangères » qui peuvent être présentes dans un lait contaminé telles que les bactéries (Liu, 1988). Quatre types de cellules sont présents dans le lait : les polynucléaires (0-11%), les lymphocytes (10-27%), les macrophages (66-88%) et les cellules épithéliales (0-7%) (Lee *et al*, 1980). Les germes du lait peuvent être des moisissures, des levures ou des bactéries.

Le nombre de cellules somatiques n'est pas précisé pour le lait de chèvre (Jaubert, 1997). En effet, Les variations dans le nombre de cellules somatiques dans le lait des chèvres sont associés à la race, la parité, le stade de lactation, le type de naissance, variation d'œstrus, la période diurne, mensuelle et saisonnière (Gonzalo *et al*, 2006; Raynal-Ljutovac *et al*, 2007)

Le stade de lactation représente le facteur le plus important associé à l'élévation du niveau de cellules somatiques dans le lait de chèvre (Rota *et al*, 1993; Wilson *et al*, 1995; Galina *et al*, 1996; Zeng *et al*, 1997). Le nombre de cellules somatiques dans le lait de chèvre augmente pendant la lactation, passant de 200.000 cellules/ml à plus de 1.000.000 cellules/ml mais il arrive que l'on retrouve déjà un nombre élevé de cellules somatiques au début de la lactation (Raynal-Ljutovac *et al*, 2007).

#### **6. Valeur nutritionnelle du lait de chèvre:**

La valeur nutritionnelle fait référence à des mesures reliant la composition du lait à l'utilisation et aux conséquences de cette utilisation chez l'homme (Desjeux, 1993).

D'un point de vue énergétique, avec 710 contre 650 kcal/l pour le lait de vache, le lait de chèvre constitue une source importante d'énergie, expliquant ainsi de nombreuses observations de gain de poids chez l'enfant malade (Desjeux, 1993 ; De la torre *et al*, 2008). De plus, celui-ci est d'une biodisponibilité supérieure au lait de vache (Hossaini hillali, 1995).

La fraction lipidique du lait caprin est pauvre en acides gras poly-insaturés nécessaires au métabolisme humain, mais riche en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C10) favorisant la digestibilité (Razafindrakoto *et al*, 1993; Mahe, 1997; Barrionuevo *et al*, 2001). Cette dernière est importante pour les protéines du lait de chèvre et dépasse celles du lait de vache (Ramos *et al*, 2005; Heinlein et Caccese, 2006).

La bonne image santé et les qualités nutritionnelles du lait de chèvre sont deux atouts pour les éleveurs et les transformateurs, à condition d'assurer une grande sécurité microbiologique et de ne pas confondre les notions scientifiques et les histoires qui nous viennent de la tradition (Desjeux, 1993). Le lait de chèvre ne peut remplacer le lait maternel chez le jeune enfant mais il peut être utilisé avec profit associé avec d'autres aliments, à partir de l'âge de un an (Desjeux, 1993).

La valeur nutritionnelle du lait de chèvre comparée à celle du lait humain et du lait de vache est présentée dans le tableau ci dessous.

**Tableau 3:** Composition nutritionnelle moyenne pour 100 g de lait de chèvre, de vache et du lait humain (Coveney et Darnton-Hill, 1985 ; Grandpierre *et al*, 1988).

Nutriments	Unité	Chèvre	Vache	Humain
Eau	G	87.5	87.5	87.1
Energie	Kj	296	272	289
Protéines	g	3.3	3.3	1.3
Caséine/lactalbumine	----	83/17	82/17	40/60
Lipides	g	4.5	3.8	4.1
Glucides	g	4.6	4.7	7.2
Na	Mg	40	50	14
K	Mg	180	150	58
Ca	Mg	130	120	34
Mg	Mg	20	12	3
P	Mg	110	95	12
Fe	Mg	0.04	0.05	0.07
Cu	Mg	0.05	0.02	0.04
Zn	Mg	0.30	0.35	0.28

# *Chapitre 2*

En général, on définit la qualité d'un produit comme étant l'ensemble des caractéristiques lui permettant de satisfaire les besoins exprimés par les consommateurs. La qualité du lait et des produits laitiers qui en dérivent est un concept comportant plusieurs facettes. Celle dont nous entendons le plus souvent parler et sans contredit la qualité microbiologique qui est en lien direct avec l'innocuité du lait, ce qui n'est pas surprenant puisqu'elle a généralement un impact direct et à très court terme sur la santé des consommateurs.

La qualité du lait a une résonance bien particulière et différente selon qu'on s'adresse à un groupe de producteurs, de transformateurs ou de consommateurs. (Grenon *et al*, 2004). Les divers aspects de la qualité du lait sont résumés dans le tableau 4.

**Tableau 4:** Les divers aspects de la qualité du lait (Grenon *et al*, 2004)

<b>Aspects physiques</b>	Point de congélation, masse volumique, couleur, séparation de gras, chaleur spécifique, viscosité, etc.
<b>Aspects chimiques</b>	pH, pouvoir tampon (acidité), antibiotiques, composition en protéines, gras, lactose, minéraux, etc.
<b>Aspects microbiologiques</b>	Bactéries, cellules somatiques, virus, etc.
<b>Propriétés de conservation</b>	Flore microbienne, enzymes, oxygène, etc.
<b>Propriétés fonctionnelles</b>	Stabilité à la chaleur, coagulation présure, émulsification, foisonnement, etc.
<b>Propriétés biofonctionnelles</b>	Valeur nutritive (teneur en vitamines, minéraux, ALC, Oméga-3, probiotiques, etc.); fermentations et hydrolyses enzymatiques (peptides bioactifs, lactose hydrolysé, etc.).

### 1. Flore microbienne du lait:

Le lait est de par sa composition un aliment de choix et un substrat très favorable au développement des microorganismes (Guiraud, 1998).

A la sortie de la mamelle, le lait est peu contaminé, s'il est trait d'un animal sain et dans de bonnes conditions hygiéniques (Faye et Loiseau, 2002). C'est au cours des opérations de collecte et d'acheminement vers les lieux destinés à la consommation ou à la transformation, que le lait se charge d'une population microbienne indésirable.

Selon son origine, la microflore du lait se divise en: flore originelle et flore de contamination.

### **1.1. Flore originelle:**

Elle représente l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis (Wolter, 1997). Cette flore renferme les bactéries du genre *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus* comme le montre le tableau 5. Ces derniers constituent également la flore technologique du lait (Chye *et al*, 2004).

Les bactéries lactiques sont des bactéries Gram positif produisant de l'acide lactique par fermentation des glucides simples tels que le glucose et le galactose (Desmazeaud, 1992).

Elles se développent généralement dans des conditions anaérobies, voire anaérobies facultatives, et jouent un rôle majeur dans l'acidification du lait et du caillé. Ce sont également des agents de l'affinage des fromages, par leurs aptitudes protéolytiques et lipolytiques (développement du goût, des arômes et de la texture).

**Tableau 5:** Classification des bactéries lactiques (De Roissart et Luquet, 1994)

Famille	Genre	Principales espèces
<b>Lactobacillaceae</b>	Lactobacillus	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Lb.acidophilus,</li> <li>Lb.delbrueckii</li> <li>(homofermentaires)</li> <li>☐ Lb.plantarum, Lb.casei,</li> <li>Lb.sakei (hétérofermentaires facultatifs)</li> <li>☐ Lb.brevis, Lb.fermentum</li> <li>(hétérofermentaires stricts)</li> </ul>
<b>Streptococcaceae</b>	Streptococcus	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ St.pyogenes (group A)</li> <li>☐ St.agalactiae, St.equi (group C)</li> <li>☐ St.bovis, St.equinus, St.suis (group D)</li> </ul>
	Lactococcus	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Lc.lactis</li> <li>☐ Lc.garviae</li> <li>☐ Lc.plantarum</li> <li>☐ Lc.raffinolactis</li> </ul>
<b>Enterococcaceae</b>	Enterococcus	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ E.faecalis, E.faecium,</li> <li>E.durans, E.hirae</li> <li>☐E.gallinarum, E.casseliflavus,</li> <li>E.malodoratus, E.mundtii</li> </ul>
<b>Leuconostaceae</b>	Leuconostoc	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Ln.mesenteroides</li> <li>☐ Ln.pseudomesenteroides</li> <li>☐ Ln.lactis</li> </ul>
<b>Aerococcaceae</b>	Aerococcus	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Ac.viridans</li> </ul>

## **1.2. Flore de contamination :**

Elle présente l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation (Guiraud, 1998). Elle se compose d'une flore d'altération et d'une flore pathogène.

### **1.2.1. Flore d'altération**

Elle est constituée essentiellement par des entérobactéries, coliformes, bactéries psychotropes, la flore dite thermorésistante, les levures et les moisissures. Cette flore est à l'origine des défauts sensoriels de goût, d'arômes, de texture et de la réduction de la vie des produits laitiers (Vignola, 2002).

#### **1.2.1.1. Les entérobactéries:**

Les bactéries susceptibles de se retrouver dans le lait sont: les salmonelles, *Escherchia coli*, *Yersinia*, *Pseudomonas sp* et *Proteus sp* (Vignola, 2002). Elles sont responsables des toxi-infections alimentaires et ont pour origine la consommation du lait et des produits laitiers qui n'ont pas subi un traitement d'assainissement par la chaleur, ou recontaminés après le traitement thermique.

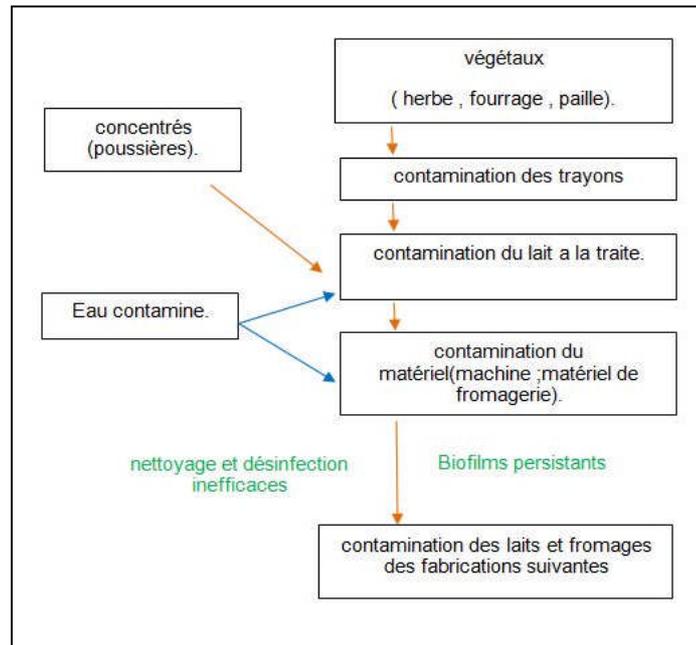
#### **1.2.1.2. Les coliformes:**

Leur détection dans le lait témoigne d'une contamination fécale possible (Olson et Mocquot, 1980; Bonfoh *et al*, 2003). Du point de vue technologique, certaines assurent la fermentation du lactose, produisant, outre des acides et des gaz (hydrogène et gaz carbonique) qui font gonfler les fromages. De plus, elles élaborent diverses substances conférant aux produits des goûts et des odeurs très désagréables. Certaines espèces peuvent être responsables d'infections gastro-intestinales (Edberg, 1986) et d'autres causent les mammites chez les animaux.

#### **1.2.1.3. La flore psychotrope:**

Elle est constituée des micro-organismes qui ont la faculté de se développer à une température égale ou inférieure à 7°C (Vignola, 2002). C'est le cas des bactéries du genre *Pseudomonas* qu'on retrouve souvent dans des laits refroidis.

Ces derniers peuvent produire des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition de goûts très désagréables (amer, rance ou putride) dans les produits laitiers (Champagne, 1994).



**Figure 3:** Sources et voies de contamination du lait et des produits par *Pseudomonas* (de Crémoux, 2006)

#### 1.2.1.4. La flore thermorésistante:

Les bactéries thermorésistantes se caractérisent comme leur nom l'indique par leur aptitude à résister à des températures élevées (survie à la pasteurisation). Parmi les plus thermorésistantes figurent les bactéries du genre *Clostridium*. Ces dernières sont capables de produire des formes de survie appelées "spores" comme par exemple les spores butyriques.

#### 1.2.1.5. Genre *clostridium*:

Elles sont responsables du gonflement de certains fromages, mais aussi des goûts rances et piquants, très désagréables. L'une d'elles, *Clostridium botulinum*, peut être pathogène par ses toxines (Bylund, 2000).

### 1.2.1.6. Levures et moisissure:

Ces microorganismes sont moins importants que les bactéries dans l'ensemble des problèmes microbiologiques du lait et des produits laitiers. Leur présence à la surface des yaourts, fromages, crème et beurre, est un indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits. En plus, les levures et moisissures supportent des pH de 3 à 8, avec un optimum de 4.5 à 6.5, ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait caillé (Wolter, 1994; Vignola, 2002).

- **Les levures :**

Elles transforment les sucres en alcools ce qui peut provoquer des problèmes de goût (pradal, 2012).

- **Les moisissures :**

Elles ont besoin d'air (milieu aérobie) et se rencontrent surtout en phase d'acidification de lait. Elles sécrètent essentiellement des lipases et des protéases qui dégradent les constituants du lait. (pradal, 2012).

### 1.2.2. Flore pathogène:

Son origine est variée: infection mammaire, matériel de traite, ensilage, trayeur et d'autres facteurs liés à la saison. Elle présente un danger pour le consommateur (Vignola, 2002). C'est le cas de: *Mycobacterium bovis*, *Bacillus cereus* et des espèces des genres *Brucella*, *Salmonella* et *Listeria* et en particulier *Listeria monocytogenes* qui est un agent de toxico-infection (Richard, 1983).

#### 1.2.2.1. Les salmonelles:

*Salmonella* est une bactérie mésophile qui possède les caractéristiques communes aux *Enterobacteriaceae* (Korsak et al, 2004). Elle est essentiellement localisée dans l'intestin des animaux malades ou porteurs sains puis est diffusée dans l'environnement et notamment l'eau par leur excréta mais aussi par les écoulements utérins, le placenta et les avortons et peut donc se retrouver dans le lait. La multiplication est surtout importante à des températures  $>8^{\circ}\text{C}$  et à des pH élevés  $>5.5$ . Les risques de contamination sont encore plus

importants lorsqu'il existe un autre élevage intensif sur l'exploitation notamment en monogastriques (porcs et volailles) et que l'éleveur s'occupe des deux élevages en même temps sans prendre soin de changer de tenue en passant d'un élevage à un autre. La salmonelle est responsable de nombreuses toxi-infections alimentaires collectives (Pradal, 2012).

#### **1.2.2.2. Escherichia coli:**

C'est l'espèce la plus importante des coliformes. Les *E. coli* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae* (Savoie, 2011). Ce sont des bacilles à gram négatif, aéro-anaérobie facultatif, oxydase négative (Hayhurst, 2004). Elles sont normalement présentes dans le tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud (OMS, 2011). La majorité des souches d'*E. coli* sont commensales (Savoie, 2011) et recherchée dans les aliments comme indicateurs de contamination fécale. *Escherichia coli* provient essentiellement d'un manque d'hygiène général de l'élevage. Elle se développe à des températures  $>8^{\circ}\text{C}$  et est détruite pour des  $\text{pH}>4.3$ . Sa présence peut provoquer la sécrétion d'une entéro-toxine responsable de gastroentérite avec diarrhée; fièvre et déshydratation mais également des infections du système urinaire surtout chez les jeunes enfants de moins de 3 ans et des méningites et septicémie surtout chez les nourrissons (Pradal, 2012).

#### **1.2.2.3. Les staphylocoques:**

Le *staphylococcus aureus* provient essentiellement de chèvres atteintes de mammites et plus rarement de blessures ou d'une contamination par une personne malade (Pradal, 2012). Les staphylocoques provoquent, par la production d'une toxine thermostable, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables chez l'enfant (Chaalal *et al*, 2014).

Ils sécrètent une entéro-toxine qui provoque chez les consommateurs des intoxications pouvant se traduire par des entérocolites aiguës (Pradal, 2012).

#### **1.2.2.4. Listeria monocytogènes:**

La *listeria monocytogène* provient de l'animal (mamelles) mais surtout de l'environnement (litière et fèces, poussière de la traite, eau, trayeur, matériel de traite ...) et de tout ce qui a un lien avec la terre (sol, eau, fourrage...). Elle provoque la *listériose* qui est une maladie pouvant être mortelle, elle atteint d'abord l'intestin du malade puis son système nerveux et provoque encéphalite, méningite et septicémie. Selon Pradal (2012), la multiplication de la

listeria a surtout lieu lorsque les conditions d'hygiène sont défectueuses au niveau de la conservation des aliments (ensilage).

**1.2.2.5 Germes zoonotiques:**

Comme les brucelles et le bacille tuberculeux et aussi certains virus comme celui de l'hépatite A (Wolter, 1997).

# *Chapitre 3*

Un lait de mauvaise qualité peut avoir un impact aussi bien sur le plan économique que sur le plan de la santé publique.

### **1. Impact économique :**

L'impact économique conséquent à la mauvaise qualité du lait est différent sur le producteur et le transformateur.

- Pour le producteur: il signifie une mauvaise santé ou un manque d'hygiène du troupeau et par conséquent les pertes sont considérables tant sur le produit que sur le cheptel.
- Pour le transformateur: la mauvaise qualité de la matière première peut donner un produit fini de moindre qualité. Selon (Seegers *et al*, 1999), les pertes se résument en:
  - Coût de produit d'un volume de lait non commercialisable.
  - Pénalités ou pertes de prime sur la qualité du lait.
  - Effets économiques de la moindre productivité pour des animaux de bonne qualité.

### **2. Impact sur la santé publique :**

Le lait constitue un bon vecteur pour des maladies d'origine bactérienne parce que les conditions chimique et physique du lait, mais aussi les conditions environnementales (climat chaud), favorisent une multiplication rapide des germes. Cette contamination, souvent d'origine secondaire, suppose d'être causée par un déficit en hygiène générale, surtout sur le plan matériel de transport et de conservation dans des conditions favorisant la multiplication des germes. Les dangers provoqués par la consommation d'un lait de mauvaise qualité sont de nature chimique, physique ou biologique. On les représentera par ordre d'importance croissante.

#### **2.1. Dangers physiques:**

Des corps étrangers peuvent être incorporés accidentellement dans le lait, ce dernier n'est pas forcément rendu impropre à la consommation, mais leur découverte par le consommateur est un motif de refus. De la production à la consommation, des corps étrangers sont susceptibles de contaminer la chaîne alimentaire à toutes les étapes (bijoux, mégots de cigarette, cheveux, poils,

ongles, insectes...). De ce fait, les industriels sont très attentifs et mettent en place divers procédés pour lutter contre ce risque, notamment par la mise en place de filtres (Bolnot *et al*, 2004).

## **2.2. Dangers chimiques:**

Causés par les additifs et les résidus des médicaments vétérinaires:

### **2.1. Les additifs:**

Un additif est défini selon l'union Européenne comme: "toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires" (Mongeot, 2000).

### **2.2. Les résidus des médicaments vétérinaires:**

Les risques liés à la consommation de résidus de substances médicamenteuses sont: allergiques (antibiotiques), cancérogènes et mutagènes, tératogènes (certains antiparasitaires). Des risques de perturbation de l'écologie microbienne digestive sont également cités (Bolnot *et al*, 2004).

Afin de lutter contre ces risques, l'éleveur doit respecter les délais d'attente propres à chaque médicament (Dupin *et al*, 1992). Ces deux dangers chimiques peuvent provoquer :

#### **☒ Allergie et intolérance alimentaire**

Le lait fait partie des allergènes les plus incriminés chez l'enfant. Le seul traitement possible de l'allergie alimentaire est l'éviction totale de l'aliment mis en cause et donc ici du lait et de ses dérivés (Moll, 2000).

Les allergies alimentaires sont de plus en plus fréquentes : elles progressent de 50 à 100% tous les dix ans. Le lait est en quatrième position des allergènes alimentaires, derrière les œufs, le poisson et les arachides.

### 3. Dangers biologiques:

Les dangers biologiques sont les plus importants des trois catégories de dangers. On distingue les bactériens et les non bactériens.

#### 3.1. Non bactériens

##### 3.1.1. Les protozoaires

Ce risque peut toutefois être considéré comme exceptionnel, *Toxoplasma gondii* est un protozoaire agent de *toxoplasmose* retrouvé surtout dans le lait de chèvres

##### 3.1.2. Les mycotoxines

Une mycotoxine est un métabolite toxique, élaboré par une moisissure qui se développe sur un aliment. L'ingestion de cet aliment, si la quantité de toxine est suffisante, provoque une intoxication du consommateur (Bourgeois *et al*, 1996).

##### 3.1.3. Les virus

Les virus pouvant être responsables d'accidents alimentaires dans les laits sont:

- **Entérovirus**

Ce sont des virus de contamination fécale pouvant se retrouver dans le lait. La contamination peut se faire de manière indirecte (mains sales, eaux usées, objets souillés) ou par voie aérienne (sécrétions rhino-pharyngées). Les symptômes sont ceux d'une grippe intestinale soit une fièvre, céphalées et diarrhée (Guiraud, 2003).

- **Paramyxovirus**

La transmission peut se faire par le lait cru. La maladie engendrée par ce virus est les oreillons, elle atteint principalement les enfants à partir de deux ans (Eck *et al*, 1996).

#### 3.2. Bactériens

Les bactéries sont responsables de 90% des accidents alimentaires (tous produits confondus). Le risque bactérien est donc le plus important à considérer en matière de fréquence (Moll *et al*, 2000).

La présence de bactéries dans les aliments n'ayant subi aucun traitement antimicrobien est normale. Ces micro-organismes correspondent à la microflore originelle qui est généralement constituée de germes commensaux saprophytes, il convient donc de distinguer les bactéries commensales, non pathogènes, des bactéries potentiellement pathogènes (Guiraud, 2003).

Selon (Guiraud, 2003) toutes les bactéries responsables d'accidents alimentaires et donc pathogènes sont hétérotrophes, nécessitant la présence d'un substrat organique. Ces micro-organismes peuvent être classés en trois catégories:

- Les saprophytes qui vivent librement dans la nature ex: *Listeria monocytogènes*.
- Les commensales de l'homme et de l'animal ex : *Staphylococcus aureus*.
- Les parasites qui possèdent un pouvoir pathogène propre ex : *Salmonelles*.

Le danger peut résider dans la présence de la bactérie elle-même ou dans la production par celle-ci de toxines dans l'aliment. L'aliment peut jouer deux rôles différents en présence de ces bactéries:

- Un rôle passif : il est alors un simple vecteur de l'agent pathogène.
- Un rôle actif : il devient le siège de la multiplication de la bactérie et/ou de la production de toxines.

# *La partie expérimentale*

La présente étude a pour objectif l'évaluation de la qualité hygiénique du lait cru de chèvre destiné à la consommation. Pour cela nous avons effectué la recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux, des coliformes totaux et fécaux, des staphylocoques aureus, des anaérobies sulfito-réducteurs et enfin des salmonelles.

### **1. Période et lieu de l'étude :**

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée durant la période s'étalant du mois de Janvier au mois de Mai 2018. Les échantillons de lait de chèvre ont été collectés dans certaines wilayas du centre de l'Algérie, à savoir Bouira, Béjaia, Borj Bouaririj et M'sila. Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida.

### **2. Matériel et méthodes :**

#### **2.1. Matériels :**

Voir annexe 1

#### **2.2. Méthodes :**

Les méthodes de recherche bactériologique utilisées ont été choisies parmi les techniques de référence AFNOR.

##### **2.2.1. Prélèvements:**

Les échantillons de lait cru de chèvre au nombre de 20 ont été prélevés directement à partir des bidons de lait de mélange des élevages qui comptent entre 3 et 10 têtes.

Le lait est prélevé avec une louche dans des flacons stériles, identifiés, portant le nombre de têtes dans l'élevage, la date et la région correspondante (cf. photo 1).

Les flacons sont transportés dans des glacières au laboratoire et conservés à -20°C jusqu'à leur analyse.

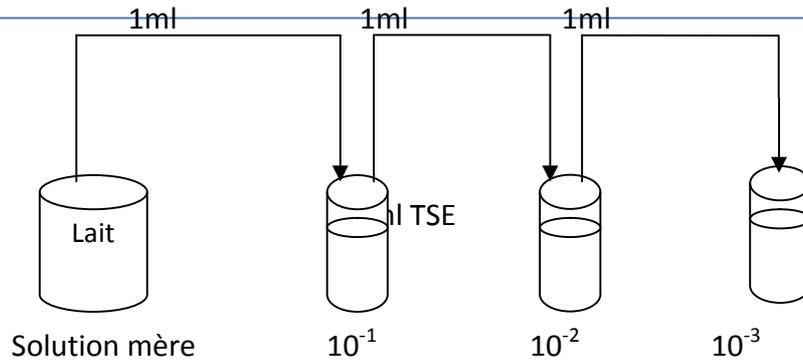


**Photo 1:** Flacons de laits identifiés

### 2.2.2. Préparation des dilutions décimales

Pour chaque échantillon, devant un bec benzen préparer une série de tubes identifiés pour la réalisation des dilutions décimales de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ , en suivant les étapes ci-dessous (cf. figure 4 et photo 2):

- Mettre dans chaque tube 9 ml de TSE.
- La dilution 1/10 ou  $10^{-1}$ : le prélèvement de lait homogénéisé est considéré comme solution mère (SM). Porter aseptiquement 1 ml de la suspension mère dans un premier tube contenant 9 ml de TSE.
- La dilution 1/100 ou  $10^{-2}$ : à partir de la dilution  $10^{-1}$ , prélever 1 ml et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de TSE.
- La dilution au 1/1000 ou  $10^{-3}$ : à partir de la dilution  $10^{-2}$ , prélever 1 ml et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de TSE.



**Figure 4:** Préparation des dilutions décimales



**Photo 2:** Série de dilutions décimales

### 2.2.3. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) :

#### ❖ Principe :

- Préparer une série de boîtes de pétri identifiées et numérotées pour chaque dilution.
- Porter aseptiquement 1ml de suspension de chaque dilution dans les boîtes de pétri.
- Verser environ 15 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie et stabilisée à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$  (cf. figure 5 et photo 3 et 4).
- Effectuer des mouvements circulaires en forme de «8» pour permettre le mélange de l'inoculum à la gélose.
- Laisser solidifier sur paillasse.
- Les boîtes sont incubées couvercles en bas à  $30^\circ\text{C}$  pendant 72 heures

#### ❖ Lecture :

Trois lectures sont effectuées à 24, 48 et 72 heures. Les colonies de GMAT se présentent sous forme lenticulaire en masse.

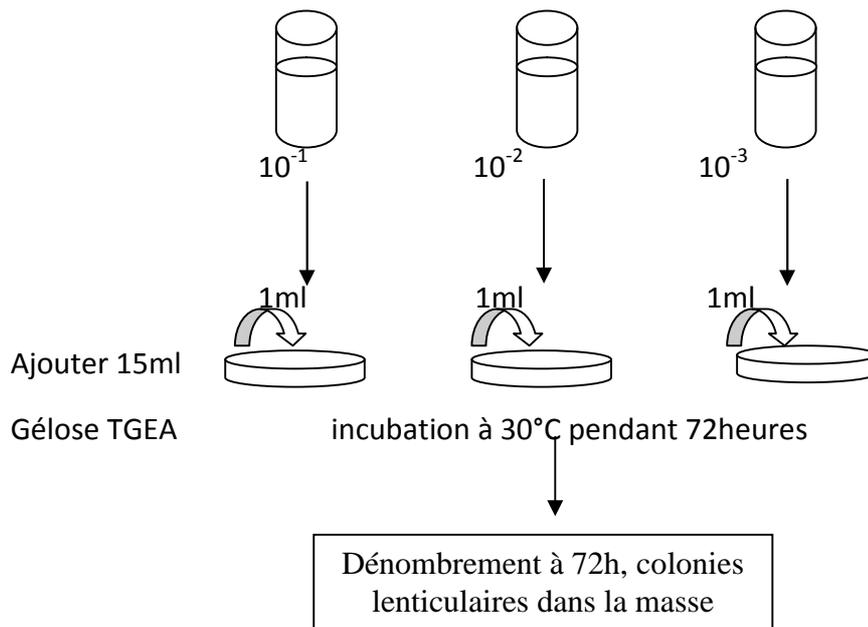
Compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.

**❖ Dénombrement :**

Le calcul se fait sur deux boîtes successives en appliquant la formule suivante :

$$N = \frac{\Sigma C}{1,1 d}$$

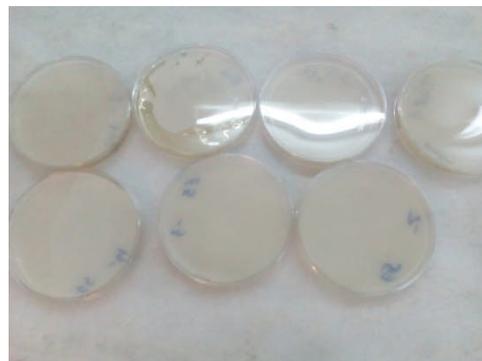
$\Sigma C$ : la somme des colonies sur deux boîtes successives ;  $d$ : le taux de la dilution correspondant à la première dilution retenue ;  $N$ : nombre de germes par millilitre. Les résultats sont exprimés en nombre de germes par millilitre de produit.



**Figure 5:** recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)



**Photo 3:** dépôt des dilutions décimales



**Photo 4:** dépôt de la gélose TGEA

## ~~2.2.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-~~ ~~tolérants:~~

### ❖ Principe :

- Préparer deux séries de boîtes de pétri pour les différentes dilutions dont l'une servira à la recherche des coliformes totaux, et l'autre à la recherche des coliformes fécaux.
- A partir des dilutions décimales porter aseptiquement deux fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri différentes (cf. figure 6).
- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose Désoxycholate à 1‰ fondue, refroidie et stabilisée.
- Effectuer des mouvements circulaires en forme de «8» pour permettre le mélange de l'inoculum à la gélose.
- Laisser solidifier sur paillasse.
- Les boîtes seront incubées couvercle en bas pendant 24 à 48 heures, à une température de:
  - 30°C pour la 1<sup>ère</sup> série de boîtes afin de rechercher les coliformes totaux.
  - 44°C pour la 2<sup>ème</sup> série de boîtes afin de rechercher les coliformes thermo-tolérants.

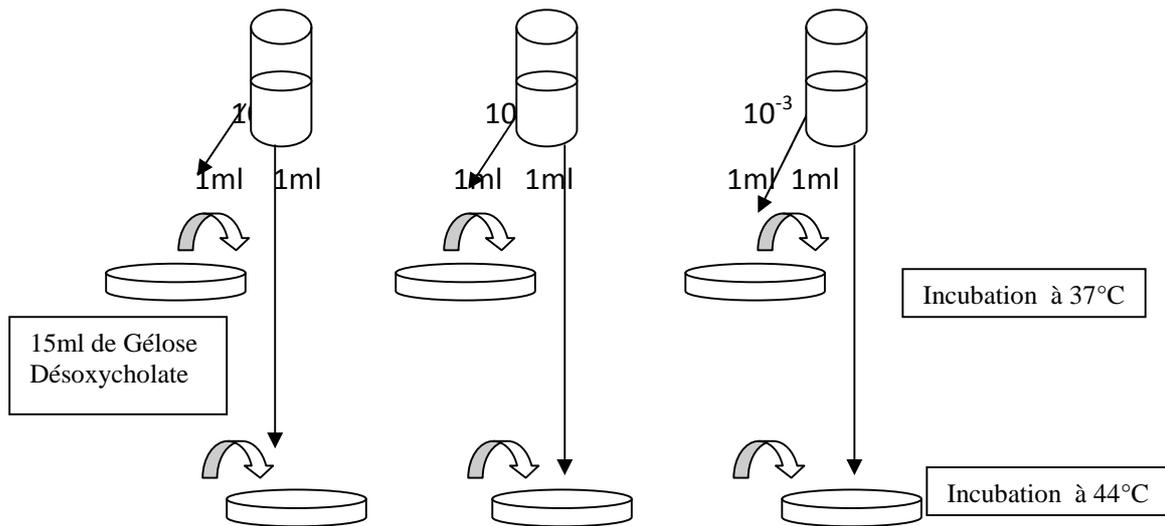
### ❖ Lecture :

Les coliformes (totaux et thermo-tolérants) apparaissent dans la masse de la gélose, sous forme de petites colonies de 0.5 mm de diamètre, de couleur rouge foncé.

Tenir compte des boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.

### ❖ Dénombrement :

Pour le calcul appliquer la même formule que précédemment.



**Figure 6:** recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants

### 2.2.5. Recherche et dénombrement des staphylocoques aureus

#### ❖ Principe :

- A partir de la solution mère (SM) et des dilutions  $10^{-1}$ , transférer 0,1 ml à la surface d'une boîte de gélose Chapman, préalablement coulée et séchée (cf. figure 7).
- Etaler soigneusement et rapidement l'inoculum avec un râtelier stérile pour chaque boîte.
- Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 à 48h.

#### ❖ Lecture :

Les colonies apparaissent en surface, de tailles moyennes, lisses, brillantes et pigmentées en jaune, entourées d'une auréole jaune dû à la fermentation du mannitol et l'acidification du milieu, provoquant le virage au jaune de l'indicateur de pH.

Ne retenir que les boîtes contenant des colonies dont le nombre est compris entre 15 et 150.

#### ❖ Identification et dénombrement :

- Prendre de chaque boîte retenue 6 colonies à identifier et les purifier.
- La confirmation des colonies s'effectue par la coloration de gram ainsi que la recherche de deux caractères, à savoir la catalase et la coagulase libre.

**• Coloration de gram:**

- Préparer à partir d'une colonie un frottis sur une lame propre.
- Fixation du frottis au dessus de la flamme.
- Coloration au violet de Gentiane : Déposer quelques gouttes du colorant sur le frottis fixé, (laisser agir 1 minute).
- Jeter l'excès de colorant.
- Rincer brièvement en faisant couler de l'eau sur la lame au-dessus du frottis
- Stabiliser au lugol : verser quelques gouttes sur la lame et laisser agir 20 secondes
- Rincer à l'eau
- Décoloration à l'alcool: verser goutte à goutte l'alcool sur la lame inclinée obliquement. Surveiller la décoloration (5 à 10 secondes). Le filet doit être clair à la fin de la décoloration.
- Rincer à l'eau
- Contre coloration avec de la Fuchsine : laisser agir de 30 secondes à 1 minute.
- Rincer à l'eau
- Laisser sécher à l'air.
- Observer au microscope.
- Lecture : Les bactéries Gram- sont colorées en rose, alors que les Gram + restent en violet.

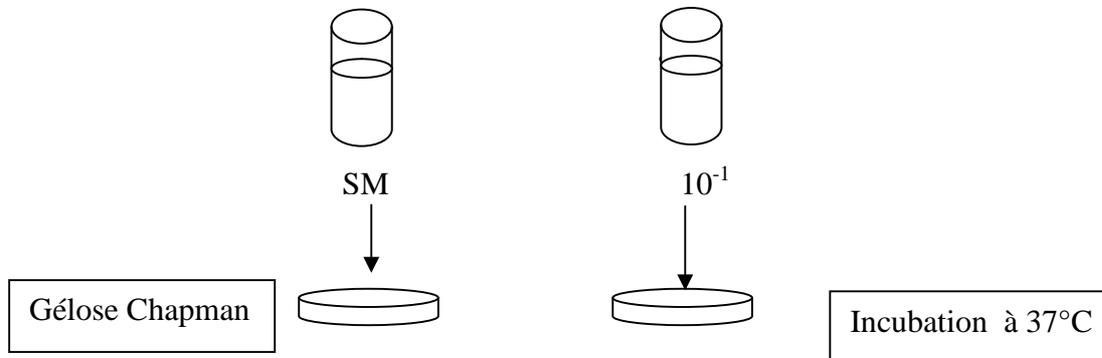
**• Recherche de la catalase:**

- Sur une lame de microscope déposer une goutte d'une solution de peroxyde d'hydrogène à 20 volumes.
- Prélever une colonie et l'émulsionner délicatement dans la goutte.
- L'apparition de bulles d'oxygène signifie une catalase positive, en revanche l'absence de bulles signifie une catalase négative.

**• Recherche de la coagulase libre**

- Mettre 1 ml de plasma de lapin dans un tube à hémolyse stérile.
- Rajouter une colonie à identifier, et incuber à 37°C.
- Examiner la coagulation du plasma après 4 à 6 heures.
- Ré-incuber et examiner de nouveau à 24 heures.

- La réaction à la coagulase est considérée comme positive quand le coagulum occupe plus des trois quarts du volume initialement occupé par le liquide.



**Figure 7:** recherche et dénombrement des staphylocoques aureus

### 2.2.6. Recherche et dénombrement des clostridium sulfite-réducteurs (CSR) :

#### ❖ Principe :

- Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose viande foie.
- La refroidir dans un bain d'eau à 45°C.
- Ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium, mélanger soigneusement et aseptiquement.
- Maintenir le milieu préparé dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.
- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1ml de chaque dilution dans un tube à vis stérile vide numérotée.
- Effectuer un chauffage à 80°C pendant 10 mn et refroidir immédiatement sous l'eau du robinet pour provoquer un choc thermique afin d'éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées (cf. photos 5 et 6).
- Ajouter 15 ml de gélose viande foie prête à l'emploi dans chaque tube.
- Homogénéiser et laisser solidifier.
- Incuber à 37°C pendant 16 à 24 h ou plus tard 48 heures (cf. figure 8).



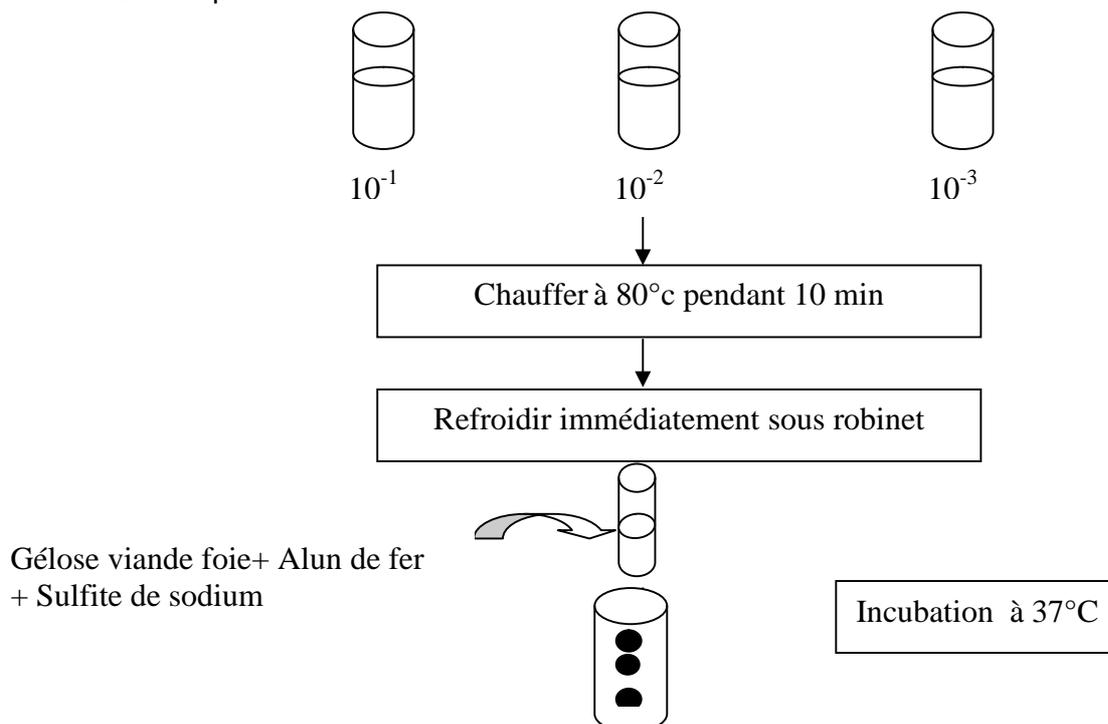
**Photo 5:** chauffage à 80°C au bain marie



**Photo 6:** refroidissement sous l'eau du robinet

❖ **Lecture :**

- Retenir les tubes contenant des colonies noires qui se sont développées au fond du tube à partir d'un centimètre sous la surface de la gélose.
- La 1<sup>ère</sup> lecture doit se faire impérativement à 16h car les colonies de clostridium sulfite-réducteurs sont envahissantes, d'où le risque de se retrouver en face d'un tube complètement noir auquel l'interprétation devient impossible.
- En absence de colonies caractéristiques, réincuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 à 48h.
- Les tubes de deux dilutions successives contenant entre 15 et 30 colonies caractéristiques sont retenus pour le dénombrement.



**Figure 8:** recherche et dénombrement des clostridijs sulfite-réducteurs

### 2.2.7. Recherche et dénombrement des salmonelles :

#### ❖ Principe :

La recherche des salmonelles est souvent délicate car elles sont en faible concentration dans les échantillons. Il est donc nécessaire de procéder par des étapes de pré-enrichissement et d'enrichissement dans des milieux liquides qui permettent la multiplication des germes avant leur isolement et identification (cf.figure 9).

- **Pré-enrichissement :**

- Prélever 25 ml de lait et l'introduire dans un flacon contenant 225ml d'EPT (Eau Peptonée Tamponnée).
- Incuber à 37°C pendant 24h.

- **Enrichissement :**

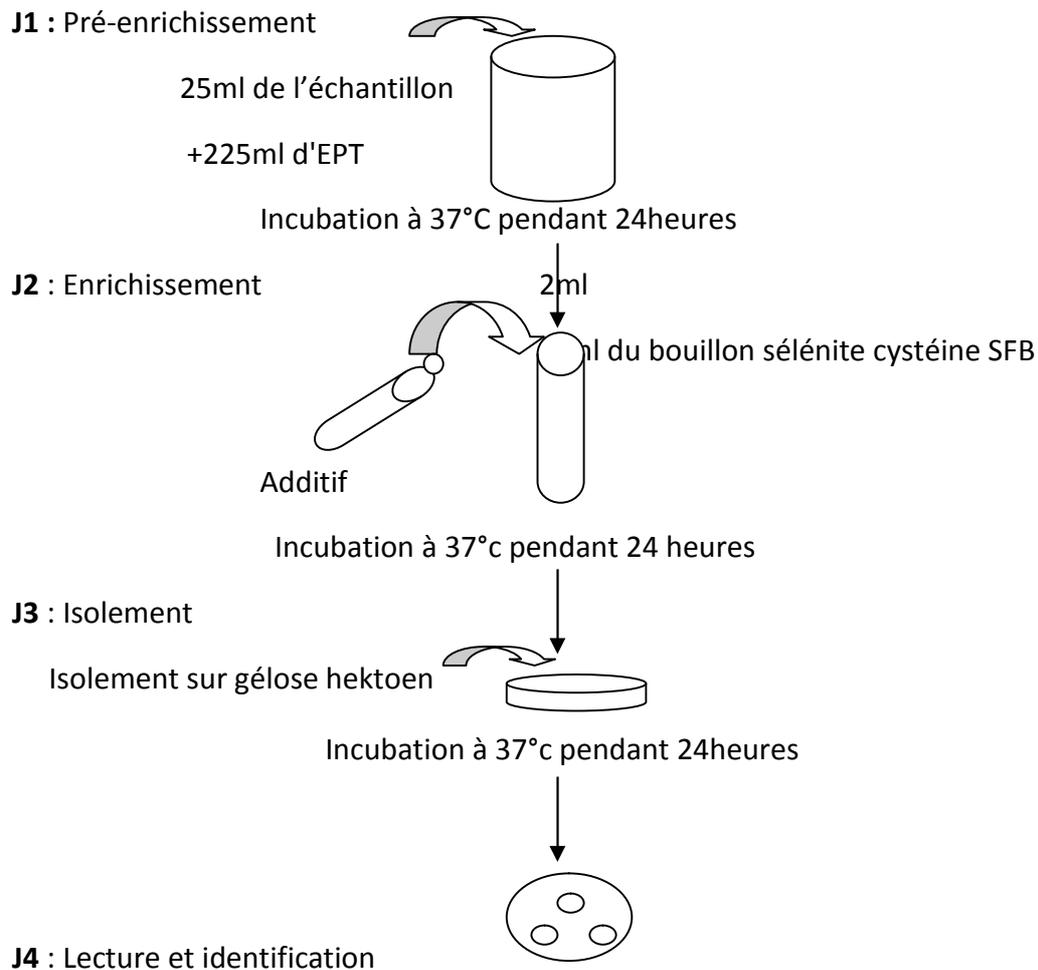
- Prélever 2 ml du milieu de pré-enrichissement, les mettre dans 9 ml de bouillon sélénite cystéine, (SFB+disque cystéine).
- Incuber à 37°C pendant 24 h.

- **Isolement sélectif:**

- Dans le cas où le bouillon sélénite-cystéine incubé la veille est positif (le milieu a viré vers l'orange) il fera l'objet d'un isolement.
- Prélever une goutte à partir du bouillon sélectif à l'aide d'une anse de platine stérile et l'isoler sur une gélose Hektoen.
- Incuber à 37°C pendant 24 h.

#### ❖ Lecture

- Examiner les boîtes afin de rechercher la présence de colonies typiques de *Salmonella*.
- Les colonies suspectes sont de couleur verte ou bleue avec ou sans centre noir, lactose négatif.



**Figure 9:** recherche et dénombrement des salmonelles

### 2.2.8. Interprétation des résultats:

Pour chaque échantillon, les résultats des groupes microbiens recherchés sont comparés aux normes décrites par l'arrêté interministériel qui fixe les critères microbiologiques des denrées alimentaires (JORA n° 39 du 2 juillet 2017).

L'interprétation des résultats prend en compte les paramètres (n), (c), (m) et (M) utilisés dans les annexes du présent arrêté et qui représentent :

- (n) : nombre d'unité constituant l'échantillon
- (m) : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante.

-

- (M) : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme inacceptable.
- (c): nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser « m » tout en étant inférieur à « M » sans que le lot ne soit rejeté.

Dans la présente étude, vu le manque de moyens attribués à la réalisation des analyses microbiologiques, nous avons été contraint de prendre un seul échantillon de lait par élevage, au lieu des cinq recommandés par le JORA.

Nous avons interprété les résultats microbiologiques de la façon suivante :

❖ Pour chaque groupe bactérien:

- **Satisfaisant:** si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m ».
- **Acceptable:** si le résultat de l'analyse n'excède pas « M ».
- **Non satisfaisant:** si le résultat de l'analyse excède « M ».

❖ Pour l'échantillon de lait:

- **Qualité satisfaisante:** si les résultats de tous les critères microbiologiques sont satisfaisants.
- **Qualité non satisfaisante:** si, au minimum, un résultat sur un des critères microbiologiques est non satisfaisant.
- **Qualité acceptable:** si, au minimum, un résultat sur un des critères est acceptable, aucun résultat n'étant par ailleurs, non satisfaisant.

# *Résultats et discussion*

## Conclusion

La présente étude a porté sur le contrôle de la qualité microbiologique du lait de chèvre qui est encore produit, consommé et vendu à l'état traditionnel. De ce fait, il fait rarement l'objet d'un contrôle de qualité par les autorités.

L'analyse microbiologique de vingt échantillon de lait de mélange qui a porté sur le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux et thermo-tolérants, les staphylocoques aureus, les clostridium sulfite-réducteurs, et les salmonelles a révélé la conformité de 65% des échantillons permettant de les qualifier d'avoir une qualité satisfaisante. Le reste des échantillons ont une qualité non satisfaisante par rapport à la présence des staphylocoques aureus.

Devant le manque de données sur la qualité hygiénique et sanitaire du lait de chèvre, Les résultats de notre étude donne un petit aperçu sur la qualité de ce dernier que nous pouvons qualifier de bonne dans l'ensemble, surtout si nous prenons en considération les pathogènes majeurs comme les salmonelles et les clostridium sulfite-réducteurs qui sont absents dans nos échantillons.

Néanmoins, sachant que nous avons récolté les échantillons dans des pots stériles, cela ne reflète pas totalement la qualité du lait telle qu'elle est récupérée chez un consommateur qui habituellement va recevoir le lait après passage par des bidons et des ustensiles qui risquent de contaminer davantage le lait. Il faudra donc veiller à respecter les mesures d'hygiène au niveau des différents maillons de la chaîne pour pouvoir garantir un lait de qualité et préserver les atouts nutritionnels et sanitaire de ce der

## Recommandations :

Afin de garantir une bonne qualité hygiénique, sanitaire et organoleptique du lait, nous préconisons certaines recommandations applicables au niveau de trois secteurs :

- **Aux producteurs :**

- Séparer les différentes espèces animales par des enclos.
- Garantir un bon état sanitaire des animaux produisant du lait.
- Appliquer les substances et les médicaments vétérinaires conformément aux prescriptions et respecter les délais d'attente requis.
- Veiller à ce que les pratiques de traite n'entraînent pas de contamination du lait.
- Jeter le lait des animaux malades ou sous traitement.
- Veiller à l'hygiène des mamelles, du trayeur, de la traite et des ustensiles utilisés.
- Veiller à un approvisionnement convenable en eau propre
- Mettre en place un système de refroidissement rapide du lait après la traite.

- **Aux vendeurs :**

- Éviter le mélange du lait provenant de fermes différentes.
- Stocker le lait dans des cuves réfrigérées.
- Bien laver les ustensiles de vente du lait.

- **Aux services sanitaires en charge de la sécurité alimentaire en Algérie :**

- L'amélioration de l'encadrement des acteurs de la filière laitière traditionnelle par une initiation aux Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et aux Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) liées à la propreté des animaux, de leur environnement et la salubrité de la traite (trayeur, ustensiles de traite).
- La mise en œuvre du contrôle systématique du lait en vue de baisser la prévalence de la commercialisation du lait contaminé.
- La mise en œuvre d'une campagne de sensibilisation sur le chauffage du lait pour réduire le nombre de consommateurs de lait cru.

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographique :

- Afif A, Faid M, Najimi M, (2008).** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology, BioAlliance Canada Morocco.* Vol 7, No 1, Aguirre et Collins, 1993.
- Amiot J , Lapointe-vignola C, (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait,(2002). Presses intl polytechnique, quebec. 600.
- Baazize D, (2005).** Qualité hygiénique et sanitaire du lait cru de vache. Mémoire de Magistère en hygiène et qualité du lait, Université Saad Dahleb de Blida (Algérie).
- Badis A, Laouabdia-Sellami N, Guetarni D, Kihal M, et OuzroutR, (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales « ARABIA ET KABYLE ». *Sciences et technologie, 23, 30-37*
- Barrionuevo M, Alferez M.J.M, Lopez Aliaga I, Sanz Sampelayo M.R, and Campos M.S, (2001).** Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in mal absorption syndrome. *Journal of Dairy Science, 85, 657-664*
- Beldjilali Asmaa Fatima, (2015).** Contribution à l'étude microbiologique et sanitaire du lait cru de brebis de la région ouest de l'Algérie. Pour obtenir le diplôme de :Doctorat LMD *Spécialité:Microbiologie Appliquée Option: Contrôle Microbiologique et Hygiène Alimentaire.*
- Bocquier, F , Barillet, F Guillouet, P , Jacquin, M, (1993).** Forecasting of energetic content of ewe's milk from different chemical analyses : proposal for a standart milk for dairy ewes, (1993), *annals de zootechnie. France, vo. 42, n1, pp. 57-66.*
- Bolnot F.H, Quintard. J.C, (2004).** La sécurité sanitaire des aliments, parlons-en
- Bonfoh B, Dem S, Keita O, Delorenzi S, Traore H, Simbe C.F, Alfaroukh I.O, farah Z, Nicolet J, Et Zinsstag J, (2003).** Assessment Of Antibiotic Residues by microbial inhibitor tests in fresh cow milk sold in Bamako (Mali) *Milchwissenschaft, 58, (5-6), P 304-307.*
- Bouazza F, Hassikou R, Ohmani F, Hmnamouchi J, Ennadir J, Qasmaoui A, Mennane Z, Chrof R, Khedid K, (2004).** *African Journal of Microbiology Research, 6 (11) (2012) 2768*

- Boumediene F**, (2013). Influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait de chèvre. Aptitude à la coagulation. École Nationale Supérieure Agronomique - El Harrach -Alger Département : Technologie alimentaire et nutrition humaine. Option : Alimentation et Nutrition. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques.
- Bourgeois C.M, Mescele J.F, & Zucca J**, (1996). Food Microbiology (Tome 01); microbiological aspect of safety and quality of food. Publishing technique and documentation Lavoisier Paris. 272-292
- Bourgeois C.M, Mescele J.F, Zucca J**, (1996). microbiologie alimentaire, Tom01, aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, 654 P, Ed.Tec et Docs collection science et technique agroalimentaire Paris, 672P.
- Bylund G**, (1995). Dairy processing handbook. Tetra Pak Processing Systems, AB S-221 86 Lund, Sweden,pp: 436.
- Champagne C.P, Moineau S, Lange M, Gelinas P, et Audet P**, (2000). Production de ferments lactiques dans l'industrie laitière, Ed. Fondation des Gouverneurs, p 201.
- Chye, F. Y., A. Abdullah and M K Ayob**, (2004). Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. Food Microbiol.,21(5): 535-541.
- Coorevitsa An,De JongheeV, Vanderoemmed J, Reekmansa R, Heyrmana J, Messense W, De Vosa P et Heyndriekxe M**, (2008). Comparative analysis of the diversity of aerobic spore-forming bacteria in raw milk from organic and conventional dairy farms : systematic and applied microbiology, 31, Elsevier, P 126-140.
- Cousin M.A**, (1982). Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products : A review. J. Food Prot., 45 (2), 172-20
- Coveney J, Damton-Hill I**, (1985). Goat's milk and infant feeding. *Med J Aust* 143, 508-510
- Crémoux**, (2006). Sources et voies de contamination du lait et des produits par *Pseudomonas*.
- De Buyser M.L, Lapeyre C, Dilasser F, & Janin F**, (1997). Le point sur les TIAC à staphylocoques : foyers déclarés et résultats de l'analyse d'aliments suspects. In Actes du colloque «Faut-il craindre les microorganismes présents dans aliments ? » (P. Colin, édit.),13-14 mars, Paris. Société française de microbiologie, Paris, 7-16.

- De Buyser, M.L, & Lapeyre C,** (1994). Mammites à staphylocoques et sécurité alimentaire. Point vêt, 26(n° spécial), 905-908
- De La Torre G, Serradilla J.M, Gil Extremera F, and Sanz 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, 2443-2448
- Desmazeaud, M.J,** (1990). « Le lait milieu de culture : microbiologique aliments, nutrition ». n°8, 313-325.
- Dilmi Bouras A,** (2008). Filière lait : Exemple de l'Algérie. Séminaire intern.: Filière lait : Productions et Biotechnologies les 02 et 03 déc. 2008, Chlef.
- Doyon A, Tremblay G, Cinq-Mars D, Chouinard Y,** (2005). Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents. Colloque sur la chèvre 2005 L'innovation, un outil de croissance! Le vendredi 7 octobre 2005, Pavillon des Pionniers, Site de l'exposition, Saint-Hyacinthe.
- Dupin H, Cuq J.L, Malewiak M.I, Leynaud-Rouand C, Berthier A.M,** (1992). Alimentation et nutrition humaines. ESF Editeur, Paris, 1530 P
- Eck A, Gillis J.C,** (1996). Le fromage, 3eme édition, Edition Tec et Docs, Paris, 891.
- Edberg S.C, Piscitelli V, Cartter M,** (1986). Phenotypic characteristics of coliform and noncoliform bacteria from a public water supply compared with regional and national clinical species. *Appl Environ Microbiol. Sep; (3):474-478*
- Edition.AFNOR.211-21
- Espie, W.E. et W.M.A. Mullan,** (1990). Compositional aspects of goat milk in Northern Ireland. *Milchwissenschaft*. 45: 361-362.
- Faye B, & Loiseau G,** (2002). Source de contamination dans les filières laitières et exemples de démarche qualité, gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO : 5.
- Fernan Boumedine Habiba,** (2017). Etude des bactéries thermorésistantes dans le lait. Thèse de Doctorat en Sciences. **Spécialité** : sciences de la nature et de la vie.
- Filipovitch D.J,** (1954). Etude sur les variations de la densité du lait de mélange, *Le lait* 34 (333-334) 129-132.

**Food and Agricultural Organisation**, (2008). <http://faostat.fao.org/default.aspx>

**Food and Agricultural Organisation**, (2016). Production of goat milk in the world. Available online: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/E> [Accessed on August 2016].

**Foutou K, Tzora A, Voidarou Ch, Alexopoulos A, Plessas S, Avgeris I, Bezirtzoglou E, Akrida-Demertzi K et Demertzis P.G**, (2011). Isolation of Microbial pathogens of subclinical mastitis from raw sheep's milk of Epirus (Greece) and their role in its hygiene, *Anaerobe*, 17:315-319

**Galina M.A, Morales R, Lopez B, Carmona M.A**, (1996). Effect of somatic cell count on lactation and soft cheese yield by dairy goats. *Small Rum. Res.* 21, p.p.251–257

**Ghazi K, Guessas B, Niar A et Louacini K.I**, (2010). Hygienic Quality of Cow Milk, in Various Bovine Breeds of Tiaret Area (Algeria), *Asian J. Anim. Veter. Adv*, 58: 592-596.

**Gonzalo C, Carriedo J.A, Beneitez E, Juarez, M.T, De La Fuente L.F, San Primitivo F**, (2006). Short communication: bulk tank total bacterial count in dairy sheep: factors of variation and relationship with somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 89, p.p. 549–552.

**Grandpierre C, Ghisolfi J, Thouvenot JHP**, (1988). Étude biochimique du lait de chèvre. *Cah Nutr Diét*23, 367-374.

**Grenon P, Smith B, and Goldberg L**, (2004). The ontology of spatio-temporal reality and its formalization, in: *Biodynamic Ontology: Applying BFO in the Biomedical Domain* from D.M. Pisaneli, *Ontologies in Medicine*, , eds, IOS Press, Amsterdam, , pp. 20–38.

**Guiraud J.P, & Rosec J.P**, (2004). *Pratique des normes en microbiologie alimentaire*.

**Guiraud J.P**, (1998). *Microbiologie alimentaire, Microbiologie des principaux produits alimentaires*. Edition DUNOD, Paris : 651.

**Guiraud J.P**, (2003). *Microbiologie alimentaire*, Edition Dunod, Paris, 651 P.

**Heinlein G.F, W, and Caccese R**, (2006). Goat milk versus cow milk. *Dairy Goat Journal*, 3, -5.

**Hossaini-Hilali J, Benlamlih S, and Dahiborn K**, (1993). Fluid balance and milk secretion in the fed and feed-deprived black Moroccan goat. *Small Ruminant Research*, 12 (3), 271-285.

- J.O.R.A.**, (1998). Normes microbiologiques. Journal officiel de la République Algérienne. 35, 26p.
- Jansen et van der Burg**, (2004). l'élevage de chèvres sous les tropiques. Fondation Agromisa, Wageningen, 2004. Agrodok 7.
- Jaubert A**, (1997). Les vitamines et les nucléotides du lait de chèvre. *In*: Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre, Ed INRA, Paris, Colloques 7 nov 1996, p.p. 81–92.
- Jaubert G**, (1997). Biochemical characteristics and quality of goats milk. CIHEAM, Option Méditerranéenne, 25, p.p. 71-74.
- Jenot F, Bossis N, Cherbonnier J, Fouilland C, Guillon M.P, Lauret A, Letourneau P, Poupin B, Reveau A**, (2000). Les taux de lait de chèvre et leur variation. Eds, L'Éleveur de Chèvres, n° 7, 10p.
- Jeunet R, Grappin R**, (1970). Note sur la relation entre l'indice de la refraction de la matiere grasse du lait et la precision des dosages de matiere grasse par l'appareil milko- tester, Le lait 50 (499-500) 654-657.
- Jf Desjeux**, (1993). Valeur nutritionnelle du lait de chevre. Le Lait, INRA Editions, 1993, 73 (5 6), pp.573-580. <hal-00929371> .
- Joffin C, Joffin J.N**, (1999). Microbiologie alimentaire, Collection biologie et technique, 5<sup>ème</sup> Edition, Lavoisier, Paris, France, PP 11.
- Jooyandeh H, et Abroumand A**, (2010). Physico-chemical, nutritional, heat  
**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE** N 39 du 2 juillet (2017).  
 correspondant au 8 Chaoual 1438.
- Kopaczewski W**, (1936). GÉLIFICATION DE LA CASÉINE DANS SES RAPPORTS AVEC CELLE DU LAIT. Le Lait, INRA , 16 (158), pp.801-810.
- Korsak, N, A, Clinquart G, Daubes**, (2004). Salmonella spp dans les denrées alimentaire d'origine animale: un réel problème de santé publique. Ann. Méd. Vét. 200.148:174-193 lait.la maison rustique. Paris. 710.
- Larpent**, (1990). Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In la vache laitière. 231- 246, ed INRA publications, route de St- cyr, 78000, versailles

- Liu Y**, (1988). Contribution à l'étude des relations entrecultures cellulaires et bactériologie des laits de quartiers en cas d'infection subclinique chez la vache, mémoire de maître ES sciences vétérinaires, Alfort.
- Maguire H.C.F, Boyle M, Lewis M.J, Pankhurst J, Wieneke A, Jacob M, Bruce J, &Merard M, &Merad R**, (2001). Toxicité des antibiotiques, revue médecine du Maghreb 2001, n°91.17.
- Mahe S**, (1997). Valeur nutritionnelle du lait en alimentation humaine. Colloques *INRA*, 7 novembre, Paris, France.
- Maurer J. et Schaeren W**, (2007). Le lait de brebis: un aliment de haute valeur nutritive. Station de recherche AgroscopeLiebefeld-Posieux ALP, 3003 Berne, Revue suisse Agric, 39 4: 205-208
- McKinnon J.J, Christensen D.A, Laarveld B**, (1990). The influence of bicarbonate buffers on milk production and acid-base balance in lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 70, 875-886.
- Moll M, Moll N**, (2000). Précis des risques alimentaires, Editions Tec et Docs, Paris, 378 P
- Mongéot**, (2000). L'angoisse dans nos assiettes : la vérité sur notre alimentation Edition Plon, Paris, 259 P
- Mouhous A, Bouraine N., Bouaraba F**, (2016). Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Algérie, collection dossiers agronomiques Djamel Belaid: l'élevage caprin en Algérie.
- Moula Nassim, PHILIPPE François-Xavier, AIT KAKI Asma, LEROY Pascal & Antoine-Moussiaux Nicolas**, (2003). Département des Productions Animales, FMV, ULg; Institut Vétérinaire Tropical, FMV, ULg; Faculté des Sciences, Université de MhamedBougara de Boumerdes (UMBB), Algérie COMMISSION NATIONALE AnGR. Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie, République algérienne démocratique et populaire.
- Muehlher J. E, Zweifel C, Corti S, Blanco J. E et Stephan R**, (2003). Microbiological quality of raw goat's and ewe bulk-tank milk in Switzerland, *J. Dairy. Sci*, 86:3849 – 3856.

- Olson J.C, Mocquot G**, (1980). Milk and milk product. In: International Commission Microbiological Specification for Foods (Ed.), *Microbial Ecology of Foods: Food Commodities*, Vol. 2. Academic Press, New York, pp. 470–490.
- Pal, U.K, M.K. Agnihotri et R.B. Sharma**, (1994). Seasonal variation in goat milk composition and its effect on paneer yield. *World Rev. Anim. Prod.* 29: 95-99.
- Parekh T.S et Subhash R**, (2008). Molecular and bacteriological of milk from different milch animals with special reference to coliforms, *current research in bacteriology*, 1(2), 56-63.
- Pradal M**, (2012). la transformation fromagère caprine fermière, Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvres. Paris, LAVOISIER
- Ramos Morales E, De La Torre Adarve G, Carmona Lopez F.D, Extremera F.G, Sanz Sampelayo M.R, and Boza J**, (2005). Nutritional value of goat and cow milk protein. *CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A*, 67, 167.
- Raynal-Ljutovac K, Pirisi, A, de Crempux R, Gonzalo C**, (2007). Somatic cells of goat and sheep milk: analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Rum. Res.* 68, p.p.126–144
- Razafindrakoto O, Ravelomanana N, Rasolofo A, Rakotoarimanana RD, Gourgue P, Coquin P, Briend A, et Desjeux J.F**, (1993). Le lait de chèvre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri ? *Lait*, 73, 601-611.
- Richard j**, (1983). Nature de la flore dominante et sous dominante des laits crus très pollués. *Le Lait*. 1983, 63, 148-170.
- Roissard H, Et Luquet F.M**, (1994). bactéries lactiques, volume 1, Uriage, Loriga, 605P.
- Rota A.M, Gonzalo C, Rodriguez P.L, Rojas A.I, Martin L, Tovar J.J**, (1993). Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of Varetta goats and algebraic models of their lactation curves. *Small. Rum. Res.* 12, pp.211–219.
- Savoie F**, (2011). Optimisation du protocole de recherche des *Escherichia coli* Producteurs de Shiga-toxines (STEC) dans les aliments, Thèse de doctorat, l'Université de Bourgogne

- Seegers H, et al**, (1999). évaluation des conséquences économique des stratégies de maîtrise de concentration en cellules somatiques du lait produit par un troupeau de vaches laitières : journées nationales G.T.V-I.N.R.A nantie, session : cellules somatiques du lait 169-176.
- Soryal, K.A, S.S. Zeng, B.R. Min et S.P. Hart**, (2004). Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk Domiati cheese. *Small Rum. Res.* 52: 109-116.
- Stéphane Fournier**, (2004). Gestion du lait Fédération des producteurs de lait du Québec  
**Jacques Goulet**, Ph.D., agronome, professeur Université Laval. Symposium lait de qualité canada.
- Stool, W**, (2002). Alimentation de la vache laitière et composition du lait. Ed : station fédérale de la recherche en production animale. Rap actuel. Paris  
Thèse de Doctorat de l'Université Paul-Sabatier, Toulouse, France treatment effects and Dairy product aspects of goat and sheeps milks. *World Applied Science Journal.* 11 (11), 1316-1322.
- Viesseyre R**, (1975). Technologie du lait. Constitution, récolte, et transformation de
- Vignola, C.L**, (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. Ed., presse international polytechnique, Ecole Polytechnique de Montréal, pp: 26.
- Wilson D.J, Stewart K.N, Sears P.M**, (1995). Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. *Small Rum. Res.* 16, p.p.165–169
- Wolter. R**, (1994). Alimentation de la vache laitière, 2e Ed. France Agricole,256.
- Zeller B**, (2005). Le fromage du chèvre : Spécificités technologiques et économiques
- Zeng S.S, Escobar E.N, Popham T**, (1997). Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. *Small Rum. Res.* 26, p.p.253–260.

# *Annexe*

**Matériel :****Matériel de collecte :**

- Flacons en plastique stériles de 60 ml
- Louche en acier
- Etiquettes adhésives
- Glacière avec pochette de glace

**Matériel de laboratoire et réactifs****❖ Appareillage :**

- Etuves réglées à 30°C, 37°C et 44°C
- Bain marie réglé à 80°C
- Bec benzen
- Autoclave
- Microscope optique

**❖ Verrerie :**

- Tubes à vis stériles
- Pipettes pasteur
- Pipettes graduées
- Boites de pétri
- Portoirs
- Lame
- Bécher

**❖ Milieux de culture et réactifs :**

- Gélose TGEA
- Gélose Désoxycholate
- Gélose Hektoen
- Gélose Viande Foie (VF)
- Gélose Chapman
- Bouillon au sélénite cystéine simple concentré
- TSE
- Eau peptonnée tamponnée
- Eau physiologique stérile
- Alcool/ Acétone

- Violet de Gentiane
- Lugol
- Fuschine
- Huile à immersion
- ❖ **Additifs :**
  - Alun de fer + Sulfate de sodium
  - Additif SFB