

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



# Mémoire En Vue d'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences alimentaires  
Spécialité/Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire  
Département: Biologie

---

Thème :

**Contribution à l'étude de qualité des trois laits : lait  
de vache, lait de chèvre et lait de chamelle**

---

Présenté par :

- HAMLAOUI Nada

Devant le jury composé de :

Président: Pr. MOKHTARI AbdelHamid

Université de Guelma

Examineur : Dr. BARA Mouslim

Université de Guelma

Encadreur : Pr. SOUIKI Lynda

Université de Guelma

**Septembre 2020**

# REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude, avant tout, à Dieu le tout puissant qui m'a donné le courage et la*

*force pour mener à bout ce modeste travail.*

*Je remercie les membres du jury, tout d'abord, Pr. MOKHTARI et Dr. BARA qui m'ont fait l'honneur de juger mon travail.*

*Je tiens à exprimer mon respectueux remerciement, et ma profonde reconnaissance à mon encadreur Pr. SOUIKI qui m'a orientée et conseillée tout au long de ce travail, et qu'elle soit vivement remerciée.*

*Je suis redevable à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation durant ces cinq dernières années.*

*Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères au laboratoire de la laiterie EDOUGH d'ANNABA où j'ai fait mon stage.*

*Je remercie le directeur BELARBI de m'avoir acceptée dans son laboratoire.*

*Je veux exprimer mes remerciements et ma gratitude au responsable du laboratoire de microbiologie Mr GUEDRI, ainsi qu'au personnel du laboratoire. Un remerciement particulier à mes parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.*

*Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches amies qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.*

*Merci à toutes les personnes qui m'ont accompagnée, de près ou de loin, dans ce parcours de formation.*

## Table de matière

Résumés

Liste des abréviations

Introduction .....	1
Chapitre I :Filière du Lait .....	2
1. La production laitière .....	2
1.1. Production laitière mondiale.....	2
1.2. Production laitière en Algérie .....	4
2. Les races bovines, caprines et dromadaires laitières.....	5
2.1. Les races bovines.....	5
2.2. Les races caprines .....	6
2.3. Les races dromadaires .....	8
3. Les critères de sélection chez les vaches, chèvres et chammelles .....	9
3.1. Critères de la sélection de la vache laitière.....	9
3.2. Critères de sélection de la chèvre laitière .....	9
3.3. Critère de la sélection de la chamelle laitière .....	9
4. Les facteurs qui influencent la production laitière.....	10
Chapitre II : Généralités sur le Lait .....	11
1. Définition du lait .....	11
2. La composition du lait .....	11
2.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait .....	11
2.1.1. La masse volumique et la densité.....	11
2.1.2. L'acidité .....	12
2.1.3. Le pH.....	12
2.1.4. Point de congélation.....	12
2.1.5. Point d'ébullition.....	13
2.1.6. La viscosité.....	13
2.1.7. la conductivité électrique .....	13
2.2. La composition chimique du lait .....	13
2.2.1. L'eau .....	14
2.2.2. Les glucides.....	14

2.2.3. Les lipides .....	15
2.2.4. Les matières azotées.....	15
2.2.5. Les minéraux .....	19
2.2.6. Les groupes de constituants mineurs.....	20
2.3. Propriétés organoleptiques .....	22
2.3.1. Aspect.....	22
2.3.2. Odeur.....	22
2.3.3. Saveur.....	23
2.4. Les caractéristiques microbiologiques du lait.....	23
2.4.1. Flore originelle .....	23
2.4.2. Flore d'altération .....	24
2.4.3. Flore pathogène .....	25
Chapitre III : Etude comparative des trois laits : lait de vache, lait de chèvre et lait de chamelle .....	28
1. Définitions des trois laits .....	28
1.1. Définition du lait de vache.....	28
1.2. Définition du lait de chèvre .....	28
1.3. Définition du lait de chamelle .....	28
2. Critères principaux des trois laits : lait de vache, lait de chèvre et lait de chamelle.....	28
2.1. Le lait de vache.....	28
2.2. Le lait de chèvre .....	28
2.3. Le lait de chamelle.....	29
3. Comparaison générale des trois laits.....	29
3.1. Comparaison au niveau de la composition chimique .....	29
3.2. Comparaison au niveau des paramètres physico-chimiques .....	31
3.3. Comparaison au niveau de la bactériologie du lait.....	31
Chapitre IV : Commercialisation et qualité du lait .....	33
1. Commercialisation du lait cru .....	33
1.1. Le lait cru bovin.....	33
1.1.1. Collecte et vente contrôlée du lait .....	33
1.1.2. Collecte et vente non contrôlée du lait.....	33
1.2. Le lait cru caprin.....	33
1.3. Le lait cru camelin .....	34

2. La consommation du lait.....	35
3. Contrôle de qualité et hygiène du lait cru .....	35
4. Bienfaits et risques de consommation du lait cru .....	36
4.1. Les bienfaits de consommation du lait cru .....	36
4.1.1. Bienfaits du lait cru de vache .....	36
4.1.2. Bienfaits du lait cru de chèvre.....	37
4.1.3. Bienfaits du lait cru de chamelle .....	37
4.2. Risques de consommation du lait cru .....	38
4.2.1. Allergies et intolérances :.....	38
4.2.2. Risque des résidus d'antibiotiques .....	39
4.2.3. Risque des intoxications par des agents pathogènes .....	39
Conclusion.....	40
Références .....	41
ANNEXE	

## Résumé

Le lait est une sécrétion mammaire destinée à l'alimentation d'un jeune nourrisson. Il possède une vaste variété des compositions chimiques (eau, glucides, lipides, matières azotées, minéraux,... etc.), des paramètres physico-chimiques (pH, acidité, densité, viscosité,... etc.), organoleptiques (aspect, odeur et saveur) et une bactériologie particulière. La production du lait se base principalement sur le lait de vache en comparant avec le petit pourcentage de la production des autres types du lait.

Le lait se différencie en dépendant de la source de sa sécrétion, par exemple dans ce travail, une étude comparative entre le lait de vache, lait de chèvre et le lait de chamelle se présente globalement sur 3 niveau: leur composition chimique, leurs paramètres physico-chimiques et bactériologie. Les résultats de la comparaison prouvent que chaque type de lait présente des particularités par rapport à un autre et convient mieux à un certain type de consommateur, il faut donc diversifier les sources du lait pour mieux se bénéficier de tous ses avantages.

La commercialisation du lait cru en Algérie reste faible surtout pour le lait de chèvre et le lait de chamelle. Les prix sont abusés et le potentiel de leur disponibilité est faible. La consommation du lait cru possède d'une part des bienfaits et d'une autre part des risques et des inconvénients. Le lait cru est un lait non traité thermiquement, il peut avoir des risques de provoquer des allergies, des intolérances ou même produire des intoxications alimentaires due à la présence des bactéries nuisibles à la santé du consommateur. Il faut donc privilégier les précautions et appliquer les bonnes pratiques d'hygiène avant de mettre le lait cru sur le marché.

**Mots clés :** lait \_ lait de chèvre \_ lait de vache \_ lait de chamelle \_ caractéristiques physicochimiques \_ caractéristiques bactériologiques \_ production laitière

## **Abstract**

Milk is a breast secretion intended to feed a young infant. It has a wide variety of chemical compositions (water, lipids, proteins, minerals...), physicochemical parameters (pH, acidity, density, viscosity...), organoleptic (appearance, odor and flavor), and specific bacteriology.

Milk production is mainly based on cow's milk comparing with small percentage of producing other types'.

Milk is diversified depending on the source of its secretion, for example, this work possess a comparative study between cow's milk, goat's milk and camel's presented on three levels: their chemical composition, physicochemical parameters and their bacteriology. The results prove that each type of milk has its own characteristics compared to another that suit to a certain consumer, therefore, it is necessary to diversify the sources of milk in order to benefit all of its advantages.

The marketing of raw milk in Algeria remains low, especially for goat and camel milk. Prices are highly abused and they aren't always available on the market. Consuming raw milk has benefits and drawbacks, raw milk is a not heat-treated milk, it can cause allergies, intolerances or even food poisoning due to the presence of harmful bacterias. Precautions and good food hygiene should be properly applied before placing raw milk on the market.

**Key words:** milk \_ goat milk \_ cow milk \_ camel milk \_ physicochemical characteristics \_ bacteriological characteristics \_ milk production

## ملخص

الحليب هو مادة غذائية مفرزة من الثدييات المرضعة، مخصصة لأطعام الرضيع. يحتوي على مجموعة متنوعة من التركيبات الكيميائية (ماء، دهون، بروتين، معادن...)، تركيبة فيزيوكيميائية متميزة (حموضة، كثافة...)، خصائص حسية (ذوق، رائحة، نكهة، مظهر...) و مجموعة بكتيرية خاصة. يعتمد مجال انتاج الحليب بشكل أساسي على حليب البقر بنسبة كبيرة مقارنة بنسب انتاج حليب الثدييات الأخرى .

يتميز الحليب بمصادر افراده، على سبيل المثال في هذا العمل، تم تقديم مقارنة بين حليب البقر، حليب الماعز و حليب الإبل بشكل عام. تمت المقارنة بينهم على ثلاثة مستويات: التركيب الكيميائي، المعايير الفيزيوكيميائية و البكتيريا المتواجدة فيهم. أثبتت نتائج المقارنة أن كل نوع من الحليب يتميز بمعايير خاصة به تلائم نوعًا محددًا من المستهلكين، لذلك من الضروري تنويع مصادر الحليب للاستفادة من جميع مزاياه.

لا يزال تسويق الحليب في الجزائر منخفضًا، خاصة حليب الماعز و الإبل نظرًا لغلأء الأسعار و نقص توفرها و انخفاض خدمات التوصيل. استهلاك الحليب الطبيعي غير المبستر و الذي لم يتعرض لأي تعقيم حراري له فوائد و مضار، حيث يمكن له ان يسبب مشاكل صحية كالحساسية و التسمم الغذائي بسبب تواجد البكتيريا الضارة و عدم تعقيمها. لذلك و جب الحذر و الوقاية و اتخاذ الاجراءات الصحية اللازمة قبل طرح الحليب غير المبستر الى الاسواق.

الكلمات المفتاحية: حليب الماعز \_ حليب البقر \_ حليب الناقة \_ الخصائص الفيزيوكيميائية \_ الخصائص البكتيريولوجية \_ إنتاج الحليب

## Liste des abréviations

**ANP** : Azote non protéique

**BLA** : Bovin laitier amélioré

**BLL** : Bovin laitier local

**BLM** : Bovin laitier moderne

**CIZ** : Centre des informations zootechniques

**D°** : Degré Dornic

**FMAT** : Flore mésophile aérobie totale

**IgG** : Immunoglobulines de type G

**MG** : Matière grasse

**MP** : Matière protéique

**SNG** : Lait solide non gras

**TCA** : Acide trichloracétique

**Vitamine P.P** : Pellagra Preventive (B3)

---

## Introduction

Le lait présente une nécessité dans la ration alimentaire de la population mondiale. En effet, cet aliment est indispensable pour les nourrissons, et aussi vital pour les autres tranches d'âges, grâce à son apport intensif en nutriments des bases (protides, lipides, glucides) et sa richesse en éléments minéraux notamment le calcium et en vitamines (Supplee *et al.*, 1927).

Seule la production laitière de quelques espèces de mammifères présente un intérêt immédiat en nutrition humaine, même si le lait d'autres espèces animales possède des qualités nutritives supérieures. La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale (90%) même en pays tropicaux (70%). Ce lait est de loin le plus connu et les données qui le caractérisent sont, sans doute, les plus exactes. (FAO, 1998)

Mise à part la vache comme principale source du lait consommé, la chèvre et la chamelle sont d'excellentes productrices du lait malgré le taux faible de consommation de leurs laits crus. Le lait de ces deux espèces mammifères est très riche en nutriments mais le problème demeure dans la production, la disponibilité, la culture, les préférences des consommateurs, l'élevage et la commercialisation. D'habitude, le lait de chèvre est orienté beaucoup plus vers la production fromagère, et celui de la chamelle est difficile à trouver hors des régions rurales arides là, où il est mieux valorisé.

En effet, Le dromadaire est capable de valoriser le maigre pâturage des régions difficiles, contrairement aux autres animaux laitiers. Il est aussi capable, dans des conditions de sécheresse extrême, de produire du lait d'une très bonne qualité nutritionnelle tout au long de l'année (Jrad *et al.*, 2013).

La problématique de ce travail est de savoir quelle est la différence entre le lait de vache, lait de chèvre et lait de chamelle, quel lait est-il le meilleur pour la consommation humaine ? Quelles sont les étapes suivies jusqu'à la commercialisation du lait étudié et la qualité du lait mis en marché ?

Ce travail consiste à étudier la qualité de ces trois laits en analysant leurs caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et composition chimique, étudier leurs avantages et inconvénients lors de la consommation et évaluer leur commercialisation mondiale et nationale.

Chapitre I :

Filière du Lait

## 1. La production laitière

### 1.1. Production laitière mondiale

La production de lait des trois principaux exportateurs de lait et de produits laitiers – la Nouvelle-Zélande, l’Union européenne et les États-Unis – n’a que faiblement augmenté. La consommation intérieure de produits laitiers est stable dans ces pays, et les disponibilités de produits laitiers frais et transformés pour l’exportation ont donc été plus importantes. (FAO, 2019)

D’après la FAO, la production mondiale de lait en 2019 est :

- Lait de vache : 81 % ;
- Lait de bufflonne : 15 % ;
- Autres types de laits (chèvre, brebis et chamelle) : 4 %.

Dans l’Union européenne, second producteur mondial de lait, la production devrait progresser plus lentement que la moyenne mondiale. Les prévisions pour la prochaine décennie indiquent un recul des cheptels laitiers (-0.6 % par an) mais une hausse des rendements, de 1 % par an. La Nouvelle-Zélande est le pays où la production de lait, qui a connu une croissance très modeste ces dernières années, est la plus tournée vers l’exportation. En Afrique, la production laitière devrait afficher une forte croissance, due principalement à l’expansion des cheptels. Les rendements sont généralement bas, et le lait de chèvre et de brebis, occupe une place très importante. Aux États-Unis et au Canada, les cheptels laitiers devraient demeurer relativement stables et la croissance de la production sera donc tirée par de nouvelles hausses des rendements. (FAO, 2019)

La figure ci-dessus (fig 1) explique la production et le rendement laitier calculé par animal de traite, en 2017 jusqu’à 2019 et le rendement prévu jusqu’à 2029.

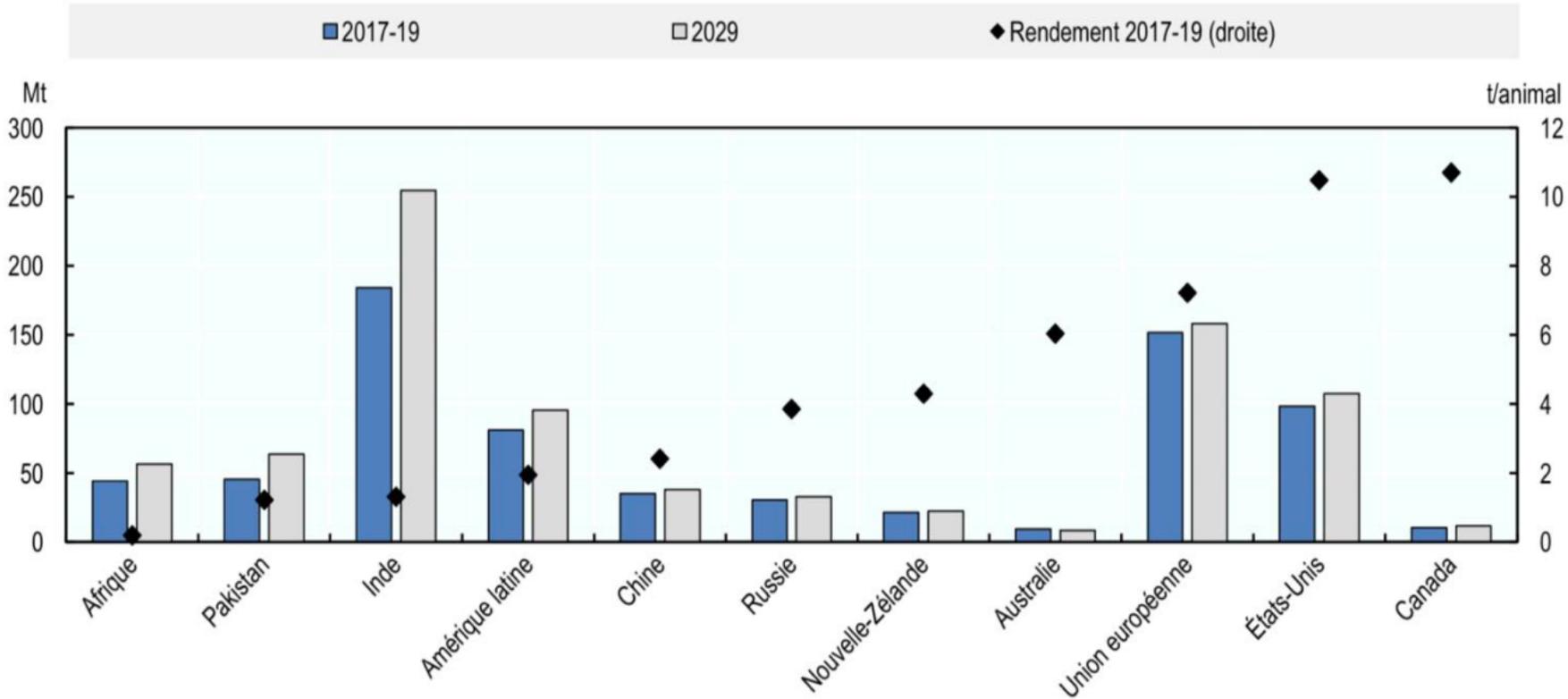


Figure 1: Production et rendements laitiers dans un certain nombre de pays et de régions (FAO, 2019)

### **1.1.1. Production du lait de vache**

Les principaux producteurs de lait de vache sont les États-Unis d'Amérique, l'Inde et la Chine. Dans les pays en développement, la plupart du lait est produit par des petits éleveurs de races bovines locales ou autochtones, mais dans les zones péri-urbaines les vaches améliorées ou croisées sont de plus en plus utilisées pour satisfaire la demande urbaine croissante pour le lait et les produits laitiers. La Holstein-Frisonne est la race bovine la plus répandue dans le monde; elle est présente dans plus de 150 pays. (FAO, 2020)

### **1.1.2. Production du lait de chèvre**

A l'échelle mondiale, la production du lait de chèvre ne représente qu'environ 2% de la production laitière totale, toutes espèces confondues. La production a subi une diminution de l'ordre de 2% en 1999, mais a connu une croissance de près de 1,1 million de tonnes dès 2000 pour atteindre, alors, près de 12,7 millions de tonnes. (Anonyme, 2009)

La production laitière mondiale du lait de chèvre est de 17.957.371 de tonnes, par ailleurs l'estimation de la production laitière est variable, et dépend essentiellement du système de production pratiqué par les pays. L'Asie se classe en premier rang avec un taux de 58,33% de la production mondiale, suivi par l'Afrique avec un taux de 24,12% , l'Europe à un taux de 14,21 % et enfin, l'Amérique avec un taux de 3,31 % de la production mondiale. (FAO, 2015)

### **1.1.3. Production du lait de chamelle**

La production mondiale de lait de dromadaires et chameaux (la distinction n'est pas faite) se montait en 2002 à 1.283.672 tonnes de lait. (FAO, 2002)

Il existe donc une forte incertitude sur la production réelle de lait de chamelle au niveau mondial, elle peut être estimée à 5,4 millions de tonnes, dont 55 % environ sont prélevés par les chamelons. En Afrique, les références varient selon les études, les races considérées et les systèmes d'élevage, de l'ordre de 1 000 à 2 700 litres par lactation. En Asie, on relève des valeurs plus extrêmes, allant de 650 à plus de 12.000 litres. (FAO, 2003)

## **1.2. Production laitière en Algérie**

La production laitière en Algérie est assurée par le cheptel bovin (à plus de 80%), elle est localisée précisément dans la frange du littoral et des plaines intérieures et commence à se limiter vers le sud. La production laitière caprine se localise essentiellement dans les zones

des montagnes et des hauts plateaux steppiques, quand à celle des chamelles elle reste très marginale. (Kherzat, 2007)

### **1.2.1. Production du lait de vache**

La production nationale du lait cru de vache est estimée à 2,3 milliards de litre, la moitié de la production bovine est assurée par un cheptel « BLM » et un cheptel « BLL ». (ITELV, 2003)

La structure de la production laitière en Algérie n'a pas changé significativement depuis le début des années 80. Cette production est le fait d'une population bovidienne estimée en 2003 à 833.000 vaches dont 192.000 dites « BLM ». La production laitière nationale demeure faible eu égard aux potentialités génétiques normalement du « BLM » et à l'importance de la demande. (Kherzat, 2007)

### **1.2.2. Production du lait de chèvre**

L'Algérie est classée en 15<sup>ème</sup> place dans la production mondiale du lait de chèvre avec un chiffre de 160.000 tonnes pour l'année 2005. Il est réparti sur tout le territoire dans les zones difficiles, zones montagnardes, hauts plateaux et régions arides. (FAO, 2006)

### **1.2.3. Production du lait de chamelle**

Estimé à 268.560 têtes en 2005, l'effectif camelin algérien est reparti sur 17 wilayas, avec 75% du cheptel dans 8 wilayas sahariennes: Ouargla, Ghardaia, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar, et 25% du cheptel dans 9 wilayas steppiques: Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayed, Naâma, Laghouat et M'sila. (Anonyme, 2005)

L'effectif camelin national est développé durant les dernières années, En 2002, l'Algérie compte 245.000 têtes presque, 2% de la population cameline mondiale, qui lui permet d'occuper le 14<sup>ème</sup> rang mondial. La production du lait n'est pas considérée comme le principal produit camelin, en raison des faibles potentialités laitières du cheptel camelin, qui varient généralement de 0,5 à 10 kg de lait par jour en fonction des différents individus et des différentes populations camelines. (FAO, 2003)

## **2. Les races bovines, caprines et dromadaires laitières**

### **2.1. Les races bovines**

Le cheptel bovin a trois types dont deux sont orientés principalement vers la production laitière, qui sont:

### **2.1.1. Le bovin laitier de race importé dit « BLM »**

Introduit à partir d'Europe, en 2000, le BLM représente 25,69% de l'effectif national et assure environ 69,26% de la production locale totale de lait de vache, il comprend les races Montbéliarde, Frisonne Pie Noire, Pie Rouge de l'Est, Tarentaise et Holstein. Il se localise dans les zones de plaines et dans les périmètres irrigués où la production fourragère est plus au moins importante.

### **2.1.2. Le bovin laitier amélioré «BLA»**

En 2000, le BLA représente 73,31% de l'effectif national et assure environ 30,74% de la production laitière locale totale du lait de vache. Il comprend un ensemble constitué de croisements entre la race locale «Brune de l'Atlas» et des races introduites. Il se localise dans les zones des montagnes et forestières.

### **2.1.3. Le bovin laitier local «BLL»**

Le BLL est faible en production laitière qui est surtout destinée à l'alimentation des jeunes animaux. Il est orienté, beaucoup plus, vers la production de viande. (Kherzat, 2007)

Ils comprennent essentiellement les races suivantes:

- Cheurfa localisée à Annaba et El-Taref.
- La Guelmoise à Guelma.
- La Kabyle en Kabylie.
- La Stefiène à Sétif.
- La Chélifienne dans la vallée du Chléf. (Nadjraoui. 2001)

## **2.2. Les races caprines**

### **2.2.1. Les races caprines introduites**

- L'Alpine:

Cette race est bien évidemment originaire du massif alpin (la chaîne des Alpes entre la France et la Suisse). La chèvre alpine est de moyen format, appelée souvent alpine chamoisée car elle ressemble beaucoup à des chamois. La chèvre alpine est très bonne et très forte laitière qui

supporte bien les différentes formes d'élevage, elle fournit plus de 730 kg à 1000 kg du lait et sa durée de lactation est de 269 jours.

- La Poitevine:

Son nom indique son origine, il s'agit de Poitou. Elle aussi est d'un format moyen, c'est une race à poils longs, de robe brun-foncé ou noire, certaines d'entre elles possèdent du blanc ou une couleur claire sur le ventre, sur les pâtes et sur la gorge. La poitevine est une race rustique qui est aussi une très bonne laitière, capable de produire 467 kg durant une lactation de 253 jours.

- La Saanen:

D'origine suisse, d'un village qui s'appelle Saanen bien exactement, est une race de grand format. C'est une chèvre à poils courts blancs, denses et soyeux. Facile à élever et à mener, elle a la capacité de supporter tous les différents modes d'élevage possible, même intensif. Les chèvres Saanen donnent en moyenne un peu plus de 770 kg pour une lactation de 271 jours. (Babo, 2000)

### **2.2.2. Les races caprines locales**

Le cheptel caprin algérien est peu connu, il est représentée par la chèvre Arabe, la plus dominante en terme d'effectif et qui comprend deux types: Arabia et Makatia, la chèvre kabyle et la chèvre M'zab.

- La chèvre Arabe:

Elle domine les hauts plateaux et les régions septentrionales du Sahara où elle est conduite avec des troupeaux de moutons qu'elle guide. D'un format moyen et une robe polychrome, elle présente fréquemment du blanc associé à du roux, du noir et du gris. Elle est très sensible à la trypanosomiase et ne peut être élevée que dans les zones qui ne sont pas infectées.

- Race Arabia :

Race domestique localisée dans la région de Laghouat. Elle se subdivise en deux sous-types : l'un sédentaire et l'autre transhumant. Comparativement au type transhumant, le type sédentaire a les poils plus longs 14-21 cm contre 10-17 cm pour le type transhumant.

### ➤ Race Makatia :

Cette race est localisée dans les hauts plateaux et la région Nord de l'Algérie. Elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et spécialement pour la peau et le cuir. C'est une race de grande taille et de couleur variée.

- La chèvre kabyle :

La chèvre de la Kabylie est petite de taille. Elle peuple les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Elle possède longs poils et de couleur généralement brun-foncé, parfois même noire.

- La chèvre M'zabit :

Appelée également Touggourt, est une race laitière par excellence. D'origine de M'tlili dans la région de Ghardaïa et peut aussi se retrouver dans la partie septentrionale du Sahara. Elle est d'une taille moyenne, sa robe représente 3 couleurs: le chamois dominant, le blanc et le noir. (Feliachi, 2003)

Il y'en a d'autres races caprines orientées vers la production de la viande et la laine, comme la race Angora, Corse, Créole, Sundagu, Provençale... etc. (Babo, 2000)

### **2.3. Les races dromadaires**

- Le Sahraoui

Issu du croisement Chaâmbi et Ouled Sidi Cheikh, c'est un animal média ligne robuste à pelage foncé, mi long. Il est un excellent méhari. Son territoire va du grand ERG occidental au centre du Sahara.

- Steppe

C'est un dromadaire commun, petit et bréviligne. Il est souvent utilisé pour le nomadisme rapproché, on le trouve dans les confins sahariens et aux limites Sud de la steppe.

- Targui (race de Touareg du Nord)

Les dromadaires targuis sont des animaux habitués aussi bien aux rudes escarpements au Tassili et du massif central du Hoggar, qu'aux sables. C'est un animal fin avec des membres

très musclés, c'est un excellent méhari pour les patrouilles aux frontières. Il a une robe claire ou pie, des poils ras et une peau très fine. (Feliachi, 2003)

Il y'en a aussi d'autres races qui ne sont pas utilisées dans la production laitière mais plutôt pour le nomadisme, le déplacement et la production de viande, comme le Chaambi, l'ouled sidi cheikh, l'Ait Khebbach, l'ajjer, le Reguibi et Aftouh. (Benaissa, 1989)

### **3. Les critères de sélection chez les vaches, chèvres et chammelles**

Dans un cheptel, les éleveurs choisissent des femelles particulières

#### **3.1. Critères de la sélection de la vache laitière**

La bonne vache laitière est bien développée, c'est à dire qu'elle possède:

- Un corps large (surtout au niveau de l'arrière-train);
- Aplomb correct;
- Mufle large;
- Mâchoire développée;
- Toujours en bonne santé (poils brillants, dos droit, portante sans graisse, pieds sains, elle n'a pas de diarrhée chronique, tuberculeuse ni brucellique, pas trop nerveuse... etc.). (Anonyme, 1973)

#### **3.2. Critères de sélection de la chèvre laitière**

Les chèvres qui ont une bonne qualité et production laitière sont celles qui démontrent beaucoup de féminité, c'est à dire:

- Cuisses incurvées vers l'intérieur (concaves).
- Cou long et mince.
- Garrot angulaire.
- Ossature fine et plate.
- Côtes longues et plates.
- Peau très extensible. (Anonyme, 2009)

#### **3.3. Critère de la sélection de la chamelle laitière**

Généralement, les races asiatiques sont de meilleures laitières que les races africaines. Cependant, il est noté que les populations camelines algériennes (population Sahraoui, en

l'occurrence), peuvent être considérées comme bonnes laitières vu la pauvreté de leur alimentation. (Benaïssa, 1989)

#### 4. Les facteurs qui influencent la production laitière

Les principaux facteurs du milieu qui freinent le développement de la filière laitière sont :

- **Socio-économiques** liés à l'urbanisation, à la démographie et aux programmes conjoncturels qui ont limité fortement l'extension de la superficie agricole utile (SAU).
- **Agro-climatiques** qui se caractérisent par l'irrégularité et la faiblesse de la pluviométrie, des écarts importants des températures et l'existence de vents desséchants.
- **Sanitaires** qui constituent des contraintes au développement des productions animales.
- **Alimentaires** liés au déficit fourrager qui résulte de la faiblesse de la sole fourragère et de la qualité des fourrages cultivés.
- **Organisationnels**, liés aux systèmes d'élevage qui sont majoritairement extensifs. (Benyoucef, 2005)

Chapitre II :

# Généralités sur le Lait

### 1. Définition du lait

D'après l'OMS, le lait se définit comme ceci :

« Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux laitiers obtenue en une ou plusieurs traites sans aucune addition ou extraction, destinée à la consommation sous forme de lait liquide ou à un traitement ultérieur ».

Le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant. Du point de vue physico-chimique, le lait est un produit très complexe, qui comporte une vaste composition chimique et plusieurs propriétés physico-chimiques et organoleptiques. (Vignola *et al.*, 2002)

Les laits destinés à la consommation humaine se classent en deux catégories:

- lait non traité thermiquement: lait cru ou microfiltré.
- lait traité thermiquement: lait pasteurisé ou stérilisé. (Jeantet *et al.*, 2008)

### 2. La composition du lait

#### 2.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait

Ce sont la masse volumique et la densité, l'acidité, le pH, le point de congélation, le point d'ébullition, la viscosité et la conductivité électrique.

##### 2.1.1. La masse volumique et la densité

La masse volumique varie selon la température, vu que le volume aussi, varie selon la température, donc on utilise la densité relative, qui se définit par cette équation:

$$d_T^T = \frac{m.v. \text{ d'une substance à une température } T}{m.v. \text{ de l'eau à une température } T}$$

$d_T^T$  = densité relative

m.v = masse volumique

T = température

Les constituants du lait ont un impact sur sa densité, par exemple la matière grasse possède une densité inférieure à 1, alors plus le lait contient un pourcentage élevé de matière grasse,

plus sa densité sera basse. Un deuxième exemple se pose pour les solides non gras qui ont une densité supérieure à 1, donc plus le lait contient des SNG, plus il possèdera une densité élevée. (Vignola *et al.*, 2002)

### 2.1.2. L'acidité

L'acidité du lait, appelée aussi acidité apparente ou naturelle du lait, est due à la présence des protéines, principalement la caséine et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates et le CO<sub>2</sub> et d'acides organiques comme l'acide citrique. Elle varie entre 0,13 et 0,17 % d'équivalent d'acide lactique. (Vignola *et al.*, 2002)

L'acidité développée est due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique, Elle conduit à la dénaturation des protéines, (Jean, 1993) . Il faut analyser l'acidité titrable du lait pour vérifier sa qualité, qui est une mesure des deux acidités déjà définies:

Acidité titrable = acidité naturelle + acidité développée. (Vignola <i>et al.</i> , 2002)
---

L'acidité titrable est comprise entre 15°D et 18°D (Alias, 1984). Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité  $\leq 21$  °D. (Jean, 1993)

### 2.1.3. Le pH

Il mesure la concentration des ions H<sup>+</sup> en solution. Le pH renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. S'il y a une action de bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions H<sup>+</sup> et donc une diminution du pH. (Luquet, 1985). Un lait avec une haute acidité aura un pH plus bas que 6,6 car l'acide lactique est si fort pour dissocier et abaisser le pH.

Le pH du lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. (Vignola *et al.*, 2002)

### 2.1.4. Point de congélation

Le point de congélation est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation, il varie de -0,530° C à -0,575° C avec une moyenne de -0,555° C. (Vignola *et al.*, 2002). Le lactose et les chlorures sont responsables de 75 % de l'abaissement du point de congélation. Aussi la fermentation lactique, qui transforme une molécule de lactose en 4 molécules d'acide lactique, elle perturbe la mesure de la cryoscopie, donc elle ne doit être réalisée que sur des échantillons frais. (Jaquet et Thévenot,

1961). Un point de congélation supérieur à  $-0,530^{\circ}\text{C}$  permet aussi de soupçonner une addition d'eau au lait. (Vignola, 2002)

### **2.1.5. Point d'ébullition**

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau. (Jean, 1993)

A la pression atmosphérique normale, le point d'ébullition de l'eau est de  $100^{\circ}\text{C}$  et celui du lait est de  $100,5^{\circ}\text{C}$ . Comme pour le point de congélation, il se fait en fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration du lait et diminue avec la pression. Ce phénomène est appliqué dans les procédés de concentration du lait (Majdi, 2008).

### **2.1.6. La viscosité**

Le lait se considère plus visqueux que l'eau (16 à 21,5), il doit sa viscosité grâce à la matière grasse en émulsion et aux particules colloïdales. (Jaquet et Thévenot, 1961). La matière grasse à l'état globulaire (la taille des globules gras) et les macromolécules protéiques qui sont la cause de cette augmentation de viscosité: les substances en solution interviennent pour une faible part.

Sachant que la viscosité d'eau en centipoises est 1,006, la viscosité moyenne à  $20^{\circ}\text{C}$  du lait entier est 2,2 , et du lait écrémé est 1,9 (Alias, 1984).

### **2.1.7. la conductivité électrique**

Etablie au pont de Wheastone-Kolhrausch, la conductivité (qui s'exprime en mhos) se modifie avec quelques transformations chimiques, telles que l'augmentation des minéraux du lait. (Jaquet et Thévenot, 1961). La conductivité électrique est affectée par la concentration des ions actuels dans le lait. (Mir et Sadki, 2018)

Elle est indiquée entre 40 à  $50.10^{-4}$  mhos sur un produit fraîchement trait à la normale, (Jaquet et Thévenot, 1961).

## **2.2. La composition chimique du lait**

Le lait se compose principalement d'eau, des glucides, des lipides, des matières azotées, des minéraux et quelques constituants mineurs tels que les enzymes et les vitamines.

### 2.2.1. L'eau

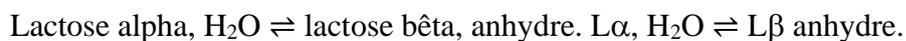
C'est le composant le plus abondant : 902 g par litre. En elle, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de sa matière sèche. (Mathieu, 1997)

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides. (Vignola *et al.*, 2002)

### 2.2.2. Les glucides

Principalement le lactose, appelé aussi sucre du lait, est le constituant du lait le plus abondant après l'eau. (Mathieu, 1997). Le lactose est le constituant majeur de la matière sèche du lait. Sa concentration qui varie très peu est relativement constante. Le lactose a un pouvoir sucrant faible, il joue un rôle dans l'élaboration du système nerveux (galactosides du cerveau). (Jeantet *et al.*, 2008)

Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Il est dit  $\alpha$  (alpha) ou  $\beta$  (bêta) selon la position du groupement  $-OH$  porté par le carbone 1 du résidu glucose. A l'égal d'une solution de lactose dans l'eau, le lait liquide contient les deux formes alpha monohydratées :  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $H_2O$  et bêta anhydre :  $C_{12}H_{22}O_{11}$  en équilibre :



A  $15^\circ C$ , le mélange se compose de 38% de lactose alpha,  $H_2O$  et de 62% de lactose bêta anhydre: lactose bêta/lactose alpha =  $62/38 = 1,63$ .

Les cellules lactogènes ont la faculté d'isomérisation, autrement dit de transformer, une partie du glucose prélevé en galactose, d'unir leurs molécules et ainsi de produire du lactose. Celui-ci est ensuite transféré jusqu'à l'alvéole de l'acinus par les vacuoles de l'appareil de Golgi des cellules lactogènes. (Mathieu, 1997). Il est hydrolysé en glucose et galactose par la lactase ( $\beta$  galactosidase) au niveau de la muqueuse intestinale. (Jeantet *et al.*, 2008)

### 2.2.3. Les lipides

Le lait comporte 3 sortes de substances associées:

- 1) La matière grasse proprement dite, constituée de triglycérides; elle forme 98% de l'ensemble;
- 2) Les phospholipides (graisses phosphorées) : 0,5 à 1%;
- 3) Des substances «insaponifiables», insolubles dans l'eau et solubles dans la graisse: environ 1%. (Alias, 1984)

La matière grasse dont la quantité varie en fonction des conditions d'élevage, est présente dans le lait sous forme de globules gras, de 1 à 8 µm de diamètre, en émulsion; avec un taux variable (environ 10 milliards de globules par millilitre de lait). Cette matière grasse est constituée principalement de composés lipidiques. Le trait commun aux lipides est la présence d'acides gras qui représentent 90 % de la masse des glycérides ; ils sont donc les composés fondamentaux de la matière grasse. (Fredote, 2005)

### 2.2.4. Les matières azotées

L'azote total du lait (N total) est celui des protéines et des substances azotées non protéiques ou azote non protéique (ANP). Les teneurs en N total du lait ou en ANP du filtrat peuvent être déterminées selon la méthode de Kjeldahl, (Mathieu, 1997). Les matières azotées totales du lait sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Les matières azotées totales du lait (Mathieu, 1997)

	<b>Teneurs moyennes exprimées en g/l</b>	<b>Proportions relatives en pour cent des substances azotées totales</b>
<b>Substance azotées totales</b>	33,6	100
– <b>substances azotées non protéiques</b>	1,6	4,8
– <b>substances azotées protéiques (ou protéines)</b>	32	95,2
• <b>protéines dites solubles</b>	6	17,8
• <b>caséines</b>	26	77,3

### 2.2.4.1. Les matières azotées protéiques

Les protéines sont des enchaînements encore appelés polypeptides d'au moins cent acides aminés. Ceux-ci au nombre d'une vingtaine sont tous composés des quatre éléments carbone, hydrogène, oxygène, azote auxquels s'ajoute le soufre chez l'acide phosphorique, ou des glucides sont parfois liés à l'enchaînement d'acides aminés ; on parle alors phosphoprotéine dans le premier cas, de glycoprotéine ou protéines glycosyliées dans le second.

Le lait contient trois sortes de protéines :

- « **La caséine entière** » : c'est le complexe des protéines phosphorées le plus abondant dans le lait, appelée aussi "protéine insoluble". Elle précipite seule lorsqu'on acidifie le lait à pH 4,6 ou lorsqu'on fait réagir un enzyme spécifique: la présure.
- « **Les protéines du lactosérum** » : appelées aussi "protéines solubles". C'est un mélange d'holoprotéines (ne contenant que des acides aminées) et de glycoprotéines (contenant également des glucides). Elles sont insolubilisées par la chaleur avant 100°C et ont les propriétés des albumines et des globulines.
- « **Les protéoses-peptones** » : ce sont des substances ayant une grandeur moléculaire intermédiaire entre celles des protéines et celles des peptides. Elles sont peu abondantes dans le lait. (Alias, 1984)

La teneur en protéines d'un lait, exprimée en grammes par kilogramme ou litre est la différence entre les teneurs en azote total et azote soluble dans l'acide trichloracétique à 12 % de concentration finale, multipliée par le coefficient 6,38.

Teneur du lait en azote total (N total) - teneur du lait en azote non protéique (ANP) = teneur du lait en protéines (MP)

Teneur du lait en matière protéique (MP) = 6,38 taux de protéines.

➤ Le coefficient 6,38:

Il est utilisé pour convertir des teneurs en azote, obtenues par la méthode de Kjeldahl, en taux protéiques; 6,38 correspond à une richesse moyenne des protéines du lait en azote de 15,67 g pour 100 g. Si x est le nombre de grammes d'azote des protéines d'un litre de lait, le TP de celui-ci exprimé en  $g \cdot l^{-1}$  est égal à  $100/15,67 \cdot x = 6,38 \cdot x$ .

Les protéines d'une solution s'agglomèrent, précipitent sous l'influence de l'acide trichloracétique (TCA) lorsque sa concentration atteint 12 g pour 100 g de mélange. Dans ces conditions, les constituants azotés non protéiques restent dispersés dans l'eau. Il suffit de filtrer l'ensemble pour séparer ces deux catégories de substances. Le filtre retient les agrégats de protéines et laisse passer les molécules non protéiques. (Mathieu, 1997)

### **2.2.4.2. Les matières azotées non protéiques**

Elles sont nombreuses. Leur composition est variée, leur masse molaire, inférieure à 500 g.mole<sup>-1</sup>, est faible, leurs molécules sont petites. Elles ne constituent malgré leur grand nombre qu'une partie peu abondante du lait - environ 1,5 g par litre - et ne représentent qu'un faible pourcentage de ses constituants azotés, qu'une faible part, 3 à 7 %, de son azote total, 5% en moyenne, soit 0,29 g par litre. (Mathieu, 1997)

Ces substances à structure chimique très variée, sont dialysables; elles restent en solution dans les conditions qui amènent la précipitation des protéines (acidification, élévation de la température ou addition de la présure). À côté d'acides aminés libres, se trouvent l'urée, la créatine, des nucléotides, ... etc. (Alias, 1984)

Le tableau 2 présente la teneur du lait en substances azotées non protéiques, avec un taux moyen de 0,3 g correspondant à 0,14 g d'azote par litre, l'urée est la substance azotée non protéique la plus abondante du lait. De tous les constituants de cette fraction c'est celui qui varie le plus - il représente de 36 à 80 % de l'azote non protéique - en particulier sous l'influence de l'alimentation. S'y ajoutent diverses substances, les unes, qu'il s'agisse de différents nucléotides ou de leurs précurseurs tels que l'acide orotique ou bases azotées, etc. sont impliquées dans la synthèse des constituants caractéristiques du lait, les autres, comme la créatine, jouent un rôle dans les transferts d'énergie au sein de l'organisme. Enfin les vitamines du groupe B contiennent aussi de l'azote et font partie des matières azotées non protéiques. (Mathieu, 1997)

**Tableau 2** : les substances azotées non protéiques (Mathieu, 1997)

	<b>Teneur du lait en azote correspondant à chaque constituant ou groupe de constituants, exprimée en g/l</b>	<b>Teneur du lait en chaque constituant ou groupe de constituants, exprimée en g/l</b>
<b>Urée</b>	0,14	0,30
<b>Acides aminés : acide glutamique, glycine ou glycolle, arginine, acide aspartique, sérine lysine, valine</b>	0,044	0,29
<b>Peptides</b>	0,037	0,24
<b>Créatine</b>	0,027	0,09
<b>Acide orotique</b>	0,20	0,12
<b>Créatinine</b>	0,008	0,02
<b>Ammoniac</b>	0,005	0,01
<b>Acide urique</b>	0,005	0,02
<b>Autres substances</b>	0,006	
<b>Substances azotées non protéiques</b>	0,29	1,5

### 2.2.5. Les minéraux

On a signalé, dans le lait, la présence des éléments suivants: phosphore, chlore, potassium, calcium, sodium et magnésium en quantités appréciables; puis soufre, carbone et trace de fer, de rubidium, de cuivre, de silice. De très petites traces de molybdène, cobalt, brome, aluminium, bore, zinc, manganèse et lithium ont été également trouvées, (Alias, 1984).

Le tableau 3 résume les constituants minéraux du lait :

**Tableau 3** : Composition minérale du lait (Vignola *et al.*, 2002).

<b>Constituants</b>	<b>Teneur moyenne mg/kg</b>
<b>Potassium</b>	1500
<b>Calcium</b>	1180
<b>Sodium</b>	445
<b>Magnésium</b>	105
<b>Chlore</b>	958
<b>Phosphore</b>	896
<b>Fer</b>	0.50

### 2.2.6. Les groupes de constituants mineurs

Le lait contient quelques groupes d'une multitude de corps présents en quantité infime. Il s'agit:

- De minéraux, ceux qui entrent dans la composition de l'air, oxygène, azote, ...etc., en solution dans l'eau du lait et regroupés sous la dénomination de gaz dissous et les oligo-éléments: fer, magnésium, cuivre, ...etc.
- De composés organiques: diverses substances azotées protéiques comme les enzymes et non protéiques comme les acides aminées, vitamines, ...etc.

Un grand nombre d'entre eux malgré leur taux très faible dans le lait, ne sont pas sans intérêt du fait de l'activité biologique qu'ils déploient en certaines circonstances.

#### 2.2.6.1. Gaz dissous

Le lait contient en moyenne 6% en volume de gaz dissous, essentiellement dioxyde de carbone, azote et oxygène (Tableau 4). Cette valeur, tout de suite après la traite, est la plus élevée, de l'ordre de 8% donc 6,5% de dioxyde de carbone. Au contact de l'air, ces proportions se modifient progressivement; celle du dioxyde de carbone diminue pour atteindre 4,5% en volume tandis que celles d'azote et d'oxygène augmentent pour se stabiliser respectivement à 1,3 et 0,5%, (Mathieu, 1997). L'enrichissement du taux d'azote et d'oxygène n'est pas sans avoir des conséquences pour la conservation du produit, car il favorise l'oxydation de certaines substances sensibles (matières grasses, par exemple), (Jaquet et Thévenot, 1961). Les quantités de gaz dissous sont fonction de leur solubilité dans l'eau et de la composition de l'air. (Mathieu, 1997)

**Tableau 4** : Les gaz dissous dans un lait cru de mélange

	Teneur exprimée en cm <sup>3</sup> de gaz par litre de lait	Teneur exprimée en mg/l
<b>Oxygène</b>	5,6	8,0
<b>Azote</b>	12,7	15,9
<b>Dioxyde de carbone</b>	44,7	87,8

### 2.2.6.2. Enzymes (diastases)

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Plus de 60 enzymes principales où dont l'activité a été déterminée ont pu être isolées du lait. (Blanc, 1982); (Pougheon, 2001)

Elles présentent un pH et une température optimale, au-delà et en deçà desquels, l'activité est progressivement atténuée, puis inhibée. Une température élevée provoque une inactivation, puis, quelquefois, une phase de réactivation temporaire, la destruction. Le froid en produit généralement l'atténuation. Certaines enzymes ont une spécificité d'action très grande, et n'attaquent qu'une seule substance, alors que des isomères stéréochimiques restent intacts. D'autres, au contraire, exercent une action sur tout un groupe de corps (les lipases, généralement sur les lipides).

Les diastases se divisent en:

- a) Hydrolases
  - Glucidases
  - Estérases
  - Les phosphatases
  - L'alcaline
  - Protéase
- b) Desmolases
  - La xanthine-déhydrase
  - Les peroxydases
  - La catalase
- c) Agglutinines (Jaquet et Thévenot, 1961).

Ils peuvent avoir les rôles suivants :

- Rôle antibactérien, elles apportent une protection au lait (lactoperoxydase et lysozyme).
- Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes), de traitement thermique (phosphatase alcaline, peroxydase, acétylsterase, sont des enzymes thermosensibles). (Pougheon, 2001)

### 2.2.6.3. Vitamines

Ce sont des substances dont la présence en faible proportion dans les aliments de l'homme et des animaux est indispensable pour que les jeunes croissent, que les jeunes et les adultes assurent au mieux le fonctionnement de leur organisme, leur nutrition, leur équilibre nerveux, leur activité visuelle, leur reproduction; substances d'une importance considérable pour le maintien de la santé et de la vie. L'absence ou l'insuffisance de vitamines dans le régime alimentaire entraîne des troubles organiques dits avitaminoses ou maladies par carence. Ils se divisent en deux parties par rapport à leur solubilité dans des milieux différents :

- Les vitamines liposolubles :
  - Vitamine A (Axerophthol)
  - Vitamine D
  - Vitamine E.
- Les vitamines hydrosolubles
  - Les complexes de vitamine B : vitamine B<sub>2</sub> (Riboflavine), vitamine B<sub>3</sub> ou P.P (acide nicotinique et son amide, niacine), vitamine B<sub>6</sub> (Pyridoxine), vitamine B<sub>12</sub> (Cobalamine), vitamine B<sub>1</sub> (thiamine ou aneurine).
  - Vitamine C (acide ascorbique) (Alias, 1984)

### 2.3. Propriétés organoleptiques

#### 2.3.1. Aspect

Le lait est généralement opaque, d'un blanc mat porcelaine dû à la diffusion de la lumière par les micelles des colloïdes. La coloration peut être troublée par différents facteurs. Par exemple: une richesse particulière en graisse lui confère, parfois, une teinte un peu jaunâtre, surtout, lorsque la matière grasse est riche en carotène. Au contraire, mouillé ou écrémé, le produit apparaît légèrement bleuâtre. (Jaquet et Thévenot, 1961)

#### 2.3.2. Odeur

Le lait n'a pas vraiment sa propre odeur spécifique, mais il s'en charge facilement d'absorber les odeurs entourées, c'est la matière grasse surtout qui fixe les odeurs, (Jaquet et Thevenot, 1961). L'odeur du lait est un indice important de sa qualité. La présence d'une mauvaise odeur dans le lait reflète un problème dans la manipulation et la conservation du lait. On classe les odeurs selon qu'elles sont absorbées ou développées. Les odeurs absorbées peuvent

provenir de l'alimentation ou d'autres sources, tandis que les odeurs développées peuvent être d'origine microbiologique ou chimique. (Vignola *et al.*, 2002)

### **2.3.3. Saveur**

La saveur normale d'un bon lait est douce, agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement dû à la présence de matière grasse et le lactose. La saveur du lait se compose de son goût et de son odeur. (Vignola, 2002). La saveur du lait normal frais est agréable. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. (Thieulin et Vuillaume, 1967)

## **2.4. Les caractéristiques microbiologiques du lait**

Un microorganisme est un organisme vivant, il se multiplie, se nourrit, s'adapte et sécrète des déchets ou sous-produits de son métabolisme qui pourront être utiles, nuisibles ou dangereux. Pour se multiplier, les microorganismes utilisent les principaux constituants qui entrent dans la composition des produits laitiers. Il se trouve 4 groupes de microorganismes importants dans le domaine laitier: les virus, les bactéries, les levures et les moisissures. (Vignola *et al.*, 2002)

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. De ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle et une flore de contamination. (Bahri, 2016)

### **2.4.1. Flore originelle**

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10<sup>3</sup> germes/ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : Microcoques, *Streptocoques* lactiques, Lactobacilles. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (*Streptococcus pyogene*, *Corynebacterium pyogenes* et des *Staphylococcus*) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale *Salmonella*, *Brucella*, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium*, *Bacillus anthracis* et quelques virus (Guiraud, 2003)

### 2.4.2. Flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes.

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération : les *coliformes*, et certains levures et moisissures (Essalhi, 2002).

#### 2.4.2.1. Les *coliformes*

En microbiologie alimentaire, on appelle <*coliformes*> les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les *coliformes* peuvent provoquer des intoxications alimentaires. Le dénombrement des *coliformes* a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique. (Guiraud, 2003).

#### 2.4.2.2. Levures et moisissures

- **Levures**

C'est un groupe hétérogène de champignons microscopiques qui, à un certain stade de leur développement se présentent sous forme unicellulaire et se multiplient par bourgeonnement ou par scissiparité. (Doutoum, 1995)

- **Moisissures**

Ce sont également des champignons microscopiques qui se développent sur les substances inertes ou en voie de décomposition. Certaines, comme *pénicillium* sont utilisées en fromagerie. Cependant, beaucoup d'autres espèces sont redoutées par leur pouvoir de production de *mycotoxines*. Substances très puissantes (thermostables et liposolubles), elles présentent des activités mutagènes, cancérogènes, toxiques pour l'embryon et le système immunitaire. La contamination de l'homme peut se faire par consommation d'aliments souillés ou après biotransformation par les animaux. Par exemple, l'aflatoxine produite par *Aspergillus.flavus* est véhiculé par le lait. (INRA, 2002)

### 2.4.3. Flore pathogène

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux) ou bien liées à l'Homme (Brisabois et *al.*, 1997).

#### 2.4.3.1. Bactéries infectieuses

Qui doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête...etc. (Kizi et Makdoud, 2014)

Les principaux micro-organismes infectieux :

- *Salmonelles*

Ces entérobactéries lactose, sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C. Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de pH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (Guy, 2006).

- *Listeria*

Leur croissance est possible entre 0 °C et 45 °C (température optimale : 30 °C-37 °C), pour des pH compris entre 4,5 et 9,6, jusqu'à 10 % NaCl et pour une A w de 0,92. Entre 20 °C et 25 °C, elles sont mobiles grâce à des flagelles dont l'implantation est péritriche. (Lovett, 1989)

*Listeria monocytogenes* peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire «parfait» car elle est ubiquiste, très résistante aux conditions difficiles (température, Aw , pH...) et surtout elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments. (Larpent, 1985)

- ***Brucella***

*Brucella* est l'agent responsable de la brucellose, maladie infectieuse et contagieuse chez l'animal, transmissible à l'homme et de répartition mondiale. La contamination de l'homme peut se produire par consommation d'aliments contaminés (essentiellement lait et produits laitiers crus).

*Brucella* est un coccobacille à Gram négatif intracellulaire facultatif, de 0,5 à 0,7 µm de diamètre et 0,5 à 1,5 µm de longueur. Les cellules sont immobiles et ne forment ni flagelle conventionnelle, ni capsule, ni spore. Les bactéries du genre *Brucella* sont aérobies strictes, mais certaines souches nécessitent une atmosphère enrichie en CO<sub>2</sub> (5 à 10 %) pour leur croissance. (Anses, 2014)

### 2.4.3.2. Bactéries toxigènes

Qui produisent une toxine dans l'aliment qui est responsable de l'intoxication du consommateur. Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, telle que la pasteurisation et même la stérilisation (Vignola *et al.*, 2002). Les principaux micro-organismes toxigènes :

- ***Staphylocoques***

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. (Leyral, 2007). Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire et peut être, plus fréquemment, l'homme. Leurs fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance, ils provoquent par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutable chez l'enfant (FAO, 2007).

Pour cela, les normes exigent leur absence dans les produits alimentaires (J.O.R.A, 1998).

- **Les *clostridium*s sulfite-réducteurs**

Ce sont des bâtonnets sporulés, mobiles, Gram+ anaérobies stricts, présentes généralement dans le sol et l'eau, mais aussi dans le tube digestif humain et animal, le pouvoir pathogène est dû à la synthèse des toxines. (Vignola *et al.*, 2002)

### 3. Les facteurs de variation du lait

La quantité de lait produite et sa composition présentent des variations importantes en fonction de nombreux facteurs. Ces variations doivent être connues ; elles intéressent autant le technologue que le nutritionniste. Tous les laits n'ont pas la même valeur nutritive. (Alias, 1984)

Les principaux facteurs de variations sont :

- **Facteurs physiologiques** : évolution au cours du cycle de la lactation : la teneur en matière grasse diminue pendant les premières semaines qui suivent le vêlage, se stabilise pendant un à deux mois, remonte lentement puis plus rapidement à partir du 5<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup> mois. (Mathieu, 1997)
- **Facteurs alimentaires** : influence de niveau énergétique et de la composition de la ration ; actions spécifiques de certains aliments ;
- **Facteurs climatiques** : saison, température ;
- **Facteurs génétiques** : variations raciales et individuelles ; hérédité des constituants ; effet de la sélection ;
- **Facteurs zootechniques** divers, notamment le mode de traite et l'état de santé de la mamelle. (Alias, 1984)

Chapitre III :

Etude comparative des  
trois laits : lait de  
vache, lait de chèvre et  
lait de chamelle

## **1. Définitions des trois laits**

### **1.1. Définition du lait de vache**

Le lait de vache est produit par la vache dès la naissance de son veau pour le nourrir, il a été considéré comme un aliment de base dans de nombreux régimes alimentaires. C'est une boisson saine puisque sa consommation est associée à une alimentation de qualité. Il fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer (Steijns, 2008)

### **1.2. Définition du lait de chèvre**

Le lait de chèvre est produit par la chèvre femelle pour nourrir les chevreaux, c'est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse (sérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum, .... etc.), les autres sous forme colloïdale (caséines), (Doyon, 2005). En raison de l'absence de  $\beta$ -carotène, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache. Il a un goût légèrement sucré. Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache. (Zeller, 2005)

### **1.3. Définition du lait de chamelle**

Le lait de chamelle est produit par les femelles camélidées pour nourrir leurs petits, il est caractérisé par sa richesse en lysozyme et en vitamine C, est naturellement protégé contre les attaques extérieures. (Said *et al.*, 1999). Il a un rôle important pour la nutrition humaine dans les zones arides et semi arides. Il renferme tous les nutriments essentiels qu'on trouve dans le lait bovin, en quantité équilibrées. (Karue, 1998)

## **2. Critères principaux des trois laits : lait de vache, lait de chèvre et lait de chamelle**

### **2.1. Le lait de vache**

Les matières grasses constituent environ 3 à 4 pour cent des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5 pour cent et le lactose 5 pour cent, mais la composition chimique brute du lait de vache varie en fonction de la race. (FAO, 2020)

### **2.2. Le lait de chèvre**

Il a une composition semblable au lait de vache. Le lait de chèvre présente des caractéristiques liées à sa nature biologique, à savoir : variabilité, hétérogénéité et altérabilité (ST-Gelais *et al.*, 1999). Le lait de chèvre est une source importante de protéines d'excellente qualité, il se caractérise par :

- L'absence de  $\beta$ -carotène totalement converti en vitamine A.
- Déficit en acide folique et vitamine B12.
- Plus de calcium, potassium, phosphore, magnésium, et chlore, moins de sodium et de soufre. (Soustre, 2007).

### **2.3. Le lait de chamelle**

Il a une composition semblable à celle du lait de vache, mais est légèrement plus salé. Le lait de chamelle peut être trois fois plus riche en vitamine C que le lait de vache. Il est également riche en acides gras insaturés et en vitamine B. Le lait du chameau de Bactriane a un pourcentage plus élevé de matières grasses que le lait de dromadaire, mais les niveaux de protéines et de lactose sont similaires. (FAO, 2020)

## **3. Comparaison générale des trois laits**

### **3.1. Comparaison au niveau de la composition chimique**

D'après le tableau 5, il se trouve que le lait de vache est le plus riche en matière grasse, suit le lait de chamelle et en dernier le lait de chèvre qui représente une faible teneur en matière grasse qui explique sa couleur plus blanche (et aussi due à son absence en bêta-carotène). La teneur en protéines totales et en caséine du lait de chamelle peut atteindre un fort pourcentage par rapport aux deux autres laits. Tandis que la moyenne est presque semblable. En comparant les caséines camelines avec celle d'autres espèces, il ressort que celles des Camélidés sont moins phosphorylées et moins riches en phosphate et en calcium micellaire. (Kappeler *et al.*, 1998)

Le lait de vache est le plus pauvre en cendres et en protéines sériques, entre le lait de chèvre et le lait de chamelle qui sont proche en pourcentage. Le lait de chèvre représente une légère pauvreté en lactose par rapport aux autres laits. Pour le calcium, les 3 laits présentent une légère différence de quantité, qui est dominée par le lait de chamelle, suit celui de la chèvre et en dernier celui de la vache. Quant au phosphore, magnésium et surtout le potassium, le lait de vache comprend les quantités les plus faibles.

**Tableau 5** : Composition chimique du lait de chèvre, du lait de vache et du lait de chamelle (Anonyme, 2009) ; (Alloui, 2007)

Constituants	Lait de chèvre			Lait de vache			Lait de chamelle		
	moyenne	minimum	maximum	moyenne	minimum	maximum	moyenne	minimum	maximum
<b>Matière grasse (%)</b>	3,62	3,18	4,13	3,87	3,78	4,05	3,80	2,50	5,60
<b>Protéines totales (%)</b>	3,23	2,99	3,49	3,23	3,11	3,34	3,50	2,20	5,50
<b>Caséine (%)</b>	2,33	2,04	2,65	2,42	2,30	2,55	2,60	1,50	4,10
<b>Protéines sériques (%)</b>	0,73	0,62	1,45	0,57	0,39	0,82	0,90	0,50	1,40
<b>Lactose (%)</b>	4,12	3,88	4,30	4,48	4,39	4,57	3,90	2,60	5,10
<b>Cendres (%)</b>	0,78	0,71	0,81	0,67	0,63	0,72	0,76	0,60	0,90
<b>Ca (mg/100 g)</b>	110	96	125	103	91	116	116	94	127
<b>P (mg/100 g)</b>	109	82	146	86	71	105	104	83	138
<b>Mg (mg/100 g)</b>	13	11	15	10	9	10	12	7,5	16
<b>K (mg/100 g)</b>	194	173	206	149	132	180	184	176	211

### 3.2. Comparaison au niveau des paramètres physico-chimiques

A partir des résultats du tableau 6, les trois laits semblent avoir des paramètres physico-chimiques très proches les uns des autres, sauf que le lait de vache a un pH un peu plus élevé que celui des deux autres.

**Tableau 6** : Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre, du lait de vache et du lait de chamelle (Kamoun, 1995) ; (Fall, 1997)

	Lait de chèvre	Lait de vache	Lait de chamelle
<b>pH</b>	6,525	6,65	6,51
<b>Acidité titrable</b>	16	16	15,6
<b>densité</b>	1,031	1,032	1,028

### 3.3. Comparaison au niveau de la bactériologie du lait

D'après les résultats du tableau 7, il se trouve que les résultats des 3 laits du FMAT sont de valeurs variées, le lait de vache représente la teneur la plus faible en flore mésophile, contrairement au lait de chèvre lequel sa valeur dépasse largement le seuil des normes. La valeur élevée de la présence de FMAT dans le lait de chèvre est causée par l'absence de bonnes pratiques d'hygiène.

Pour les *coliformes fécaux*, les 3 laits analysés sont en conformité par rapport aux normes, le lait de vache représente la plus haute valeur.

Dans le cas du dénombrement des *staphylocoques*, le lait de chèvre a présenté une valeur supérieure aux normes, contrairement au lait de chamelle qui présente une absence totale des *staphylocoques* dans ce cas analysé. Les *staphylocoques* présentés au niveau du lait de chèvre sont dus aux infections mammaires. (Bedjaoui et Kerirem, 2016)

La *salmonelle* est absente dans les 3 laits analysés.

A partir des résultats des comparaisons à différents niveaux, les trois laits présentent plusieurs différences malgré leur similitude, chacun d'eux possède des qualités nutritionnelles

différentes, et convient mieux à un type particulier des consommateurs. Il faut alors diversifier les sources du lait pour bien profiter de leurs qualités complémentaires.

**Tableau 7** : Caractéristiques microbiologiques du lait de chèvre, du lait de vache et du lait de chamelle (Idrissa et Coulibaly, 2018) ; (Bedjaoui et Kerirem, 2016) ; (Normes de J.O.R.A, 2020)

<b>Résultats en (1 ufc/g) ou (1 ufc/ml)</b>	<b>Lait de chèvre</b>	<b>Lait de vache</b>	<b>Lait de chamelle</b>	<b>Normes</b>
<b>FMAT</b>	$3,7 \times 10^7$	$1,3 \cdot 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$3 \times 10^6$
<i>Coliformes fécaux</i>	$7,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$	$5 \times 10^3$
<i>Staphylococcus aureus</i>	$3,97 \times 10^3$	$10^2$	abs	$10^3$
<i>Salmonelle</i>	abs	abs	abs	abs dans 25 ml

Chapitre IV :

Commercialisation et  
qualité du lait

### 1. Commercialisation du lait cru

#### 1.1. Le lait cru bovin

Il se trouve que 20 à 30 % des quantités du lait non collecté, qui représente plus de la moitié de la production laitière totale, sont vendues, soit de manière directe vers le consommateur, soit vers les deux circuits formel et informel. Le ministère du commerce a ainsi décidé que le prix de référence du litre de lait cru de vache soit fixé à 50 DA.

La production laitière bovine est écoulee selon deux grands types de circuits:

##### 1.1.1. Collecte et vente contrôlée du lait

Les circuits contrôlés (ou formels) regroupant les éleveurs qui livrent leur production de lait frais vers les laiteries.

L'irrégularité de la collecte est non seulement saisonnière, en fonction de la production laitière, mais aussi quotidienne et durant toute l'année, principalement durant la première année de suivi (2007). Elle devient plus régulière en 2008. Les circuits formels sont de deux types soit directs, quand la collecte est assurée par la laiterie, soit indirects, quand interviennent les collecteurs privés.

La collecte est assurée en grande partie par les laiteries elles-mêmes.

##### 1.1.2. Collecte et vente non contrôlée du lait

Les circuits non contrôlés (ou informels) regroupent les élevages qui n'ont pas le droit de vendre leur lait à travers les circuits officiels et qui vendent leurs produits laitiers, soit de manière directe au consommateur, soit à un ou plusieurs intermédiaires (commerçant laitier, épicerie ou collecteur non contrôlé). Les ventes aux collecteurs sont moins importantes et constituent 25% du volume total des ventes indirectes procédées surtout par les gros éleveurs. Le lait frais et le lait fermenté représentent les plus grandes parts de ces ventes. La collecte de printemps représente 62 à 65% du total collecté par ces circuits, donc l'activité des collecteurs intermédiaires est saisonnière. (Belhadia *et al.*, 2014)

#### 1.2. Le lait cru caprin

En Algérie, le lait de chèvre représente une part négligeable dans la production nationale de lait. 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. L'élevage caprin se divise en 4 types d'éleveurs: Les petits éleveurs avec une faible taille de cheptel et des grandes surfaces de pâturages, les petits éleveurs mais avec une petite surface de pâturage, les éleveurs avec des cheptels plus importants et qui exploitent les plus grandes surfaces de pâturages et les plus gros éleveurs en terme de taille de cheptel mais exploitent de petites surfaces de pâturages.

La vente du lait de chèvre a une forte valeur ajoutée, puisque le litre de lait est vendu à l'usine de transformation à raison de 50 DA/litre, Par ailleurs, après la subvention de la production du lait de vache, les pouvoirs publics ont octroyé une subvention de 12 DA par litre de lait de chèvre produit. Ces politiques de subventions sont destinées à augmenter la production laitière caprine. Cependant, ces subventions ne contribuent pas significativement au revenu net total en raison des faibles quantités de lait produites. la productivité par chèvre demeure faible, car ces éleveurs n'arrivent pas à atteindre des performances de production satisfaisantes. (Mouhous *et al.*, 2013)

### **1.3. Le lait cru camelin**

Aujourd'hui le lait camelin connaît enfin un véritable regain d'intérêt par l'intermédiaire des laiteries implantées dans la région de Ghardaïa. De coutumes, le lait de chamelle est partagé entre le chamelon et les membres du ménage du chamelier ou offert gracieusement car sa vente était considérée comme une offense aux règles d'hospitalité bédouine pendant de nombreuses années. (Senoussi, 2012)

Presque tous les chameliers vendent, souvent, les laits récoltés, directement aux consommateurs. Cependant une partie de la production laitière quotidienne (de 2 à 5 l/j) est régulièrement destinée à l'autoconsommation du ménage. La relative absence de collaboration entre collecteurs formels et chameliers, serait due, principalement, à l'absence de pôles industriels de conservation ou de transformation technologique du lait de chamelle, dans la périphérie de la wilaya de Biskra, à l'exemple des laiteries spécialisées implantées dans la région de Ghardaïa, où le lait pasteurisé de chamelle enregistre un succès. (Faye *et al.*, 2014)

Le lait de chamelle atteint des tarifs relativement variables et prohibitifs ; allant de 400 à 600 DA/l, Ceci s'explique par le fait que le lait de chamelle, est souvent recherché par les consommateurs pour ses vertus nutritionnelles et thérapeutiques dont certaines sont scientifiquement prouvées (Konuspayeva *et al.*, 2004), Les grands écarts observés sur la

tarification du lait de chamelle, sont dépendants et en interférence avec la régularité et l'abondance d'une strate herbacée sur les parcours (pluviométrie) ; la saison (transhumance estivale) ; et le rapport entre la disponibilité du lait de chamelle et la demande instantanée. (Mammeri, 2016)

### **2. La consommation du lait**

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun quel que soit son revenu. La catégorie de produits «lait et produits laitiers» occupe la 4ème position avec 7,5% du total des dépenses de ces ménages après les céréales 24,6%, viande rouge 18,4% et légumes et fruits frais 13,7%. (Bouazouni, 2008)

Sur le plan maghrébin, l'Algérie vient en tête en matière de consommation du lait. En effet, l'Algérie consomme environ 148 l/habitant par an, contre 65 l/habitant par an au Maroc et 110 l/habitant par an en Tunisie. (Ait Lhadi, 2015)

### **3. Contrôle de qualité et hygiène du lait cru**

Le lait cru commercialisé devait subir plusieurs tests de contrôle alimentaire (physico-chimiques et bactériologiques) pour garantir sa salubrité et sa sécurité afin de préserver la santé du consommateur. C'est un produit de grande vulnérabilité, très sensible aux contaminations et aux altérations, surtout qu'il n'a pas subi de traitement thermique, c'est donc pour cela qu'il faut le conserver très soigneusement au froid tout au long du chemin, dès le moment de la traite jusqu'au consommateur ou fabricant, il faut alors suivre des mesures très strictes afin d'éviter sa contamination :

- Les producteurs devraient s'assurer de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles, de bonnes pratiques en matière d'hygiène et d'élevage au niveau de l'exploitation.
- Le lait ne devrait pas contenir de contaminant à une concentration susceptible de compromettre le niveau approprié de protection de la santé publique lorsqu'il est remis au consommateur.
- La contamination du lait cru par des sources animales et environnementales durant la production primaire devrait être réduite au minimum.
- La charge microbienne du lait devrait être aussi faible que possible, en fonction de bonnes pratiques de production laitière et en tenant compte des exigences technologiques des étapes subséquentes de transformation.

- Les fabricants devraient utiliser de bonnes pratiques de fabrication et de bonnes pratiques d'hygiène, particulièrement celles énoncées dans le présent code d'usages.
- Les zones comprenant les locaux utilisés pour la production du lait devraient, dans la mesure du possible, être conçues, situées et entretenues de manière à réduire au minimum l'introduction de contaminants dans le lait.
- Les distributeurs, les transporteurs et les revendeurs devraient s'assurer d'une manipulation et d'un stockage appropriés du lait et des produits laitiers sous leur contrôle, en conformité avec les instructions du fabricant.
- Les consommateurs devraient être conscients de leur responsabilité quant à la manipulation et au stockage du lait et des produits laitiers en leur possession de façon correcte et en conformité avec les instructions du fabricant.
- L'état sanitaire des animaux laitiers et des troupeaux devrait être géré de manière à réduire les dangers de contamination pour la santé humaine. (FAO, 2009)

### **4. Bienfaits et risques de consommation du lait cru**

#### **4.1. Les bienfaits de consommation du lait cru**

Les traitements à haute température diminuent la valeur nutritive du lait, produisent aussi des éléments non désirés dans le lait et diminuent les effets bénéfiques du lait sur la santé. Le lait cru a de ce fait une meilleure influence sur la prévention de :

- l'ostéoporose (fragilisation des os) ;
- l'athérosclérose (la dégradation des artères): aussi bien la prévention des inflammations des artères, que la prévention des facteurs qui augmentent les risques d'inflammation des artères ;
- toutes les maladies dans lesquelles le stress oxydatif joue un rôle : inflammations, vieillissement, fertilité réduite chez l'homme, schizophrénie, maladies des poumons, cancer,...

#### **4.1.1. Bienfaits du lait cru de vache**

Selon plusieurs études, le fait de consommer du lait cru est tout à fait bénéfique pour la santé. Il protège en effet contre l'asthme, le rhume des foins et d'une manière générale l'atopie (c'est-à-dire un terrain propice aux allergies) (Garteiser, 2013)

Il contient naturellement des bactéries, qui normalement ne présentent aucun danger et sont, au contraire, favorables au développement d'une flore intestinale équilibrée. Mais la présence de ces bactéries fait qu'il ne se conserve que quelques jours, et encore, il faut le garder au frais. [1]

### **4.1.2. Bienfaits du lait cru de chèvre**

Les minéraux dans le lait de chèvre sont plus faciles à absorber par l'organisme. Ils sont donc plus efficaces et atteignent mieux leur but. Le lait de chèvre a la plus grande capacité de former des os, suivi par le lait cru de vache car il offre une meilleure absorption du calcium. Aussi en ce qui concerne les autres minéraux (magnésium, fer, cuivre, zinc et sélénium), une meilleure absorption a scientifiquement été constatée lors de la consommation du lait de chèvre. De ce fait le lait de chèvre peut aussi être un moyen important pour aider à la prévention d'anémie.

Le lait de chèvre diminue la teneur en cholestérol dans le sang, stimule le système antioxydant dans le corps, prévient l'excès de poids, prévient le diabète du type II (dû au vieillissement), diminue la formation de caillots sanguins et prévient aussi la hyper-homocystéinémie. Il est donc un aliment très sain pour les personnes présentant une maladie cardio-vasculaire. (Boxstael et Koen, 2003)

### **4.1.3. Bienfaits du lait cru de chamelle**

On reconnaît au lait de chamelle des propriétés immunostimulantes ayant un rôle dans le contrôle des processus tumoraux. La lactoferrine, qui serait présente en grande quantité dans le lait de chamelle, joue un rôle reconnu dans le traitement de certains cancers et ses effets anti-tumoraux.

Il a aussi la réputation de renforcer les défenses immunitaires et de stimuler l'activité physique des organismes en état de surmenage. De tous les laits de mammifère collectés, celui de la chamelle est le plus riche en cette vitamine C dont le rôle tonique et reconstituant, permettant de lutter contre la fatigue et l'infection, est bien connu. Il y a en moyenne 3 fois plus de vitamine C dans le lait de chamelle comparé au lait de vache.

L'insuline est normalement neutralisée par le caillage du lait dans l'estomac sous l'effet de l'acidité du milieu, mais il semble que le lait de chamelle ne caillant pas comme celui des

autres espèces, l'insuline pourrait en grande partie se retrouver intacte dans l'intestin où elle pourrait être absorbée. (Konuspayeva *et al.*, 2004)

### 4.2. Risques de consommation du lait cru

Le lait cru peut contenir des bactéries nuisibles susceptibles d'entraîner des maladies graves.

#### 4.2.1. Allergies et intolérances :

- **Allergie à la caséine**

De nombreux cas de maladies auto-immunes ou d'allergies trouvent leurs origines dans un contexte d'hyperperméabilité de l'intestin. Dans un cas de perméabilité ou d'hyperperméabilité, la caséine va passer à travers l'intestin sans contrôle, ce qui va provoquer des irritations et des inflammations. En conséquence l'immunité va être anormalement stimulée (sécrétion d'IgG). C'est à ce moment-là qu'apparaît une allergie à la caséine.

- **Intolérance au lactose**

Cette manifestation est due à l'absence, à la déficience ou à la diminution de la lactase. Lorsque l'ingestion du lactose est dépassée par la lactase, le lactose n'est pas absorbé par l'intestin, il arrive directement dans le colon, subit un processus de fermentation par les bactéries coliques d'où les symptômes et troubles digestifs: flatulences, douleurs abdominales, nausées, diarrhée... etc.

- **La bêta lactoglobuline**

L'allergie aux protéines du lait se voit très rarement chez l'adulte et concerne la plupart du temps les enfants en bas âge et les nourrissons. Elle correspond à un dérèglement du système immunitaire : il y a fabrication des anticorps de type Immunoglobuline E.

Au moindre contact de protéine (généralement bovine) allergène, elle provoque des réactions inhabituelles, qui peuvent tourner au drame, instantanément après l'ingestion de lait ou de produit contenant ces protéines. (Diarrhées, vomissements, rougeurs...)

Le lait de chamelle a pour particularité d'être totalement dépourvu de  $\beta$ -lactoglobuline, tout comme le lait maternel, il a de faibles risques de provoquer une allergie chez les enfants mais il ne peut toujours pas le remplacer.

### 4.2.2. Risque des résidus d'antibiotiques

La consommation du lait et des produits laitiers contenant des antibiotiques, tels que la pénicilline et la tétracycline est un danger potentiel pour la santé des consommateurs. (Berche *et al.*, 1988)

La tétracycline entraîne une modification de la flore intestinale humaine, les résidus de pénicilline en particulier forment de complexes avec certaines protéines (albumines) par liaisons covalentes, ils sont alors masqués par la structure tertiaire de l'albumine et deviennent inaccessibles aux anticorps, il est donc peu probable que des dérivés significativement immunogène puissent être formés. (Chataigner et Stevens, 2002)

### 4.2.3. Risque des intoxications par des agents pathogènes

Les micro-organismes suivants sont supposés être potentiellement présents dans le lait cru :

*Bacillus cereus*, *Campylobacter coli* et *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus*, *Brucella*, *Listeria*, *Shigella* et *Clostridia* . (Anonyme, 2013) ; [2] ; [3]

Les bactéries causent une intoxication alimentaire soit par leur nombre, soit, plus couramment, en raison des toxines qu'elles produisent. Certaines bactéries produisent des toxines lorsqu'elles se multiplient et, dans de nombreux cas, ce sont ces toxines qui rendent le consommateur malade, parfois un bon moment après l'absorption du lait contaminé.

La plupart du temps, les symptômes se limitent à une diarrhée, des vomissements, des crampes d'estomac et de la fièvre, mais ils peuvent parfois être plus graves, à la suite d'une infection avec des souches pathogènes d'*Escherichia coli* (diarrhée sanguinolente et dégâts aux reins), de *Campylobacter* (syndrome de Guillain-Barré) ou de *Brucella abortus* (brucellose). (Anonyme, 2016)

---

## Conclusion

A partir des études faites sur les différents types de lait, dans ce travail nous avons conclu que chaque lait a des spécificités répondant aux besoins de l'être humain. Alors, il ne faut pas négliger l'importance d'un lait sur un autre. Le corps humain a besoin des nutriments nécessaires à son développement trouvés non seulement dans le lait bovin mais aussi dans les autres laits tel que celui de la chèvre et de la chamelle, c'est pour cela que la diversification de la consommation des laits produits des sources différentes est recommandée pour une meilleure hygiène de vie.

La consommation et la commercialisation du lait à l'échelle mondiale et locale est basée principalement sur le lait bovin dû à son accessibilité grâce à l'élevage intensif de cette race laitière. Néanmoins, la consommation des laits des autres espèces comme la chèvre et la chamelle connaît un essor grandissant ces dernières années grâce à la prise de conscience des bienfaits de ces laits malgré leur commercialisation reste portée beaucoup plus dans les régions arides pour le lait de chamelle et les grandes montagnes pour le lait de chèvre.

La consommation du lait cru reste un point sensible dû à l'absence de n'importe quel traitement thermique, elle possède plusieurs avantages mais aussi des inconvénients, le lait cru se caractérise par son pouvoir de préserver sa richesse en nutriments qui diminue considérablement lors d'un traitement thermique, mais il reste plus dangereux et sensible à l'altération facile sans l'exercice des bonnes pratiques d'hygiène lors de la collecte et la conservation, et plus vulnérable à la contamination par des flores pathogènes causant de graves problèmes sanitaires.

Il faut donc prendre en considération les précautions nécessaires avant la consommation du lait cru.

---

## Références bibliographiques

- **Ait Ihadi A, 2015.** Impact du dispositif d'encadrement et d'accompagnement de l'intensification de la production laitière sur le développement de l'élevage bovin laitier dans la région de Mitidja. Thèse de master, université Djilali Bounaama, Ain Defla, Algérie. 81p
- **Alias C, 1984.** Science du lait : Principes des techniques laitières. 4<sup>ème</sup> édition : Société d'édition et de promotion agro-alimentaires, industrielles et commerciales, Paris, France. 814p.
- **Alloui-lombarkia O., Ghennam E H., Bacha A., Abededdaim M, 2007.** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. Article publié à l'université de Batna, Algérie. 108p.
- **A.N.S.E.S, 2014.** *Brucella* spp. Fiche de description de danger transmissible par les aliments de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, Paris, France. 3p.

Les documents suivants, titrés anonyme, sont empruntés à la bibliothèque de « l'Institut Technologique Moyen Agricole Spécialisé » de Guelma.

- **Anonyme, 1973.** Elevage bovin. Tom 1, production laitière, document technique de base à l'usage des formateurs, Algérie. 78p.
- **Anonyme, 2005.** Evolution des effectifs du cheptel de 1990 à 2005. Direction des statistiques agricoles, Ministère de l'agriculture, Algérie.

- 
- **Anonyme, 2009.** Guide d'élevage de chèvre. Centres de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec, Canada. 7p.
  - **Anonyme, 2013.** Evaluation des risques et bénéfices de la consommation du lait cru d'espèces animales autres que les vaches. Avis approuvé par le Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. 87p.
  - **Anonyme, 2016.** Lait cru à chauffer avant consommation. Brochure du Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. 24p.
  - **Babo D, 2000.** Races ovines et caprines françaises. 1<sup>ère</sup> Édition : France agricole, Paris, France. 305p.
  - **Bahri D, 2016.** Isolement de la flore lactique à partir d'un lait de vache destiné à la fabrication du camembert. Thèse de Master, université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie. 55p
  - **Bedjaoui N., Kerirem K, 2016.** Composition biochimique et caractéristiques physico-chimiques et microbiologique du lait cru de chamelle et de vache. Thèse de master, université M'hamed Bougara, Boumerdes, Algérie. 67p.
  - **Belhadia M., Djermoum A K., Chehat F., Bencharif A H, 2014.** Stratégie des éleveurs laitiers du Cheliff (Algérie). Article publié dans New Medit. 27p.

- 
- **Benaissa M, 1989.** Le dromadaire en Algérie. Options méditerranéennes, Ministère de l'agriculture, Alger, Algérie. 10p.
  - **Benyoucef M T, 2005.** Diagnostic systémique de la filière de lait en Algérie. Organisation et traitement de l'information pour analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Alger, Algérie. 396p.
  - **Blanc B, 1982.** Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Edition Le Lait, INRA, hal archives.
  - **Berche P., Gaillard J L., Simonet M, 1988.** Bactériologie: bactéries des infections humaines. Edition Flammarion, Paris, France. 660p.
  - **Bouazouni O, 2008.** Étude d'impact des prix des produits alimentaires de bases sur les ménages pauvres algériens. Programme Alimentaire Mondial, bureau régional du moyen orient Asie centrale et Europe de l'Est. 93p.
  - **Boxstael F V., Koen D, 2003.** Le lait de chèvre... La santé ! Ce que tout le monde doit savoir sur le lait cru et le lait de chèvre. Article publié dans le Département Verpleegkunde de Biotechnologie, Roulers, Belgique. 36p.
  - **Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., De Buyser M L., Collette C., Garin-Bastuji B., Thorel M F, 1997.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Revue dans techniques Off. int. Epiz 471p.

- 
- **Cau J, 1993.** Au fil du lait. Edition Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP), Dijon, France. 847p.
  - **Châtaigner B., Stevens A, 2002.** Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar. Projet PACEPA, Institut pasteur à Dakar, Sénégal. 66p.
  - **Doyon A, 2005.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre, revue des travaux récents ; colloque sur la chèvre, CRAAQ, Québec, Canada.
  - **Doutoum A A, 1995.** Contribution à l'étude de la qualité du lait des ceintures laitières périurbaines de la zone cotonnière du Sénégal. Revue dans The Med'Vet, Dakar, Sénégal. 21p.
  - **Essalhi M, 2002.** Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait .Mémoire d'ingénieurs à l'institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat. Maroc. 104p
  - **Fall C L, 1997.** Etude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrémage. Thèse de l'Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV), Dakar, Sénégal. 80p.
  - **Faye B., Jaouad M., El Bahrawy K A., Senoussi A H, 2014.** Elevage camelin en Afrique du Nord: état des lieux et perspectives. Article publié dans la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. 11p.

- 
- **FAO, 2020.** Lait et produits laitiers. Article dans OECD-FAO Agricultural Outlook, Éditions OCDE, Rome, Italy.
  - **Filiachi k, 2003.** Les Ressources Génétiques animales. Rapport National par le comité consultatif national, FAO, Algérie. 98p.
  - **Fredot E, 2005.** Connaissance des aliments : Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. 1<sup>ère</sup> édition : Lavoisier tec et doc, Paris, France. 397p.
  - **Garteiser M, 2013.** Lait et produits laitiers bienfaits et risques santé. Article publié dans Journal of Allergy and Clinical Immunology.
  - **Guiraud J P, 2003.** Microbiologie alimentaire, édition Dunod, Paris, France. 651p.
  - **Guy F I, 2006.** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les *salmonelles* de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat, université Paul-Sabatier, Toulouse, France. 175p.
  - **Idrissa H., Coulibaly L, 2018.** Contribution à l'étude du lait de chèvre et essais de fabrication de fromages frais. Thèse de master, université du 8 mai 1945, Guelma, Algérie. 80p.
  - **1.N.R.A., 2002.** Sécurité des aliments à INRA : Institut National de Recherche Agronomique, France. 21p

- 
- **I.T.E.L.V., 2003.** Elevage bovin en Algérie, Institut technique des élevages.
  - **Jaquet J., Thévenot R, 1961.** Le lait et le froid: les produits laitiers et leur traitement frigorifique. Édition J-B Baillière et fils, Paris, France. 464p.
  - **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brulé G, 2008.** 2ème édition: Lavoisier tec et doc, Paris, France. 184p.
  - **J.O.R.A. N° 35.(1998).** Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers, Journal Officiel de la République Algérienne.
  - **Jrad Z., El Hatmi H., Fguiri I., Arroum S, 2013.** Antibacterial activity of lactic acid bacteria isolated from tunisian camel milk. Article dans African Journal of Microbiology Research. 1008p.
  - **Kamoun M, 1995.** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Option méditerranéenne, Lavoisier Tec et Doc, Paris, France. 103p.
  - **Kappeler S R., Puhan Z., Farah Z, 1989.** Sequence analysis of camelus dromadarius milk caseine. Article dans Journal of dairy reasearch. 7p.
  - **Karue C N, 1998.** The dairy characteristics of the Kenyan camel. Editeur P. Bonnet, actes du colloque Cirad, Nouakchott, Mauritania. 60p.

- 
- **Kherzat B, 2007.** Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'organisation mondiale de commerce et à la zone de libre-échange avec l'Union européenne. Thèse de magister en sciences agronomiques, institut national agronomique El Harrach, Algérie. 124p.
  - **Kizi N., Makdoud S, 2014.** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau des deux régions Akbou et Sidi Aich, thèse d'ingénieur, université Abderrahmane Mira, Béjaïa, Algérie. 61p
  - **Konuspayeva G., Loiseau G., Faye B, 2004.** La plus-value "santé" du lait de chamelle cru et fermenté: l'expérience du Kazakhstan. Article dans Rencontres, recherches et ruminants. 50p.
  - **Larpent J P, 1985.** *Listéria*, 1<sup>ère</sup> édition: Lavoisier, tec et doc, Paris, France. 541p.
  - **Leyral G., Vierling E, 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaire. Edition Doin, France. 287p.
  - **Lovett J, 1989.** *Listeria monocytogenes*. Revue dans Foodborne bacterial pathogens, Marcel Dekker Inc., New York, Amérique, 310p.
  - **Luquet F M, 1985.** Lait et produits laitiers: vache, brebis, chèvre: les laits, de la mamelle à la laiterie. 1<sup>ère</sup> édition: Lavoisier, tec et doc, Paris, France. 397p.

- 
- **Majdi A, 2008.** Maitrise de la technologie fromagère et contrôle qualité des fromages AOC . Stage au centre professionnel d'agroalimentaire de cite EL KHADRA .Institut National Agronomique, Tunisie.
  - **Mammeri A, 2016.** Les circuits périurbains de commercialisation du lait de chamelle en Algérie : cas de la wilaya de Biskra. Article dans Rencontres, recherches et ruminants, 93p.
  - **Mathieu J, 1997.** Initiation à la physicochimie du lait. Edition Lavoisier tec et doc, Paris, France. 220p.
  - **Mir Y., Sadki, 2018.** Évaluation de la conductivité électrique du lait comme moyen de détection précoce des mammites bovines dans différentes fermes au sud du Maroc. Revue dans l'institut Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Maroc. 313p.
  - **Mouhous A., Bouraine N., Bouaraba F, 2013.** L'élevage caprin en zone de montagne : Cas de la région de Tizi-Ouzou, Algérie. Article dans Rencontres, recherches et ruminants, 248p.
  - **Nedjraoui D, 2001.** Document de profil fourrager. Article dans le journal URBT, Alger, Algérie.
  - **Pougheon S, 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France. 102p.

- 
- **Said M., Siboukeur O., Ouled Belkheir A., Guerradi, 1999.** Caractéristiques physico-chimiques, composition et qualité bactériologique du lait de chamelle de la population sahraoui : wilayas d'Ouargla et Ghardaïa. Aptitudes technologiques. Premières journées sur la recherche cameline, Ouargla, Algérie. 133p.
  - **Senoussi A, 2012.** L'élevage Camelin en Algérie: mythe ou réalité. Article dans Rencontres, recherches et ruminants, 308p.
  - **Soustre Y, 2007.** Les qualités nutritionnelles du lait et des fromages de chèvres. Edition Maison du lait. Questions sur n°23 Mai-Juin.
  - **Steijns J, 2008.** Daily products and health: focus on their constituents or on the matrix. Revue dans international dairy journal.
  - **ST-Gelais D D., Ould-baba A M., Turcot S M, 1999.** Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. Ministère de l'agriculture et l'agro-alimentaire, Canada. 33p.
  - **Supplee G C., Dow Odessa D., Nelson J W, 1927.** Richesse en vitamines du lait liquide et du lait sec. Edition INRA Le Lait, hal archives. 26p.
  - **Thieulin G., Vuillaume R, 1967.** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs. Revue générale des questions laitières, Paris, France. 388p.

- 
- **Vignola C L., Amiot J., Angers P., Bazinet L., Boutonniez J-L., Britten M., Castaigne F., Champagne C., Dupuis C., Fliss I., Fournier S., Gardner N., Jean J., Lamontagne M., Lamoureux M., Lebeuf Y., Michel J-C., Moineau S., Paquin P., Pouliot M., Pouliot Y., Reitz-Ausseau J., Richard J., Simpson R., St-Gelais D., Tardif R., Tirard-Collet P., Verge J, 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. 2<sup>ème</sup> édition : Presses internationales polytechniques, Québec, Canada. 600p.
  
  - **Zeller B., 2005.** Le fromage de chèvre: spécificités technologiques et économiques, thèse de doctorat à l'université Paul-Sabatier, école nationale vétérinaire, Toulouse, France. 81p.

---

## Sites web

[1]: Lait cru : bienfaits ou dangers ?. <https://www.e-sante.fr/lait-cru-bienfaits-ou-dangers/actualite/1043> . (consulté le 15/09/2020)

[2]: Intoxication alimentaire. <https://www.nhs.uk/conditions/food-poisoning/> . (consulté le 18/09/2020)

[3]: Brucellose après consommation de lait cru en Algérie. <https://www.mesvaccins.net/web/news/12547-brucellose-apres-consommation-de-lait-cru-en-algerie> . (consulté le 18/09/2020)

# Rapport de stage au niveau du laboratoire de la laiterie EDOUGH Annaba

Durant la période du 23/02/2020 jusqu'au 12/03/2020

## **Introduction :**

Dans ce rapport, J'ai rédigé mon assistance à un stage de formation chez l'entreprise d'EDOUGH à Annaba au niveau des laboratoires physico-chimiques et bactériologiques, je vais mentionner toutes les analyses effectuées sur le lait de vache dans l'état cru et pasteurisé pour confirmer son conformité et son aptitude à la consommation afin de pouvoir le mettre sur le marché.

## **1. Procédure physicochimique**

Les analyses physico-chimiques ont des résultats presque instantanés, sont appliquées principalement juste après la réception du produit d'après les collecteurs afin de savoir s'il faut accepter ou refuser la quantité du lait reçue, y'en a 4 : détermination de l'acidité, la matière grasse, la densité et la détection des antibiotiques.

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

#### **1.1.1. Acidité ionique**

##### **1.1.1.1. Définition**

C'est la concentration de  $H_3O^+$  ou  $(H^+)$  libres dans une solution donnée

##### **1.1.1.2. Principe**

Le principe est basé sur la mesure directe du PH à l'aide d'un PH mètre

### **1.1.1.3. Mode opératoire**

Après réglage de la température affichée sur le PH mètre, on fait introduire l'électrode de mesure dans un bécher contenant une prise d'essai de quelques millimètres pour qu'enfin le pH soit directement lu sur le cadran de l'appareil.

### **1.1.2. Acidité titrable**

#### **1.1.2.1. Définition**

C'est l'acidité exprimée conventionnellement en acide lactique.

#### **1.1.2.2. Principe**

Le titrage de l'acidité du lait se fait par l'hydrolyse de sodium en présence de phénophtaléine comme indicateur.

#### **1.1.2.3. Mode opératoire**

Dans un bécher, on introduit 10ml du lait avec une pipette, on ajoute 2 à 3 gouttes de la solution de phénophtaléine puis on titre avec la solution d'hydroxyde de sodium (9/n) jusqu'au début de virage au rose facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.

L'acidité est exprimée en degré doronic ( $D^\circ$ ) c'est-à-dire en décigramme d'acide lactique par litre est égale  $0,10 \cdot V$  ou 'V est le volume en millilitre de la solution NaOH versée.

### **1.2. Détermination de la matière grasse**

(Méthode acidimétrique de GERBER)

#### **1.2.1. Définition**

C'est un test chimique pour détermine la teneur en matières grasses du lait.

#### **1.2.2. Principe**

Le principe de la méthode de GERBER est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre après attaque acide des éléments du lait excepte la matière grasse.

La séparation de cette dernière en une couche claire et transparente est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool isométrique.

### 1.2.3. Mode opératoire

- On introduit 10ml d'acide sulfurique dans un butyromètre tout en évitant de mouiller le col.
- Ensuite on ajoute 11ml de lait et 1ml d'alcool iso amylique
- Après bouchage du butyromètre, on procède à l'agitation jusqu'à dissolution complète de la caséine qui se coagule en contact avec l'acide ; sans laisser refroidir le butyromètre, on centrifuge durant 5min a une vitesse de rotation de 1200 tours par minutes.
- A la sortie de la centrifugeuse, on obtient dans la partie graduée du butyromètre une colonne claire et transparente de matière grasse dont on lit la hauteur.

La teneur en matière grasse du lait exprimée en gramme par litre, est égale à :

$$(n-n').10$$

n : la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse.

n' : la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse.

### 1.3. Détermination de la densité

\* Préparation de l'échantillon

Cette opération consiste à rendre l'échantillon homogène, comme les analyses ont lieu immédiatement après le prélèvement de l'échantillon une simple agitation à l'aide d'une baguette en verre suffit à le rendre homogène.

#### 1.3.1. Définition

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse volumique de ce liquide et celle d'un même volume d'eau à 15° C.

#### 1.3.2. Principe

La détermination de a densité se réalise en utilisant un aéromètre spécialement adapté appelé lactodensimètre, gradué à la température de 20°C.

### 1.3.3. Mode opératoire

A l'aide d'un thermo-lacto-densimètre que l'on plonge dans éprouvette contenant le lait, la densité et la température du lait est différente de 15° C par la formule suivante que pour une mesure faite entre 10° et 20°.

$$D' = D'' + 0,2 (T - 15^{\circ}\text{C})$$

D' : densité corrigée

D'' : densité brute

T : température du lait

0,2 : coefficient de correction de température

## 1.4. Détection des antibiotiques

### 1.4.1. Définition

La présence des antibiotiques dans le lait collecté cause l'élimination immédiate du cotât reçu car les antibiotiques causent des risques toxicologiques et développent des bactéries résistantes, difficiles à détruire même après la pasteurisation du produit ce qui est dangereux et pas conforme à la consommation.

### 1.4.2. Principe

La détection est effectuée à l'aide d'un appareil lecteur immunochromatographique qui peut détecter la présence des desfuroylceftiofur, beta-lactam et la tetracycline dans le lait cru à l'aide des anticorps et des des récepteurs conjugués à des particules d'or colloïdal.

### 1.4.3. Mode opératoire

- On ajoute 3ml de lait à analyser dans un tube jetable.
- On introduit une bandelette.
- On incube la bandelette dans l'appareil pendant 5 minutes à 47.5°C +/- 1.0°C.
- La lecture des bandelettes est effectuée par la décoloration d'une ou plusieurs barres dessinées sur elle en plus d'une zone témoin (une barre qui reste colorée pour garantir le bon fonctionnement de la bandelette et soit comparée de couleur par rapport aux bandes voisines lors d'un test positif).

## 2. Procédure bactériologique

### \* Préparation des échantillons : les laits

Le prélèvement de l'échantillon est effectué après chaque programme de nettoyage avant la pasteurisation, après pasteurisation (tanks) et après le traitement (produit fini).

La prise d'échantillons au niveau de la réception du lait de collecte s'effectue après avoir agiter soigneusement le lait à l'aide de l'agitateur mécanique du tank à partir du robinet d'échantillonnage.

- D'un matériel stérilisé dans le cas de bidon, un échantillon de 25 à 50 ml de lait est prélevé aseptiquement avec une louche et placé dans un flacon stérile de 50 à 100 ml à ouverture large.
- Il est nécessaire de rendre l'échantillon homogène avant chaque analyse, pour cela :
- Agiter soigneusement le sachet du lait avant chaque opération.
- Distribuer aseptiquement l'eau physiologique à raison de 9 ml dans des tubes stériles à température ambiante.
- Une dilution au 1/10 est obtenue en transférant 1 ml de lait à l'aide d'une pipette stérile dans 9 ml de diluant.
- Une dilution de 1/100 à l'aide d'une pipette stérile de 1 ml dans un second tube de diluant.
- Procéder de manière identique pour les autres dilutions.

### 2.1. Dénombrement des germes totaux

#### 2.1.1. Principe

Le dénombrement des germes totaux permet d'avoir une idée sur la charge microbienne (degré de contamination) du produit.

#### 2.1.2. Technique d'analyse

- On régénère la gélose nutritive à 100°C puis refroidir à 60°C.
- On introduit 1ml des dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  dans le fond des boites de pétri stériles.
- On écoule dans chaque boite de pétri une couche de gélose nutritive.
- Il faut rendre le contenu des boites homogène en effectuant des mouvements circulaires de 8.

- Après la solidification de la gélose, on incube les boîtes retournées dans l'étuve à 30°C pendant 48 à 72h.

### **2.1.3. Lecture**

Les germes totaux aérobies apparaissent sous forme de colonies blanchâtres de tailles et de formes différentes.

On compte le nombre des colonies et ramène le nombre de germes par millilitre en tenant compte du degré de dilution.

### **2.1.4. Normes**

Selon le journal officiel N°35, du 27 mai 1998

10<sup>5</sup> germes par ml du lait cru.

## **2.2. Dénombrement des *streptocoques fécaux***

### **2.2.1. Principe**

Les *streptocoques fécaux* représentent un indice de contamination fécale du lait cru.

### **2.2.2. Technique d'analyse**

La recherche s'effectue en deux étapes :

- Test présomptif en milieu de Roth.
- Test confirmatif en milieu de Litsky.
  - On ensemence les tubes de milieu de Roth simple concentration avec 1ml de dilution (test présomptif).
  - Les tubes sont ensuite incubés à 30°C pendant 24h à 48h.
  - L'ensemencement du milieu Litsky à partir du milieu de Roth (test confirmatif).
  - On incube les tubes à 30°C pendant 24h à 48h.

### **2.2.3. Lecture**

Les troubles bactériens dans le milieu et/ou l'apparition d'une pastille violette au fond du tube traduisent la présence des *streptocoques fécaux*.

### **2.2.4. Normes**

Absence dans 0,1 ml.

### **2.3. Dénombrement des *coliformes***

#### **2.3.1. Principe**

Les *coliformes* sont des germes de contamination fécale. Ils vivent normalement dans l'intestin des hommes et des animaux.

La recherche des *coliformes* s'effectue par l'utilisation d'un milieu solide contenant du lactose due à leur capacité de fermenter le lactose et produire du gaz.

#### **2.3.2. Technique d'analyse**

- On introduit 1 ml du lait de chaque dilution de lait sur le fond des boîtes de pétri.
- On coule environ 12 ml de gélose de désoxycholate dans chaque boîte de pétri.
- Rendre le contenu homogène en effectuant des mouvements circulaires ou de forme de 8.
- L'incubation des boîtes est effectuée à 37°C pendant 24h.

#### **2.3.3. Lecture**

Les colonies apparaissent rouges foncées de 0,5 mm de diamètre.

On compte le nombre des colonies et on ramène au nombre de germes par ml en tenant compte de la dilution.

#### **2.3.4. Normes**

Selon le journal officiel N°35 du 27 mai 1998 : (germes/ml)

1(germes/ml) dans le lait pasteurisé conditionné.

### **2.4. Dénombrement des *clostridium* sulfito-réducteurs**

#### **2.4.1. Principe**

La recherche des *clostridium* sulfito-réducteurs s'effectue par le dénombrement des formes sporulées sur milieu solide.

La flore d'accompagnement est éliminée par pasteurisation, l'amidon facilite la germination des spores, le sulfite est réduit en sulfure et réagit avec les ions ferriques en provoquant le noircissement des colonies.

### 2.4.2. Technique d'analyse

- On applique une pasteurisation de l'échantillon au bain marie à 80°C pendant 5 mn.
- On introduit 5 ml du lait dans 2 tubes 20 x 200 mm.
- On ajoute 20 ml de gélose viande-foie dans chaque tube.
- Il faut aussi ajouter à chaque tube :
- 1 ml d'une solution régénérée de sulfite de sodium.
- 4 gouttes d'alun de fer.
- On termine par la création de l'anaérobiose par l'introduction de la paraffine à la surface des milieux de culture.
- Deux tubes sont incubés à 37°C pendant 24 à 72h.

### 2.4.3. Lecture

Les *clostridium* sulfito-réducteurs apparaissent sous forme de grosses colonies noires.

### 2.4.4. Normes

50 colonies par ml dans le lait cru.

## 2.5. Dénombrement des *salmonelles*

### 2.5.1. Principe

Cette recherche comporte les étapes suivantes :

1. Enrichissement sur milieu bouillon de sélénites de sodium cystine.
2. Isolement sur milieu gélose pour *Salmonella Shigella* (gélose SS).

### 2.5.2. Technique d'analyse

- On introduit 1 ml du lait dans 10 ml de bouillon sélénite.
- On l'incube à 37°C pendant 24H.
- On prélève une colonie et ensemence en stries sur la surface de la gélose SS.

### 2.5.3. Lecture

Les *Salmonelles* apparaissent incolores et transparentes de petites tailles.

### 2.5.4. Normes

Absence.

## 2.6. Dénombrement des *staphylocoques*

### 2.6.1. Principe

Le milieu Giolitti/Cantons est utilisé particulièrement pour l'analyse des laits et dénombrement des *staphylocoques*.

### 2.6.2. Technique d'analyse

- On introduit 19 ml de Giolitti/Cantons puis ajouter 10 gouttes de solution stérile de Tellurite de Potassium à 1%.
- Après ensemencement et homogénéisation, on verse soigneusement dans chaque tube sur une hauteur de 2 à 3 cm de paraffine.
- On met les tubes en incubation à 37°C pendant 24h.

### 2.6.3. Lecture

La culture de *staphylocoques* est indiquée par la formation d'un précipité noir ou le noircissement total du tube.

\* Il est toutefois nécessaire de confirmer la présence des *staphylocoques* par culture sur milieu gélose (milieu Chapman).

- Lecture de développement sur milieu gélosé (Chapman)

Les *staphylocoques* peuvent se présenter sous forme de colonies d'un diamètre de 1 à 1,5 mm rondes à contour régulier, opaque, convexe, blanche ou pigmentées en jaune.

- Recherche du pouvoir pathogène du *staphylocoque* isolé

Trois enzymes indiquent qu'un *staphylocoque* est pathogène sont :

- Coagulase

- Phosphatase

- D-nase

\* L'épreuve de coagulase est le test le plus utilisé pour la confirmation de la présence des *staphylococcus aureus*.

- Epreuve de coagulase
  - On incube chaque colonie dans un tube à essai contenant 0,5 ml de bouillon cœur cervelle stérile, à 37°C pendant 20 à 24h.
  - On introduit dans un tube à hémolyse 0,5 ml de cette culture et 0,5 ml de plasma de lapin.
  - On prépare un autre comme témoin.
  - On l'incube à 37°C et examine les tubes en vue de la formation d'un coagulum chaque heure pendant 2 à 4h.

\* Les lectures de la réaction doivent être effectuées toutes les heures; pendant les 5 premières heures:

Les *staphylocoques* pathogènes entraînent la coagulation du plasma en un temps variant d'une demi-heure à 24h.

La prise en masse du plasma est généralement totale, au point de pouvoir retourner le tube; lorsque le caillot est moins compact, l'épreuve doit cependant être tenue pour positive, même si elle se produit après 24h.

### **2.6.4. Normes**

Absence en lait cru.

1 (germes/ml) dans le lait pasteurisé conditionné.

## **2.7. Dénombrement de la flore totale mésophile aérobie (FMAT)**

### **2.7.1. Principe**

L'incubation du produit sur la gélose PCA pour pouvoir compter les colonies bactériennes en comparant avec les normes du journal officiel.

### **2.7.2. Technique d'analyse**

- On effectue une dilution successive de 1 ml d'échantillon, c'est-à-dire : on prend 1 ml de la solution mère pour l'ajouter à 9 ml du diluant, puis on prend 1 ml de cette dernière pour l'ajouter encore à un diluant de 9ml et ainsi de suite afin d'arriver à une dilution apte pour le dénombrement en tenant compte que le nombre des colonies au-dessus de 300 est trop grand et en dessous de 10 est trop faible.
- On prend 1 ml de la solution diluée et on l'ajoute dans une boîte à pétri en petites gouttes.
- On recouvre par une couche de gélose PCA en homogénéisant.
- On ajoute une deuxième couche de gélose après la solidification de la première pour immobiliser les bactéries.
- On l'incube à 30° pendant 48h.

### **2.7.3. Lecture**

Ils apparaissent sous forme de colonies de taille et de forme différentes capable d'être dénombrés.

### **2.7.4. Normes**

$3.10^5$  à  $3.10^6$  dans le lait cru.

### **Conclusion**

Dans ce stage, j'ai appris les méthodes d'analyse physico-chimiques et bactériologiques qu'il faut appliquer afin de confirmer la conformité du lait cru et son aptitude à la consommation humaine et les normes publiées dans le journal officiel qu'il faut suivre pour comparer et garantir la sécurité de ce produit alimentaire.