

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

# Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Intitulé du thème :

## Caractéristiques physicochimiques et nutritionnelles du lait de chèvre de plusieurs régions

Présenté par : **Melle SAADA OUI DJELLOUL SAIAH** Ikram

**Melle ABBAD** Ibtissem

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mr BENABDERRAHMANE Mokhtar** (M.C.A/UDL/SBA)

Examineur : **Mme AOUISSAT Hanane** (M.A.A/UDL/SBA)

Promoteur : **Mr DIAF Mustapha** (M.C.A/UDL/SBA)

Co-Promoteur : **Melle TARFA OUI Louiza** (Doctorant/UDL/SBA)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin »



## Remerciements

*Avant tout nous remercions **DIEU** « **Tout Puissant** » qui nous a donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.*

*Nos remerciements s'adressent à tous les **membres du jury** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger ce travail.*

*Nous remercions notre encadreur, Monsieur **DIAF.M** ; pour nous avoir aidé à réaliser ce mémoire et pour son encadrement éclairé.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Mlle **TARFAOUI L** ; Co-promotrice de notre mémoire pour sa présence, son aide et ses orientations*

*En fin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*SAADAOUI IKRAM  
&  
ABBAD IBTISSEM*

## *Résumé*

En Algérie, le lait de chèvre est moins connu et moins utilisé en comparaison au lait de vache. Et pourtant, il possède des qualités nutritionnelles plus importantes que celles du lait de vache. L'objectif de cette étude est de comparer les paramètres physico-chimiques et nutritionnels du lait de chèvre originaire de différentes régions de l'ouest algérien.

Des échantillons de lait ont été collectés à partir de quatre wilayas :Oran, Sidi-Bel-Abbès, El Bayadh et Adrar. Une comparaison a été ensuite réalisée entre les échantillons des quatre régions par rapport aux paramètres suivants ; la densité, le pH, l'acidité, l'extrait sec total, le taux de cendres, le taux des protéines, la teneur en matière grasse, l'activité antioxydant DPPH et la teneur en vitamine C. Les résultats obtenus ont dévoilé que le lait de chèvre des différents échantillons présente une densité comprise dans un intervalle allant de 1028 à 1035, l'acidité la plus faible a été enregistrée dans la zone d'El Bayadh (13 °D), alors que pour le taux d'humidité, nous avons enregistré des valeurs entre 83% et 86% pour l'ensemble des échantillons. La teneur la plus élevée en matière grasse a été notée sur l'échantillon de la région d'Oran(48 g/l). Cependant, la teneur en cendres du lait de chèvre était comprise entre 0,5 et 1,5%. Une haute teneur en protéine a été trouvée dans le lait des régions d'Oran et de SBA 3,6%.

Les résultats obtenus montrent une variabilité entre les régions, cela est probablement dû aux apports alimentaires, les espèces, les races, la période de lactation et l'état sanitaire de l'animal.

**Mots clés :** Lait de chèvre, analyses physico-chimiques, Ouest algérien

## *Abstract*

In Algeria, goat's milk is less known and less used compared to cow's milk. And yet, it has more important nutritional qualities than those of cow's milk. The objective of this study is to compare the physicochemical and nutritional parameters of goat's milk originating from different regions of western Algeria.

Milk samples were collected from four wilayas: Oran, Sidi-Bel-Abbès, El Bayadh and Adrar. A comparison was then made between the samples of the four regions with respect to the following parameters; density, pH, acidity, total dry extract, ash content, protein level, fat content, DPPH antioxidant activity, and vitamin C content.

The results obtained revealed that the goat's milk from the different samples has a density between 1028 and 1035, the lowest acidity was recorded in the area of El Bayadh (13 ° D), while for the humidity level, we recorded values between 83% and 86% for all the samples. The highest fat content was noted on the sample from the Oran region (48 g / l). However, the ash content of goat's milk was between 0.5 and 1.5%. High protein content was found in milk from Oran regions and 3.6% SBA.

The results obtained show variability between regions, this is probably due to food intake, species, breeds, lactation period and health status of the animal.

**Keywords:** Goat's milk, physico-chemical analyzes, Western Algeria.

## ملخص

في الجزائر، يعتبر حليب الماعز أقل شهرة وأقل استخدامًا مقارنة بحليب البقر. ومع ذلك، فإن له خصائص غذائية أكثر أهمية من تلك الموجودة في حليب البقر. الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة العوامل الفيزيائية، الكيميائية والتغذوية لحليب الماعز القادم من مناطق مختلفة من غرب الجزائر.

جمعت عينات الحليب من أربع ولايات هي وهران وسيدي بلعباس والبيض وأدرار. ثم تم إجراء مقارنة بين عينات المناطق الأربع فيما يتعلق بالمعايير التالية: الكثافة، مؤثر الحموضة، الحموضة، المستخلص الجاف الكلي، محتوى الرماد، مستوى البروتين، محتوى الدهون، نشاط مضادات الأكسدة DPPH، ومحتوى فيتامين سي. أظهرت النتائج أن كثافة حليب الماعز من العينات المختلفة تتراوح بين 1028 و 1035، وسجلت أقل نسبة حموضة في منطقة البيض (13 درجة د)، أما بالنسبة لمستوى الرطوبة فقد سجلنا القيم بين 83% و 86% لجميع العينات. لوحظ أعلى محتوى دهني في العينة من منطقة وهران (48 جم / لتر). بينما تتراوح محتوى الرماد في حليب الماعز بين 0.5 و 1.5%. تم العثور على نسبة عالية من البروتين في الحليب من مناطق وهران و سيدي بلعباس 3.6% .

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها تباينًا بين المناطق، وربما يرجع ذلك إلى تناول الطعام، والأنواع، والسلالات، وفترة الإرضاع، والحالة الصحية للحيوان.

**الكلمات المفتاحية:** حليب الماعز، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، غرب الجزائر

## Liste des abréviations

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| pH            | Potentiel hydrogène                    |
| TP            | Protéique                              |
| Tb            | Les taux butyreux                      |
| NK            | Les cellules <i>Natural killer</i>     |
| MCV           | Maladies cardiovasculaires             |
| LDL           | Mauvais cholestérol                    |
| HDL           | Bon cholestérol                        |
| TCM           | Triglycérides à chaîne moyenne         |
| NO            | Oxyde nitrique (NO)                    |
| IgE           | Immunoglobuline E                      |
| IgG           | Immunoglobuline G                      |
| d'IL-4,       | Interleukine 4                         |
| ECA/ACE       | Enzyme de conversion de l'angiotensine |
| ACBP          | Peptide bioactif anticancéreux (ACBP)  |
| IL-10         | Interleukine 10                        |
| TNF- $\alpha$ | Facteur de nécrose tumorale            |
| t IL-6        | Interleukine 6                         |
| EST           | L'extrait sec total                    |
| ESD           | L'extrait sec dégraissé                |
| de BSA        | (Bovin sérum albumine                  |
| C°            | Degré Celsius                          |
| MG            | Matière gras                           |
| °D            | Degrés Doronic                         |
| $\kappa$ -Cn  | La caséine $\kappa$                    |
| $\beta$ -Lg   | B-lactoglobuline                       |
| FAO           | Food and Agriculture Organisation      |
| G             | Gramme                                 |
| g/l           | Gramme par litre                       |
| ml            | Millilitre                             |

# Liste des figures

|                                                                                                                        | <b>Page</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Figure1.1</b> Les cellules sécrétrices et les canaux sécréteurs de la glande mammaire formant le système sécrétoire | 03          |
| <b>Figure1.2</b> Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait                                               | 04          |
| <b>Figure1.3</b> Structure du lactose et résultat de son hydrolyse                                                     | 07          |
| <b>Figure1.4</b> Composition de la matière grasse du lait                                                              | 08          |
| <b>Figure1.5</b> Proportions des diverses protéines du lait                                                            | 10          |
| <b>Figure1.6</b> Modèle de micelle de caséine avec sous-unité                                                          | 11          |
| <b>Figure1.7</b> Variations de la quantité de lait, du TB et du TP en fonction du stade de lactation                   | 18          |
| <b>Figure1.8</b> Variation de la quantité de lait, du TB et du TP en fonction de la saison                             | 19          |
| <b>Figure2.1</b> structure tridimensionnelle d'une lactoferrine                                                        | 22          |
| <b>Figure2.2</b> formation de plaque athérome                                                                          | 24          |
| <b>Figure2.3</b> Mécanisme Action de l'ECA                                                                             | 27          |
| <b>Figure2.4</b> Les rôles de la lactoferrine                                                                          | 29          |
| <b>Figure3.1</b> Démarche expérimentale effectuée                                                                      | 32          |
| <b>Figure3.2</b> Localisation des sites d'échantillonnage des laits de chèvre                                          | 33          |
| <b>Figure3.3</b> Situation géographique de la wilaya d'Adrar                                                           | 34          |
| <b>Figure3.4</b> Situation géographique de la wilaya d'Oran                                                            | 35          |
| <b>Figure3.5</b> Situation géographique de la wilaya Sidi Bel Abbés                                                    | 36          |
| <b>Figure4.1</b> Représentation de la densité du lait de chèvre selon les régions                                      | 51          |
| <b>Figure4.2</b> Comparaison des valeurs d'acidité du lait de chèvre entre les quatre régions                          | 52          |
| <b>Figure4.3</b> Comparaison des valeurs de pH entre les échantillons du lait de chèvre                                | 53          |
| <b>Figure4.4</b> Représentation des résultats d'humidité de lait de chèvre                                             | 53          |
| <b>Figure4.5</b> Comparaison de la teneur en matière grasse dans le lait de                                            | 54          |

|                   |                                                                                                  |    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                   | chèvre entre les différentes régions                                                             |    |
| <b>Figure4.6</b>  | Représentation de la teneur en matière sèche du lait de chèvre                                   | 55 |
| <b>Figure4.7</b>  | Comparaison de la teneur en extrait sec dégraissé entre les échantillons des différentes régions | 57 |
| <b>Figure4.8</b>  | Proportion en cendres dans les échantillons de lait de chèvre                                    | 56 |
| <b>Figure4.9</b>  | Comparaison de teneur en vitamine C du lait de chèvre selon les régions                          | 57 |
| <b>Figure4.10</b> | Teneur en protéines des différents échantillons de lait de chèvre                                | 58 |
| <b>Figure4.11</b> | Comparaison de teneur en antioxydant dans le lait de chèvre issu de différentes régions          | 59 |

## *Liste des tableaux*

|                                                                                                                                     | <b>Page</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Tableau1.1</b> Composition en lipides des laits de chèvres et de vaches                                                          | 08          |
| <b>Tableau1.2</b> Proportion relative des acides gras de la matière grasse du lait de chèvre, vache, brebis                         | 09          |
| <b>Tableau1.3</b> Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de diverses espèces animales                | 12          |
| <b>Tableau1.4</b> <b>Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/l)</b>                                         | 12          |
| <b>Tableau1.5</b> Caractéristique des principaux enzymes de lait                                                                    | 13          |
| <b>Tableau1.6</b> Teneurs en minéraux et en oligo-éléments de lait de chèvre et lait de vache en (mg/l)                             | 14          |
| <b>Tableau1.7</b> Comparaison de la quantité du taux butyrique (TB) et du taux protéique (TP) du lait des chèvres alpines et Saanen | 17          |
| <b>Tableau1.8</b> Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l)                                           | 20          |
| <b>Tableau2.1</b> les bons acides gras indispensables au lait de chèvre                                                             | 25          |
| <b>Tableau2.2</b> Concentrations protéiques des différents types de laits                                                           | 26          |

---

# Table des matières

---

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 1

## Rappels Bibliographiques

Chapitre 1. Généralités sur le lait

1.1 Définition..... 2

1.2 Sécrétion du lait ..... 2

1.3 Différentes phases de l'évolution naturelle du lait ..... 3

1.4 Le lait de chèvre ..... 4

1.4.1 Définition ..... 4

1.4.2 Facteurs qui affectent la production de lait de chèvre ..... 4

1.4.3 La composition du lait de chèvre ..... 5

1.4.4 Caractéristiques du lait de chèvre..... 13

a. Caractéristiques organoleptiques ..... 13

b. Caractéristiques physico-chimiques..... 14

1.4.5 Facteurs de la Variations dans la composition du lait de chèvre ..... 15

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| a. Facteurs intrinsèques .....                                                | 15        |
| b. Facteur extrinsèques.....                                                  | 18        |
| 1.4.6 Comparaison entre le lait de chèvre et le lait des autres espèces ..... | 19        |
| <b>Chapitre 2. Propriétés médicales du lait de chèvre</b>                     |           |
| <b>2.1 Propriétés médicales .....</b>                                         | <b>21</b> |
| 2.1.1 Traitements antimicrobiens .....                                        | 21        |
| 2.1.2 Traitement des maladies cardiovasculaires .....                         | 23        |
| 2.1.3 Traitement des maladies gastro-intestinales .....                       | 25        |
| 2.1.4 Traitement d'allergie.....                                              | 25        |
| 2.1.5 Traitement de la tension artérielle.....                                | 27        |
| 2.1.6 Traitement de cancer .....                                              | 27        |
| 2.1.7 Traitement antioxydant.....                                             | 28        |
| 2.1.8 Atténuation de l'intolérance au lactose .....                           | 30        |
| 2.1.9 Traitement immunomodulateur .....                                       | 30        |
| <b>Chapitre 3. Matériel et Méthodes</b>                                       |           |
| <b>3.1 Objectif d'étude .....</b>                                             | <b>32</b> |
| <b>3.2 Lieu de l'étude.....</b>                                               | <b>32</b> |
| <b>3.3 Procédure expérimental .....</b>                                       | <b>32</b> |
| <b>3.4 Présentation des régions d'étude .....</b>                             | <b>33</b> |
| 3.4.1 La situation géographique d'Adrar .....                                 | 34        |
| 3.4.2 La situation géographique d'Oran.....                                   | 35        |
| 3.4.3 La situation géographique de Sidi-Bel-Abbès.....                        | 36        |
| 3.4.4 La situation géographique d'El Bayadh.....                              | 37        |
| <b>3.5 Matériel.....</b>                                                      | <b>38</b> |
| 3.5.1 Echantillons de lait .....                                              | 38        |
| 3.5.2 Appareillage.....                                                       | 38        |
| 3.5.3 Produits chimiques, Réactifs et Matériel Biologique .....               | 39        |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>3.6 Les analyses physico–chimiques du lait</b> .....               | 39 |
| 3.6.1 Détermination de la densité .....                               | 39 |
| 3.6.2 Détermination de l’acidité titrable .....                       | 40 |
| 3.6.3 Mesure du pH.....                                               | 41 |
| 3.6.4 Détermination de la teneur en eau : (NF V 03–903).....          | 42 |
| 3.6.5 Dosage de la matière grasse (méthode acidobutyrométrique) ..... | 43 |
| 3.6.6 Mesure la matière sèche totale "l’extrait sec total" .....      | 45 |
| 3.6.7 Détermination de l’extrait sec dégraissé (ESD).....             | 46 |
| 3.6.8 Détermination des taux de cendres .....                         | 46 |
| 3.6.9 Dosage des protéines.....                                       | 47 |
| 3.6.10 Dosage antioxydants .....                                      | 48 |
| 3.6.12 Dosage de vitamine C .....                                     | 50 |
| <b>3.7 Les analyses statistiques</b> .....                            | 51 |
| <b>Chapitre 4 Résultats et Discussion</b>                             |    |
| 4.1 La densité .....                                                  | 51 |
| 4.2 L’acidité .....                                                   | 52 |
| 4.3 Le pH .....                                                       | 53 |
| 4.4 Humidité .....                                                    | 54 |
| 4.5 Matière grasse .....                                              | 54 |
| 4.6 La matière sèche totale "l’extrait sec total" .....               | 55 |
| 4.7 Extrait sec dégraissé .....                                       | 56 |
| 4.8 Les cendres .....                                                 | 57 |
| 4.9 Vitamine C.....                                                   | 57 |
| 4.10 Teneur en protéines.....                                         | 58 |
| 4.11 Activité antioxydante .....                                      | 59 |
| <b>Conclusion</b> .....                                               | 61 |
| <b>Références Bibliographiques</b> .....                              | 62 |

**Annexe**



---

## *Introduction générale*

---

Dans les pays africains, les produits laitiers jouent un rôle important dans l'alimentation humaine. L'Algérie est le plus important consommateur de lait au niveau maghrébin (Benderouich, 2009). En plus, le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens en regard de son contenu en énergie métabolisable, il présente une forte concentration en nutriments de base ; des protéines de bonne qualité, des glucides, des lipides, des éléments minéraux et des vitamines avec une valeur énergétique de l'ordre de 700Kcal/l (Siboukeur, 2007). Cependant, les proportions spécifiques des composants du lait varient largement d'une espèce à une autre (Codou, 1997).

En Algérie, la production du lait de chèvre ne permet pas l'autosuffisance, car l'accroissement du cheptel arrive à peine à suivre l'évolution de la population. Il est probable que le lait de chèvre en Algérie soit utilisé traditionnellement par les éleveurs depuis fort longtemps, mais sa valorisation industrielle est souvent très restreinte voir même inexistante (Daoudi, 2006).

Le lait de chèvre a des qualités nutritionnelles bien plus importantes que le lait de vache, mais il est moins connu et moins utilisé que le lait de vache. Le lait de chèvre est un aliment qui convient pour les différentes tranches d'âge où il peut être consommé tel quel à l'état frais ou sous forme de produit transformé, notamment en fromages et yaourt (Moualek, 2011).

Sa composition notamment en protéine, lipides, glucides et nutriment essentiel le distingue par rapport aux laits des autres espèces. Bien qu'il contienne une quantité importante des vitamines A, D, C et B, le lait de chèvre offre aussi une plus grande richesse en minéraux et oligo-éléments surtout en calcium, en phosphore, en potassium et en magnésium (St-Gelais *et al.*, 1999).

Dans le souci de contribuer à une meilleure connaissance de cette filière, nous avons opté pour cette étude qui a pour objectif d'évaluer les propriétés physicochimiques du lait de chèvre issue de plusieurs régions de l'Ouest algérien (Adrar, Oran, Sidi-Bel-Abbès et El-Bayadh) ainsi que d'étudier la composition en quelques nutriments (valeurs nutritionnelles).

---

## Chapitre 1

### Généralités sur le lait

---

#### 1.1 Définition

D'après (Carole ,2002); le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, comme la vache, la chèvre et la brebis, il est destiné à l'alimentation du jeune animal naissant. Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques sont indispensables à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels.

ABOUTAYEB, 2009 rapporte que Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré

Il s'agit d'un groupe d'aliment, dont la matière première de base est le lait et constitué par une gamme de produits très variés aussi bien au niveau de leur présentation que de leurs qualités organoleptiques. Ainsi il comprend (FREDOT, 2005) :

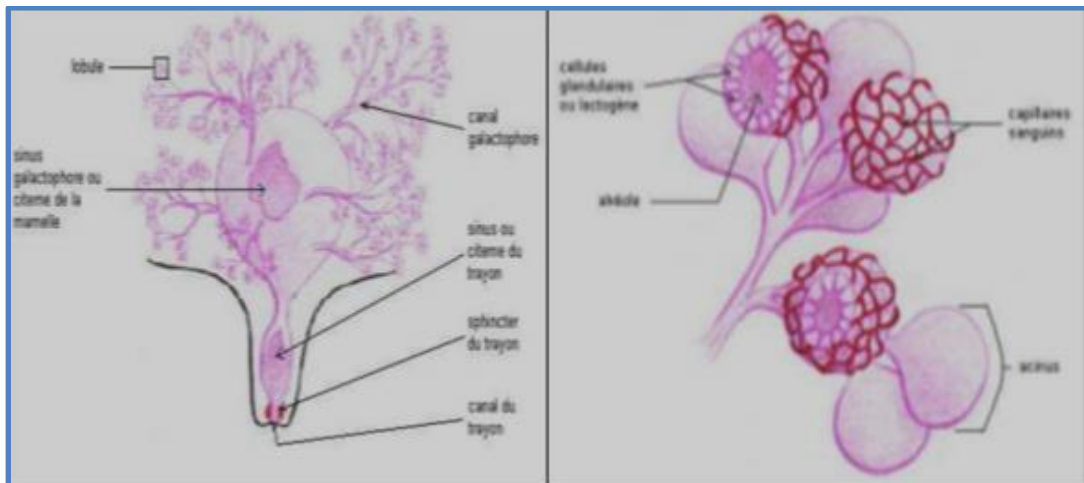
1. le lait : c'est un produit naturel sécrété par les mammifères. A la fois aliment et boisson, il est donc d'un grand intérêt nutritionnel.
2. - Les laits transformés : ils résultent de traitement technologiques destinés à prolonger leur conservation (exemples : lait stérilisé, pasteurisé, en poudre ...) .
3. - Les laits modifiés : ils ont subi des modifications de texture, de structure (exemples : yaourt, dessert lacté frais...) .
4. - Les fromages : ils regroupent les fromages frais (exemples : fromage blanc, petit suisse) et les fromages affinés (exemples : camembert, roquefort, comté).

JEANTET et al. (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes Conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé En l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et D'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue Conservation

## 1.2 Sécrétion du lait

Le lait est produit par des cellules spécialisées sécrétrices, constituant des alvéoles. Les pis présentent une irrigation sanguine importante et indispensable à la production de lait. Le lait produit circule dans des canaux lactifères qui débouchent sur une cavité appelée « citerne », puis sur un canal excréteur de la mamelle. La figure 1.1 représente ce système de sécrétion (Martinet et Houdebine, 1993).

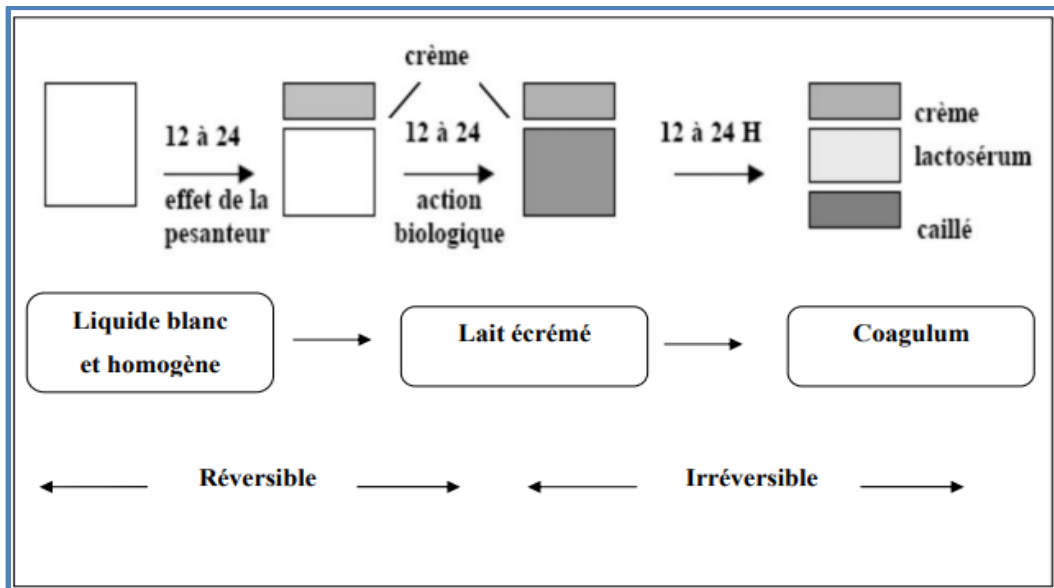
La production du lait est intimement liée aux cycles de reproduction. Sa sécrétion est sous contrôle hormonal. La quantité de lait produite est maximale vers huit semaines après le vêlage et ensuite diminue progressivement jusqu'à la période de tarissement (Dosogneet *al.*,2000).



**Figure 1.1** Les cellules sécrétrices et les canaux sécréteurs de la glande mammaire formant le système sécrétoire (Dosogneet *all*, 2000).

## 1.3 Différentes phases de l'évolution naturelle du lait

Le lait est un mélange hétérogène. Laissé un certain temps à température ambiante (20°C) (Figure 1.2), le lait évolue et différentes phases apparaissent lors de son évolution (trois compartiments) (Bragere, 1996) :



**Figure 1.2** Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait (Bragere, 1996).

Le lait est un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent :

- **Phase aqueuse** qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes) (Luquet, 1985) ;
- **Suspension colloïdale micellaire** (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes (Luquet, 1985) ;
- **Émulsion** (4,2%) qui peut donner naissance à la crème qui est une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (Bragere, 1996).

## 1.4 Le lait de chèvre

Le lait de chèvre est moins connu et moins utilisé que le lait de vache. Et pourtant, il a des qualités nutritionnelles plus importantes que le lait de vache.

### 1.4.1 Définition

Le lait de chèvre est une source de bienfaits pour la santé de l'homme. Bien plus précieux que la fortune, la santé se révèle fortifiée par la consommation du lait de chèvre et de ses dérivés, fromage, beurre, yaourt, kéfir.... (Christian,2006).

Le lait de chèvre est un liquide blanc ou mât, opaque d'une saveur peu sucrée, dont l'odeur (chèvre) lorsqu'il est récolté et conservé proprement, est peu marquée voir inexistante. Il donne une impression bien homogène c'est-à-dire ni trop fluide ni trop épais (Bosset et all, 2000).

#### 1.4.2 Facteurs qui affectent la production de lait de chèvre

- a. Taille et poids du corps de l'animal :** Il existe une relation positive entre le poids corporel et le rendement laitier. Les plus gros animaux produisent plus de lait, mais la recherche indique que seulement environ 10 % de la variation du rendement laitier peut être prise en compte pour le poids corporel (Peacock, 1996).
- b. Age :** L'âge affecte le rendement laitier, mais il est proche du poids corporel. L'âge représente une grande partie de l'augmentation du poids corporel. Le pic de rendement laitier est atteint lorsque la biche a entre quatre et huit ans (Peacock, 1996).
- c. Taille et forme de la mamelle :** Un faible attachement de la mamelle est considéré comme un défaut majeur, mais le volume de la mamelle est fortement corrélé avec le rendement laitier (Oji, 2008).
- d. Croissance :** Les animaux qui arrivent à maturité tardivement, avec une courbe de croissance plate, ont tendance à être plus productifs (Milerski 2001).
- e. Taille de la portée :** Les résultats de plusieurs études indiquent une croissance mammaire pendant la grossesse. Il semble raisonnable de penser qu'il faut plus de lait (Di Rosa, 2007).
- f. Saison des blagues :** Dans une certaine mesure, la saison des blagues influence le rendement laitier. Le rendement de la lactation qui commence au début de l'année (janvier, février et mars) est inférieur à celui qui commence plus tard dans l'année (octobre, novembre et décembre).
- g. Nutrition :** La glande mammaire a besoin de glucose pour former du lactose, qui à son tour contrôle largement le mouvement de l'eau dans le lait. Une réduction de l'apport alimentaire diminue rapidement le rendement laitier, car il y a très peu de glucose stocké dans l'organisme (Park, 1994).
- h. Température :** L'exposition des chèvres en lactation au froid réduit la sécrétion de lait. Par exemple, une étude a montré que le rendement laitier à 31 °F (-0,5 °C) était d'environ 30 % inférieur à celui obtenu chez les chèvres à une température ambiante de 68 °F (20 °C) (Ayibatonye, 2000).

- i. Maladies :** Il est évident que les maladies diminuent la production laitière, avec le degré de l'effet déterminé par le type et la gravité de la maladie spécifique. Les maladies subcliniques sont plus dangereuses sur le rendement du lait de chèvre que les maladies cliniques. (Popham, 1997).
- j. Race :** Les races européennes de chèvres laitières ont généralement un potentiel de production laitière beaucoup plus élevé que les races indigènes qui n'ont pas été sélectionnées pour cet attribut (Vadodaria, 2006 ; Van Isterdael, 1992).

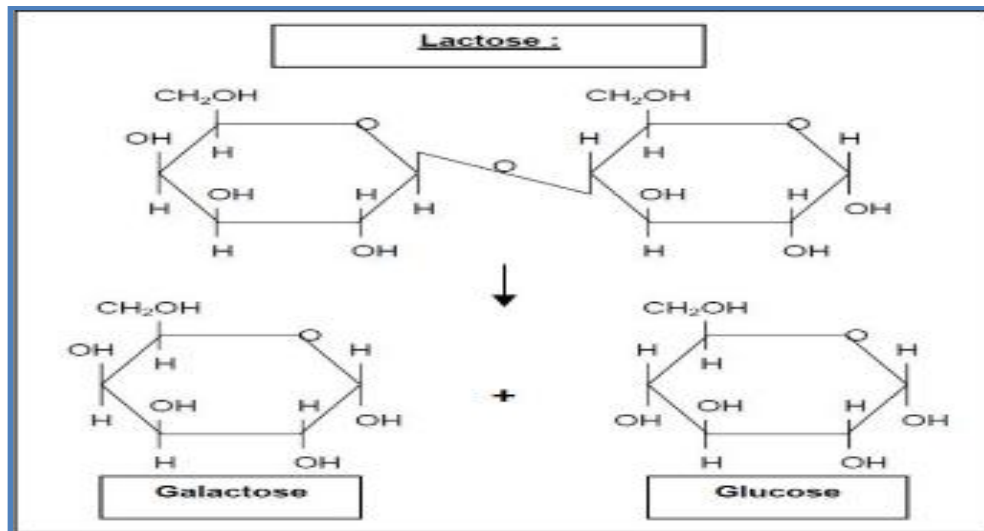
### 1.4.3 La composition du lait de chèvre

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants, ceux-ci sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels et aux possibilités digestives du jeune animal qui y trouve tous les éléments nécessaires à sa croissance **(Piveteau, 1999)**.

Tout comme le lait de vache, le lait de chèvre est composé de lipides en émulsion sous forme de globules, de caséines en suspension colloïdale, de protéines du sérum en solution colloïdale, de lactose et de minéraux en solution. Le lait contient également des anticorps, des hormones et peut parfois contenir des résidus d'antibiotiques **(Vilain, 2010)**.

- a. Eau :** L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides **(AMIOT et LAPOINTE, 2002)**
- b. Glucides :** Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau (Mathieu, 1998). D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose (Amiot *et al.*, 2002).

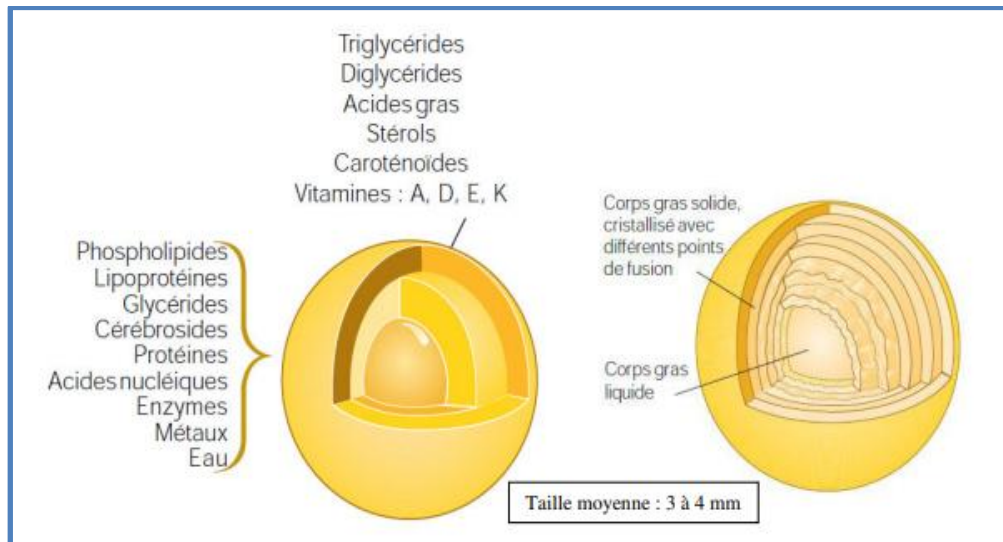
En effet le lactose est le composant le plus simple et le plus constant en proportion (Alais, 1984). Comparativement au lait de vache (50g/l), le lait de chèvre est moins riche en lactose, avec une variation allant de 44 à 47g/l (Veinoglou *et al.*, 1982 ; Roudj *et al.*, 2005). Le lactose constitue la matière carbonée principale pour le développement des bactéries lactiques (Jeant *et al.*, 2007).



**Figure 1.3** Structure du lactose et résultat de son hydrolyse (St-Gelais *et al.*, 2000)

**c. Matière grasse :** Le lait de chèvre moins riche en matière grasse (Roudjet *et al.*, 2005), il contient environ 35 g/l composés à 99,5% de lipides et à 0,5% d'autres substances liposolubles (cholestérol...).

La figure4 présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérebrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligoéléments (métaux) et d'eau (Bylund, 1995).



**Figure 1.4 :** Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995).

Le lait de chèvre est aussi plus difficile à écrémer que le lait de vache du fait que les globules gras caprins se démarquent par leur petite taille, ceci explique l'excellente digestibilité de ce lait (Amiot *et al.*, 2002).

Le contenu lipidique total du lait caprin, sujet à une forte variation (Cerbuliset *al.*, 1982), se caractérise par une richesse en triglycérides à forte proportion d'acides gras à chaîne courte, notamment en C8 et C10, qui représentent de 11 à 12 % des acides gras totaux caprins, contre 3 à 4 % chez les bovins (Le Jaouenet *al.*, 1990 ; Desjeux, 1993).

**Tableau 1.1** Composition en lipides des laits de chèvres et de vaches (Chilliard, 1997)

| Composition               | Chèvre | Vache |
|---------------------------|--------|-------|
| Triglycérides (%)         | 95     | 98    |
| Glycérides partielles (%) | 3      | 0,5   |
| Cholestérol (%)           | 0,4    | 0,3   |
| Phospholipides (%)        | 1      | 0,9   |
| Acides gras libres (%)    | 0,6    | 0,4   |

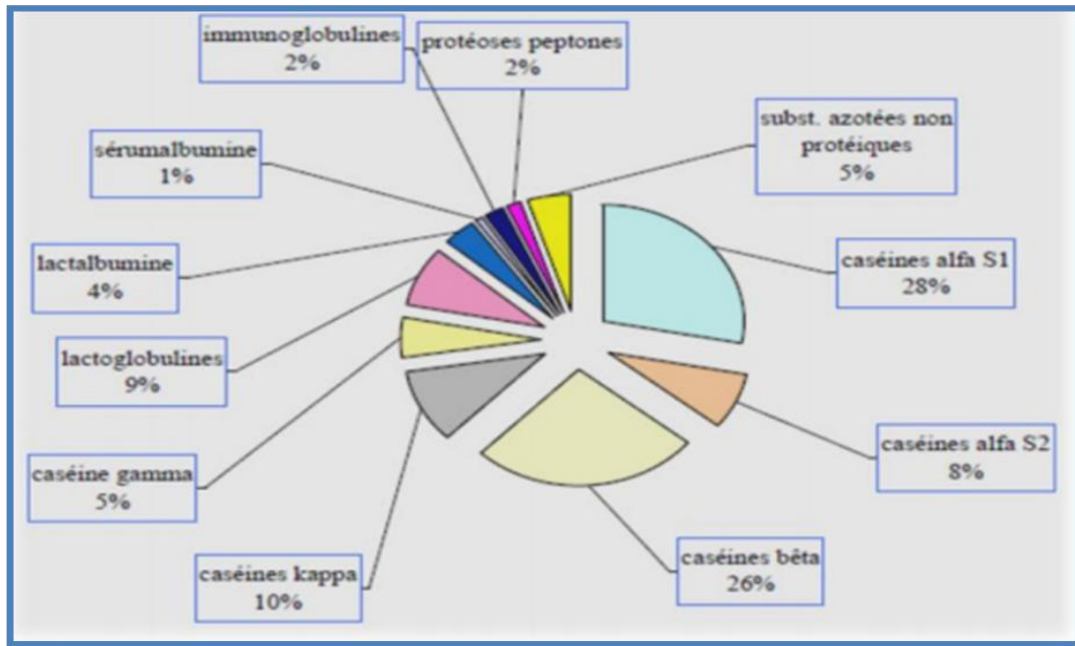
Le lait de chèvre contient une grande variété d'acides gras (AG). Ils sont classés en fonction de la longueur de leur chaîne carbonée et du nombre de doubles liaisons (Tableau 1.2). La MG caprine contient environ 65 à 70 d'AG saturés et 30 à 35 % d'insaturés (essentiellement des mono-insaturés).

**Tableau 1.2 :** Proportion relative des acides gras de la matière grasse du lait de chèvre, vache, brebis (kuzdzal savoie 1963).

| Lait   | Chèvre | Brebis | Vache |
|--------|--------|--------|-------|
| C4     | 0.7    | 1.7    | 1.4   |
| C6     | 2.4    | 2.7    | 2.2   |
| C8     | 3.2    | 3.3    | 1.8   |
| C10    | 8.7    | 7.6    | 3.6   |
| C12    | 4.7    | 5.5    | 4.0   |
| C14    | 10.7   | 14.1   | 13.0  |
| C16    | 28.5   | 28.1   | 30.2  |
| C18    | 13.0   | 11.8   | 13.7  |
| C18 :0 | 25.2   | 22.77  | 21.1  |
| C18 :2 | 9.2    | 3.9    | 3.0   |

**d. Les protéines :** Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (Amiot et al., 2002). Par rapport au lait de vache, les teneurs en protéines sont nettement plus faibles dans le lait de chèvre (28 g/l contre 32 g/l) (Roudjet al., 2005).

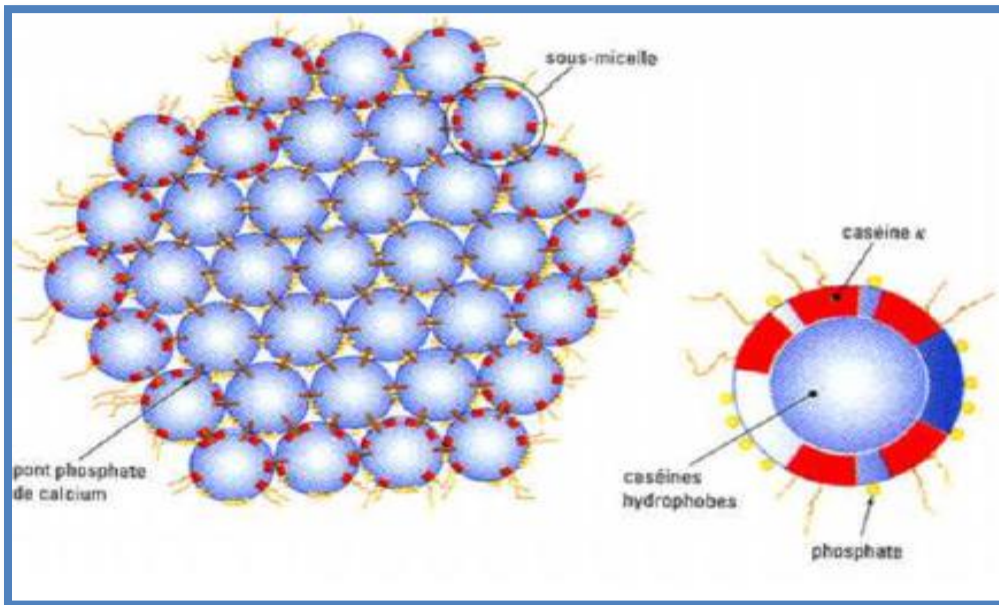
Les protéines du lait de chèvre comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommée caséines (représentant environ 80%) (Mahe et al., 1993), précipite à pH 4,2 pour le lait de chèvre et 4,6 pour le lait de vache (Masle et Morgan, 2001). L'autre, minoritaire (représentant 20%) et dénommée protéines sériques se caractérisent par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH (Trujillo et al., 2000).



**Figure 1.5** Proportions des diverses protéines du lait (ALAIS et *all*, 2008).

- Les caséines :** Les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle, qui est constituées de 92% de protéine et de 8% de minéraux (Amiot *et al.*, 2002). Les caséines du lait des ruminants forment un groupe assez homogène ; leur caractère acide permet de les séparer en trois composants principaux : la caséine  $\alpha$ S ( $\alpha$ S1,  $\alpha$ S2), la caséine  $\beta$ , la caséine  $\kappa$  (Alais, 1984).

Elles se distinguent les unes des autres par leurs poids moléculaires ; leur teneur en phosphore et en soufre ; la teneur en certains acides aminés notamment la thréonine, la proline et la tyrosine ; le degré d'hydrophobicité ; la présence ou non de cystéine (Veissyere, 1979 ; Lenoir, 1985). Par rapport au bovin, le lait caprin présente les mêmes constituants caséiques, mais le lait de chèvre contient moins de caséines  $\alpha$ S1, et plus de caséines  $\alpha$ S2 et de caséine  $\beta$  (Boulangier *et al.*, 1984).



**Figure 1.6** Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (Amiot et al., 2002).

**Les protéines sériques** de lait de chèvre sont composées de ( 19 % ) de protéines solubles (albumines et globulines). Ce sont des protéines sensibles aux traitements thermiques (Lorient et Cayot, 2000). Les fractions de ces protéines sont très hétérogènes affectant les processus aussi différents que la synthèse de lactose (Lalba), le transport de molécules hydrophobes et microbiennes d'immunité (lactoferrine et lactoperoxydase) (Amilic et al., 2012).

La  $\beta$ -lactoglobuline ( $\beta$ -lg) et  $\alpha$ -lactalbumine ( $\alpha$ -La) sont les protéines de lactosérum les plus importantes en raison de leur grande teneur en protéines totales du lactosérum et de l'importance pour l'industrie alimentaire (Janovi et al., 2005). Deux types de  $\beta$  lactoglobuline et trois variants d' $\alpha$  lactalbumine ont été identifiés chez le lait de chèvre (Moatsou et al., 2006). Cependant, leur importance physiologique est inconnue sauf l' $\alpha$  lactalbumine qui est nécessaire pour la synthèse de lactose (Park et al., 2007).

**Tableau 1.3** Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de diverses espèces animales (FAO, 2006)

| Protéines               | Vache | Bufflonne | Jument | Chèvre | Brebis |
|-------------------------|-------|-----------|--------|--------|--------|
| $\alpha$ -lactalbumine  | 11.5  | 2.50      | 2.30   | 2.0    | 1.3    |
| $\beta$ -lactoglobuline | 2.70  | 2.70      | 5.3    | 4.4    | 8.4    |
| Albumine sérique        | 0.3   | 0.20      | 0.20   | 0.6    | 0.6    |
| Immunoglobulines        | 0.7   | 1.35      | 1.10   | 0.5    | 2.3    |
| Protéose-peptone        | 0.8   | -         | -      | 0.6    | -      |
| Total PS (100%)         | 6.0   | 6.75      | 9.00   | 8.10   | 12.6   |
| Caséine $\alpha$ -S     | 12.0  | 9.30      | -      | -      | 21.0   |
| Caséine $\beta$         | 9.0   | 18.20     | -      | -      | 16.0   |
| Caséine $\kappa$        | 3.5   | -         | -      | -      | 4.5    |
| Caséine $\gamma$        | 15    | 8.25      | -      | -      | 3.0    |
| Total CN (100%)         | 26.0  | 35.75     | 13.60  | 26.0   | 44.6   |
| Protides totaux         | 32.0  | 42.50     | 22.60  | 34.1   | 57.2   |

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

**Tableaux 1.4** Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/l)

| Vitamines          | Vache  | Jument | Chèvre | Brebis |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| B1                 | 0,42   | 0,28   | 0,41   | 0,85   |
| B2                 | 1,72   | 0,38   | 1,38   | 3,30   |
| B12                | 0,0045 | -      | 0,0008 | 0,006  |
| Acide nicotinique  | 0,92   | 0,70   | 3,28   | 4,28   |
| Acide folique      | 0,053  | -      | 0,006  | 0,006  |
| C                  | 18     | 145,0  | 4,20   | 47,0   |
| A                  | 0,37   | -      | 0,24   | 0,83   |
| $\beta$ -carotenes | 0,21   | -      | <0,10  | 0,02   |

- f. Les enzymes :** Les enzymes du lait de chèvre sont principalement des estérases, c'est-à-dire les lipases, les phosphatases alcalines et des protéases. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (VIGNOLA, 2002)

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases (Veisseyre, 1979). Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (Amiot et al., 2002).

**Tableau 1.5** Caractéristique des principaux enzymes de lait (Vigola ,2002)

| Groupe d'enzymes | Classe d'enzyme     | pH      | Température | Substrat                                            |
|------------------|---------------------|---------|-------------|-----------------------------------------------------|
| Hydrolases       | Estérases           |         |             |                                                     |
|                  | Lipases             | 8,5     | 37          | Triglycérides                                       |
|                  | Phosphatas alcaline | 9-10    | 37          | Ester phosphoriques                                 |
|                  | Phosphatase acide   | 4,0-5,2 | 37          | Ester phosphoriques                                 |
|                  | Protéases           |         |             |                                                     |
|                  | Lysozyme            | 7,5     | 37          | Parois cellulaire microbienne                       |
|                  | Plasmine            | 8       | 37          | Caséines                                            |
| Déshydrogénases  | Sulfhydrile oxydase | 7       | 37          | Protéines ;peptides                                 |
|                  | Xanthine oxydase    | 8,3     | 37          | Bases purique                                       |
| Oxygénases       | Lactoperoxydase     | 6,8     | 37          | Composées réducteur + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> |
|                  | Catalase            | 7       | 37          | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                       |

- A. Minéraux :** Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**Gaucheron, 2005**). Lait de chèvre semble être plus riche en calcium, phosphore,

magnésium, potassium et chlore que le lait de vache mais moins riche en sodium (MAHIEU *et al.*, 1977) .

**Tableau 1.6** Teneurs en minéraux et en oligo-éléments de lait de chèvre et lait de vache en (mg/l)  
(Robert *et al.*, 2002).

|                | Chèvre | Vache     |
|----------------|--------|-----------|
| Sodium         | 0,37   | 0,50      |
| Potassium      | 1,55   | 1,50      |
| Calcium        | 1,35   | 1,25      |
| Magnésium      | 0,14   | 0,12      |
| Phosphore      | 0,92   | 0,95      |
| Chlore         | 2,20   | 1,00      |
| Acide citrique | 1,10   | 1,80      |
| Fer            | 0,55   | 0,20-0,50 |
| Cuivre         | 0,40   | 0,10-0,40 |
| Zinc           | 3,20   | 3-6       |

#### 1.4.4 Caractéristiques du lait de chèvre

##### a. Caractéristiques organoleptiques

- **Couleur** :En raison de l'absence de  $\beta$ -carotènes, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache (Chilliard, 1997).Et les fromages de chèvre sont d'ailleurs d'un blanc immaculé.
- **Odeur** :Elle est faible et variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice. Le lait n'a pas d'odeur propre, il s'en charge facilement au contact de récipients mal odorants, mal lavés. C'est surtout la matière grasse qui réalise fortement ces fixations. Lors de l'acidification du lait. L'odeur devient aigrelette sous l'influence de la formation d'acide lactique (Amiot *et al.*, 2002).
- **Saveur** :Le lait de chèvre à un goût légèrement sucré, et caractérisée par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache.Cette saveur, en grande partie due à certains acides gras libres(DUTEURTRE et al, 2005) .
- **Viscosité** :Selon Rheotest (2010),la teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend

également de paramètres technologiques. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (Amiot *et al.*, 2002).

- **Gout** : Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (ZELLER, 2005 ; JOUYANDEH et ABROUMAND, 2010). Cette saveur, en grande partie due à certains acides gras libres (JAUBERT G, 1997; MORGAN *et al.*, 2001).

## b. Caractéristiques physico-chimiques

**a. Le pH** : Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité (Amiot *et al.*, 2002). Le pH du lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 avec une moyenne de 6,7 différant peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (Remeufet *et al.*, 1989 ; Le Jaouenet *et al.*, 1990).

**b. Densité** : La densité du lait est également liée à sa richesse en matière sèche, (Goursoud, 1985). Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (Amiot *et al.*, 2002).

Elle dépend aussi de leur degré d'hydratation, notamment en ce qui concerne les protéines. La densité du lait de chèvre est relativement stable (Veinoglou *et al.*, 1982) et se situe à 1,030 à 20°C.

**c. Acidité** : L'acidité titrable indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose (Amiot *et al.*, 2002). L'acidité, exprimée en degrés Dornic (°D) est de 14 à 18° D chez les chèvres (Ait Amer Meziane, 2008). O

L'acidité du lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. Elle oscille entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique (VEINOGLU *et al.*, 1982b).

**d. Point de congélation** : Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y'a addition d'eau au lait. Sa valeur est entre -0,51 et -0,55°C (Amiot *et al.*, 2002).

**e. Point de l'ébullition** : point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit

l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C.(Amiot *et all.* (2002)

**f. Masse volumique :**La masse volumique (MV) d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume (POINTURIERE et ADDA, 196)

La masse volumique, le plus souvent exprimé en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température (**Vignola, 2002**).

#### 1.4.5 Facteurs de la Variations dans la composition du lait de chèvre

Le lait qui arrive à l'usine, constitue une matière première dont la composition n'est pas fixe. Ce caractère rend donc l'utilisation de cette matière première assez difficile, diminue les rendements et modifie les caractères organoleptiques des produits finis. Deux grands types de variation existent, au stade de l'animal et au stade du traitement du lait. La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs (Stoll, 2003). Ces principaux facteurs de variation sont bien connus. Ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire, etc.), soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter compte tenu de leurs interrelations (Wolter, 1988).

##### a. Facteurs intrinsèques

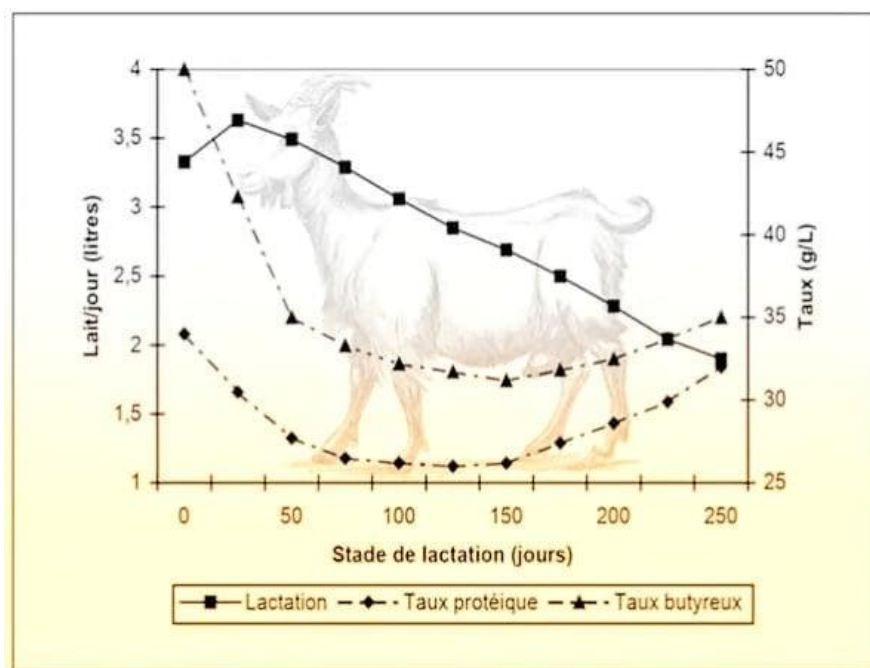
- **Génétique :**On observe des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matière grasse. Ces dernières sont les plus instables par rapport au lactose (Veisseyre, 1979). Jakob et Hänni en 2004, notent l'existence de variantes génétiques A et B issus des mutations ponctuelles. Ces derniers donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine  $\kappa$  ( $\kappa$ -Cn) et de la  $\beta$ -lactoglobuline ( $\beta$ -Lg), influencent la composition du lait et certains critères de productivité.

**Tableau 1.7** Comparaison de la quantité du taux butyrique (TB) et du taux protéique (TP) du lait des chèvres alpines et Saanen (Gaillon et Sigwald, 1998).

| Race de chèvre            | Saanen | Alpine |
|---------------------------|--------|--------|
| Quantité (kg / Lactation) | 798    | 760    |
| TB (g/l)                  | 32,4   | 34,8   |
| TP (g/l)                  | 29,7   | 30,7   |

- **Etat sanitaire :** Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (Badinand, 1994). Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers. Elles sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation des laits et du rendement fromager (Toureauet *all*, 2004).
- **Type de régime :** Indépendamment de la génétique, la composition de l'alimentation quotidienne et sa quantité par rapport aux besoins de production peuvent entraîner des changements importants dans la composition du lait. (Haenlein, 1995. Chilliard, 2003).
- **Stade de lactation :** Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique. Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (Meyer et Denis, 1999).

Le TP, le TB et les taux de matière azotée varient en sens inverse de la quantité de lait produite (Grappin, 1981).



**Figure 1.7** Variations de la quantité de lait, du TB et du TP en fonction du stade de lactation (Anonyme 3,1998).

- **Age et nombre de vêlage :** Veisseyre en 1979, montre que la quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5eme, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7eme. Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (Mahieu, 1985)

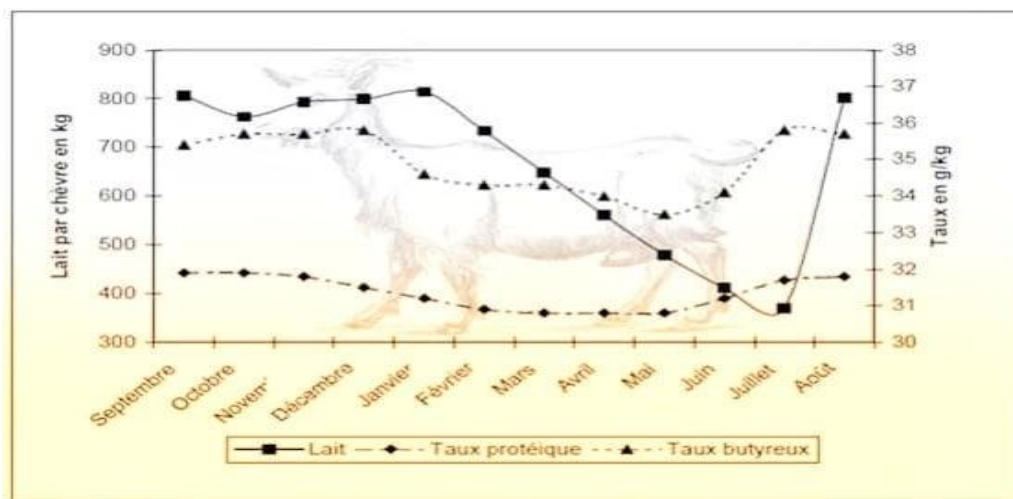
#### b. Facteur extrinsèques

- **Alimentation :** L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, selon Coulon et Hoden en (1991), le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode

représentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

- **Variation quotidienne** : Entre la traite du matin et celle du soir le même jour, la composition brute du lait peut également changer, ce qui peut encore être confondu avec le rendement laitier. Par exemple, la teneur en matières grasses du lait de chèvre du soir était en moyenne de 5,1 % après 14 heures d'intervalle de traite, le lait du matin de 5,3 % après 10 heures, la teneur totale en protéines de 3,54 % par rapport à 3,58 % et la teneur totale en solides de 13,94 % par rapport à 14,30 %, respectivement. ( Simos *et all*, 1991)
- **Saison et climat** : Il existe également des différences saisonnières évidentes dans la composition du lait des composantes principales et mineures, mais elles sont confondues avec les effets du climat et de l'alimentation. Le climat hivernal peut affecter les rendements et la composition du lait, et les deux sont négativement corrélés. L'alimentation hivernale fournit habituellement des proportions et des qualités différentes de pâturage, de foin, d'ensilage et de suppléments, qui influent considérablement sur la composition du lait (Malau-Aduli 2001).

Les taux butyreux (TB) et protéique (TP) sont plus élevés pour des mises basses de fin d'année (Novembre et Janvier) en liaison avec le photopériodisme : les taux sont élevés quand la durée des jours est élevée (Paradal, 2012).



**Figure 1.8** Variation de la quantité de lait, du TB et du TP en fonction de la saison (Anonyme 4,2003).

L'effet global se traduit par :

- Une production maximale au printemps et minimale en été selon l'influence de la saison de vêlage.
- Une teneur en matières grasses minimal à fin du printemps et maximale en automne.
- Une teneur en calcium minimale en été et maximal au printemps (Keiling etWilde, 1985).

#### 1.4.6 Comparaison entre le lait de chèvre et le lait des autres espèces

**Tableau 1.8** Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l)(FAO,1995)

| Constitution      | Vache | Bufflonne | Chamelle | Jument | Chèvre | Brebis |
|-------------------|-------|-----------|----------|--------|--------|--------|
| Extrait sec total | 128   | 166       | 136      | 109    | 134    | 183    |
| Protéines         | 34    | 41        | 35       | 25     | 33     | 57     |
| Caséines          | 26    | 35        | 28       | 14     | 24     | 46     |
| Lactose           | 48    | 49        | 50       | 60     | 48     | 46     |
| Matières salines  | 9     | 8         | 8        | 4      | 7.7    | 9      |
| Matières grasses  | 37    | 68        | 45       | 20     | 41     | 71     |

1. protéines du lait de chèvre contiennent proportionnellement moins de caséine (s'explique en partie par une absence quasi-complète de la 15<sup>ème</sup> caséine) par comparaison avec le lait de vache, le lait de chèvre est pauvre en caséine  $\alpha 1$  (0,35%) et plus riche en  $\beta$  (1,09%)(St-Gelais et al, 1999).Ce faible taux explique que le fromage de chèvre à un goût amer moins prononcé puisque ce sont les peptides provenant de l'hydrolyse de cette protéine qui donnent plus d'amertume.
2. Le lait de chèvre contient plus de matière grasse qui contribue à la saveur, plus d'acide caprylique, caproïque et caprique. Se compose principalement de triglycérides (provoque l'apparition d'une odeur rance), de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de  $\beta$ - carotène (GRAPPIN R, POCHE S, 1999). Le pourcentage de lactose est légèrement inférieur dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache (Amiot et al, 2002).

---

## Chapitre 2

### Propriétés médicales du lait de chèvre

---

Les produits au lait de chèvre suscitent l'intérêt des consommatrices et des consommateurs non seulement en raison de leur goût caractéristique, mais aussi de leurs propriétés nutritives particulières. Les avis sur les bienfaits de ces produits sont légion. Toutefois, la recherche et la littérature scientifique portant sur le lait de chèvre dans l'alimentation humaine restent modestes. Il est donc difficile de différencier entre faits avérés et idées fausses. Dans la présente fiche technique, nous allons tenter de passer au crible les aspects nutritionnels, physiologiques et concernant la santé des produits au lait de chèvre de même que donner des informations sûres :

- Les macronutriments : matière grasse, protéines et hydrates de carbone
- Les micronutriments : substances minérales et vitamines
- La digestibilité des protéines et de la matière grasse
- Le lait de chèvre et les allergies
- Un composant particulier : la taurine

## 2.1 Propriétés médicales

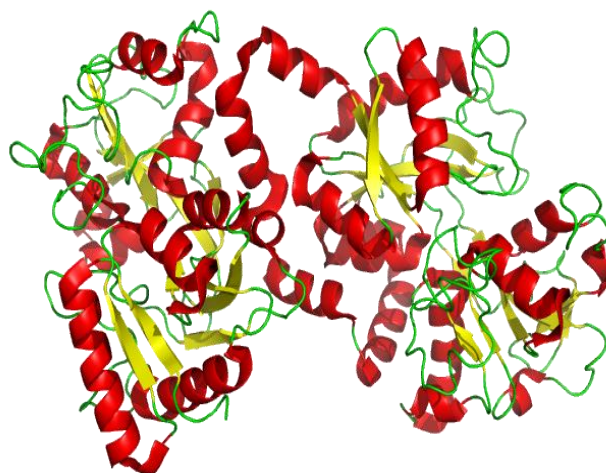
### 2.1.1 Traitements antimicrobiens

Ces activités antimicrobiennes du lait sont principalement attribuées à la présence d'immunoglobulines et d'autres protéines, comme la lactoferrine, la lactoperoxydase et le lysozyme. Il est généralement admis que l'effet antibactérien total dans le lait est supérieur à la somme des contributions individuelles des immunoglobulines et des protéines défensives non immunoglobulines (Gobbetti *et al.*, 2004).

Il a été prouvé que les protéines présentes dans les protéines du lait agissent comme précurseurs du peptide antimicrobien, améliorant ainsi la capacité des défenses naturelles à éliminer les agents pathogènes envahissants. Par conséquent, les protéines alimentaires peuvent être considérées comme des composants de l'immunité nutritionnelle (Atanasova&Ivanova, 2010). Cette protéine contient huit peptides bioactifs, avec des effets différents, tels que des effets anti-ostéoporotiques ou anti-inflammatoires, et il n'a pas été trouvé dans le lait frais de vache (Fatchiyahet *et al.*, 2015 ; Rohmahet *et al.* 2015).

Les niveaux de protéine lactoferrine dans le lait de brebis et de chèvre sont légèrement plus élevés que dans le lait de vache avec des valeurs d'environ 0,107mg/ml(Hisset *all.*, 2008).

Ces concentrations de lactoferrine dans le lait de chèvre à divers stades de lactation proportion avec le nombre de cellules somatiques présentes dans les échantillons de lait. Ces paramètres sont influencés par un certain nombre de processus physiologiques (Hisset *all.*, 2008).



**Figure 2.1** Structure tridimensionnelle d'une lactoferrine (Pierce *et al.*, 2009).

Une autre étude, qui comparait glycosylation de lactoferrine de lait de chèvre avec celle d'autres glycoprotéines présentes chez l'humain et le lait de bovin, ont démontré des similitudes dans les glycanes présents dans le lait humain et le lait de chèvre cependant, certains nouveaux glycanes ont aussi été identifiés comme du lait de chèvre, qui n'existait pas dans les échantillons de lait humain (Le Par *et al.*, 2014). Compte tenu de sa haute digestibilité, de ses propriétés immunologiques et de sa forte concentration minérale ainsi que des similitudes entre la lactoferrine humaine et la lactoferrine de chèvre, le lait de chèvre peut être considéré comme un candidat attrayant pour une utilisation dans les préparations pour nourrissons. La lactoferrine joue un rôle important dans les réponses immunitaires innées et adaptatives. Non seulement les pathogènes ont une forte affinité avec le fer présent dans la lactoferrine, mais ils induisent également des changements dans les leucocytes, impliqués dans le système immunitaire inné, par une activité accrue des cellules NK et une augmentation de l'activité phagocytaire des neutrophiles et des macrophages (Kanwar *et al.*, 2015).

Les protéines du lait se sont également avérées être des précurseurs pour les peptides antimicrobiens. Les peptides les plus connus sont ceux dérivés de la lactoferrine. La lactoferrine est un lien le fer dont la fonction principale est le transport du fer. Il est impliqué dans de nombreuses fonctions physiologiques, y compris régulation de l'absorption du fer et des réponses immunitaires.

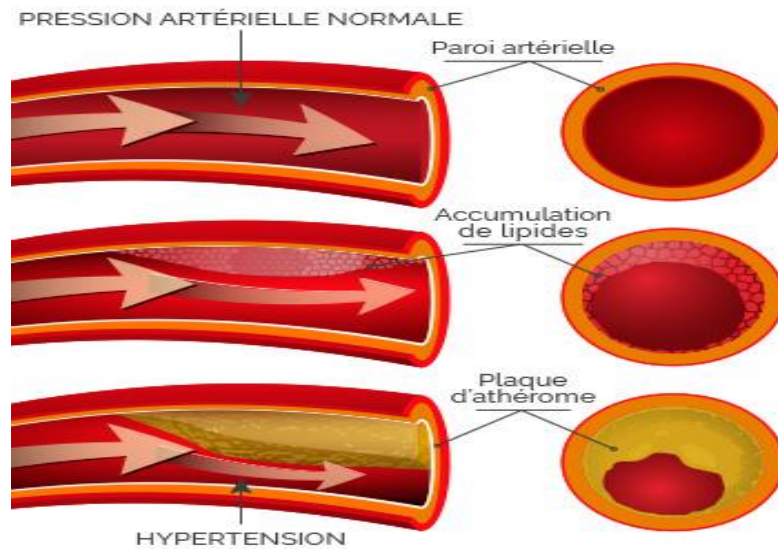
Il présente également une activité antioxydant et a à la fois propriétés anti-cancérogènes et anti-inflammatoires. Cependant, ses propriétés antimicrobiennes sont la fonction étudiée (Garcia et al., 2011).

L'activité antimicrobienne a également été détectée dans la caséine qui a subi une dégradation par l'enzyme gastro-intestinale pepsine (Park *et al.*, 2007). Les résultats obtenus dans ce travail suggèrent que *Bifidobacterium longum* Le Bb-46 pousse mieux dans le lait de chèvre que dans le lait de vache (Balthazar *et al.*, 2017 ; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

## 2.1.2 Traitement des maladies cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires (MCV) sont la cause la plus fréquente de décès dans les pays industrialisés. Elle comprend de nombreuses maladies qui touchent le cœur et les vaisseaux sanguins, les maladies coronariennes, l'hypertension artérielle, l'arythmie et l'athérosclérose. La principale cause de CVD est le développement de plaque athérosclérose dans les vaisseaux sanguins qui mène finalement à un incident cardiovasculaire. Les facteurs de risque influençant l'athérosclérose sont le mode de vie (tabagisme, alimentation et exercice), l'hypertension, la dyslipidémie, le diabète et l'obésité (Lindqvist, 2008).

La progression de l'athérosclérose est lente et peut commencer dans l'enfance. Le lancement du processus est inconnu, mais un mécanisme majeur semble être la rétention des lipoprotéines athérogènes dans les parois artérielles. La lipoprotéine de basse densité (LDL) est une lipoprotéine athérogène qui transporte le cholestérol du foie vers les vaisseaux sanguins et est souvent appelée « le mauvais cholestérol ». Le « bon » cholestérol est la lipoprotéine de haute densité (HDL) qui transporte le cholestérol des vaisseaux vers la modification oxydative du LDL (ox-LDL) joue un rôle central dans la progression de l'athérosclérose. Cela implique que les antioxydants, qui pourraient inhiber l'oxydation des LDL, devraient être efficaces pour supprimer l'athérosclérose (Lindqvist, 2008).



**Figure 2.2** Formation de plaque athérome (Pierre, 2010).

Lait de chèvre est riche en triglycérides à chaîne moyenne (TCM), y compris les grands acides gras caproïques, capryliques et capriques. Ces acides Il a été démontré que le TCM a un effet d'abaissement sur le plasma cholestérol dans les modèles de rat et aussi pour inhiber ou limiter le dépôt de cholestérol dans les tissus. Dans l'ensemble, MCT trouvés dans le lait de chèvre agir comme anti athérogènes. Une étude in vitro a montré que les cellules isolées d'humains qui avaient bu du lait de chèvre de différentes races ont été déclenchées par des composants dans le lait pour libérer oxyde nitrique (NO). À son tour, le NO atteint le flux sanguin par voie lymphatique, provoquant ainsi une vasodilatation et exerce un effet cardio protecteur et anti athérogènes (Park et al 2011). Il est également suggéré que NO protège les vaisseaux sanguins d'accumulation de plaques athérogènes (Davenport, 2002).

**Tableaux 2.1** Les bons acides gras indispensables au lait de chèvre (Carol, 2017)

| nom commun | Non IPAC           | Structure chimique                         | Abréviation |
|------------|--------------------|--------------------------------------------|-------------|
| Caproïque  | Acide hexanoïque   | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$    | C :6        |
| Caprylique | Acide octanoïque   | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$    | C :8        |
| Caprique   | Acide dodécanoïque | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ | C :10       |

### 2.1.3 Traitement des maladies gastro-intestinales

La maladie intestinale inflammatoire est un problème de santé important en raison de son effet sur la qualité de vie du patient et en raison de sa prévalence élevée, qui a augmenté ces dernières années. Malgré d'intenses efforts d'enquête, la cause de la MII est essentiellement inconnue (Hartwig, 2001).

Les oligosaccharides du lait de chèvre ont un effet anti-inflammatoire. La diminution attendue du poids corporel a augmenté la taille du côlon et l'extension des lésions nécrotiques est évitée par les oligosaccharides. Ils ont également diminué symptômes (diarrhée et selles sanglantes) et réponse immunitaire plus faible avec moins d'infiltration de neutrophiles (Daddaoua *et al.*, 2006).

### 2.1.4 Traitement d'allergie

L'utilisation de produits caprins a d'abord été étroitement liée à un certain nombre de problèmes médicaux à savoir allergies alimentaires impliquant des protéines de lait de vache. L'allergie au lait de vache est relativement courante pendant les 3 premières années de vie. C'est une allergie à médiation IgE, ce qui signifie que le corps produit des anticorps IgE contre certaines protéines (allergènes) du lait de vache. Ingestions répétées du lait conduisent à l'identification des antigènes présents dans le lait par ces anticorps IgE, déclenchant une réponse immunitaire qui provoque des symptômes tels que l'eczéma, des symptômes respiratoires (respiration sifflante ou asthme), des symptômes gastro-intestinaux ou une anaphylaxie.

Certaines protéines, à savoir l' $\alpha$ S1-caséine et  $\beta$ -lactoglobuline (dont les structures et la composition varient selon les espèces animales) sont connus pour être des allergènes importants dans l'allergie au lait de vache. Les propriétés allergènes de la  $\beta$  lactoglobuline peuvent être partiellement éliminées par dénaturation thermique (Park *et al.*, 2007). Cependant, les caséines maintiennent la capacité de se lier aux IgE même après un fort processus de dénaturation (Tomotake *et al.*, 2006).

Parce que la teneur en  $\alpha$ S1-caséine est faible dans le lait de chèvre, il est plausible que pour les enfants très sensibles par rapport à l' $\alpha$ S1-caséine du lait de vache, le lait de chèvre pourrait être considéré comme une source alternative de lait.

**Tableau 2.2** Concentrations protéiques des différents types de laits(a)(Park *et al.*, 2007 ; (b) Hailuet *al.*, 2016 ; (c)Mehaiaet *al.*, 1995 ; Sood&Sidhu, 1979 ; (d)Grappin *et al.*, 1980 ; (e) Jenness, 1980.

| Laits    | Caséines (%) |
|----------|--------------|
| Vache    | 80,59a       |
| Chamelle | 73-83c       |
| Chèvre   | 71,3 e       |
| Brebis   | 76-83a       |

Plus récemment, plusieurs études rapportent une forte réactivité croisée entre le lait de vache et de chèvre, causée par des anticorps IgE spécifiques du lait de vache (Pessler&Nejat, 2004).

En raison de la réactivité croisée, tous les scientifiques les rapports dissuadent les personnes allergiques au lait de vache d'ingérer du lait de chèvre. Fait intéressant, allergie au lait de chèvre sans allergie au lait de vache a été signalée (Ah-Leunget *al.*, 2006).

Cependant cette allergie alimentaire se développe plus tard dans l'enfance et non dans la petite enfance sous forme de protéines du lait de vache allergie, et tous les enfants ont toléré le lait de vache. Il a été démontré que les protéines du lait de vache ont capacité de liaison plus élevée à IgE et IgG que les protéines présentes dans le lait de chèvre.

Dans les modèles animaux, le lait de vache a induit une prolifération lymphocytaire plus élevée, une production d'IL-4, une sécrétion d'histamine, et la production d'IgG (Hôte *et al.*, 2014) qui indique une réponse allergique plus exacerbée

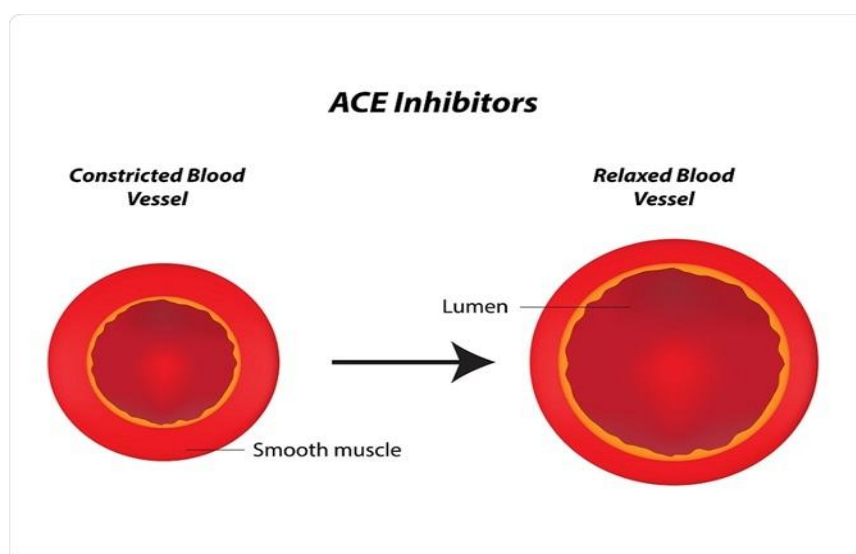
Deux verres (0,5 L) de lait de chèvre ou la quantité équivalente de fromage ou de yaourt peuvent fournir jusqu'à 94% de l'apport alimentaire quotidien recommandé pour adulte (AJR) en acides aminés essentiels, 83% de calcium et 78% des besoins en riboflavine, tout en étant également une source alimentaire d'autres minéraux et vitamines.

### 2.1.5 Traitement de la tension artérielle

Plusieurs études épidémiologiques ont établi un lien entre l'apport alimentaire en lait et en produits laitiers avec un risque réduit d'hypertension (Engberinket *al.*, 2009). Leur teneur élevée en minéraux (en calcium, potassium et magnésium) et certaines protéines présentes dans ces produits

(ainsi que leurs hydrolysats) ont été considérées comme impliquées dans l'effet antihypertenseur de ces produits ( Van Mierlo et al 2006) .

L'enzyme de conversion de l'angiotensine (ACE) est une enzyme multifonctionnelle qui agit comme une des principaux régulateurs de la pression artérielle. Inhibition de l'ECA, freiner la formation de l'angiotensine II ou bloquer ses récepteurs conduisant à une vasodilatation artérielle et à une réduction de la résistance périphérique totale. Par conséquent, l'inhibition de l'ECA est actuellement considérée comme l'une des meilleures stratégies pour le traitement de l'hypertension (Acharya et al., 2003).



**Figure 2.3** Mécanisme Action de l'ECA(Ratan& Jan, 2021).

### 2.1.6 Traitement de cancer

La lactoferrine du lait de chèvre démontre non seulement qu'elle possède une action antimicrobienne, mais aussi qu'elle induit apoptose dans une lignée cellulaire de cancer du col de l'utérus humain (Abbas et al., 2015).

Compte tenu de la ressemblance avec les autres les lactoferrines, la lactoferrine de chèvre pourrait présenter une activité protectrice contre d'autres cancers. Cependant, la recherche dans ce domaine n'en est qu'à ses débuts. Les mécanismes par lesquels cette molécule pourrait exercer son activité ont été récemment examinés par ces propriétés de la lactoferrine constituent une alternative intéressante à la chimio prévention, et les médicaments anticancéreux. De plus, sa stabilité à travers le tractus gastro-intestinal est bénéfique en cas de l'administration est envisagée (Zhang et al., 2015).

Il semble que les concentrés de protéines de lactosérum de chèvre intacts et hydrolysés, l'albumine de sérum sanguin, et le lait écrémé a inhibé la prolifération des lymphocytes dans les réactions dose-dépendantes. Eriksen *et al.* (2008) et Su *et al.* (2014) ont rapporté qu'un peptide bioactif anticancéreux (ACBP) extrait de rates de chèvre inhibé de manière significative la croissance de la lignée humaine de cancer gastrique BGC-823 *in vitro* à une dose de manière dépendante.

*In vivo*, la croissance de la tumeur gastrique humaine inhibée par l'ACBP dans une *xénogreffe* modèle sans cytotoxicité apparente pour l'hôte. L'étude a suggéré que l'ACBP pourrait être un puissant produit biologique anticancéreux efficace par induction de l'apoptose cellulaire et arrêt du cycle cellulaire.

De plus, Yu *et al.*, (2014) ont découvert à l'aide d'échantillons *in vitro* et *in vivo* que le peptide-3 (ACBP-3), un peptide isolé du foie de chèvre, a présenté des propriétés antitumorales sur l'estomac cellules souches cancéreuses (GCSC). L'ACBP-3 s'est également avérée réduire les cellules CD44 (+) et supprimera la prolifération des cellules SC (colonies sphéroïdes) et leur capacité de formation de clones seuls ou en combinaison avec le cisplatine, de manière dose-dépendante (Yu *et al.*, 2014).

### 2.1.7 Traitement antioxydant

Les peptides antioxydants sont particulièrement intéressants, car ils peuvent potentiellement prévenir ou retarder le stress oxydatif ainsi que l'inflammation systémique de bas grade associée aux maladies chroniques (Hsieh *et al.*, 2015 ; Atanasova *et al.*, 2010). En ce sens, les protéines du lait ainsi que les protéines dérivées du lait ont été considérées en tant que porteurs potentiels pour la délivrance de peptides antioxydants dans le tractus gastro-intestinal, où ils peuvent exercer des effets protecteurs directs en piégeant les espèces réactives de l'oxygène et en réduisant le stress oxydatif (Tagliazucchi *et al.*, 2016).

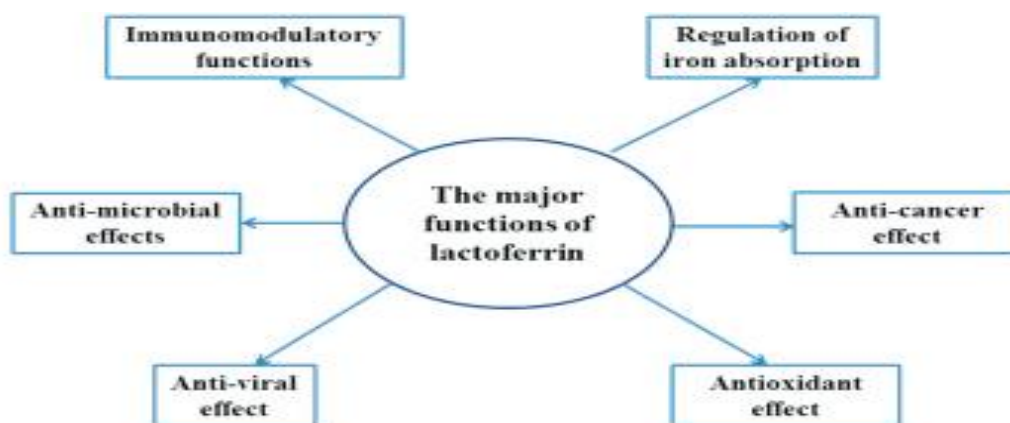
Seules quelques études sur les propriétés anti oxydantes du lait de chèvre des peptides dérivés de protéines ont été réalisées. Silva *et al.* (2006) ont identifié trois peptides antioxydants dans un extrait aqueux d'un système de type fromage de chèvre fabriqué à partir d'un extrait de *Cynaracardunculus* (Nandhiniet *al.*, 2012).

Ont constaté que le lait de chèvre fermenté avec *Lactobacillus plantarum* avaient une puissante activité de piégeage des radicaux et d'inhibition de la peroxydation lipidique, bien qu'ils n'aient pas identifié les peptides actifs. Li *et al.*, (2013) ont identifié des

peptides antioxydants dans le lait de chèvre hydrolysats de caséine fabriqué à l'aide de deux enzymes (alcalase et pronase), bien que certaines ne correspondaient pas aux séquences de caséine de chèvre disponibles dans les bases de données de protéines. De Gobba *et al.* ont trouvé des hydrolysats avec une activité de récupération de radicaux élevée attribuée à la présence de peptides courts.

En outre, une abondance de tyrosine dans de nouveaux peptides dérivés de la caséine semble jouer un rôle important dans la capacité de récupération radicale des peptides.

En outre, les fractions peptidiques avec une abondance élevée de phénylalanine ont montré la capacité d'empêcher la formation de produits secondaires d'oxydation des lipides.



**Figure 2.4:** Les rôles de la lactoferrine (Hao et al., 2019)

### 2.1.8 Atténuation de l'intolérance au lactose

Lait de chèvre, ainsi que lait de vache et le lait humain, contient du lactose. Malgré cela, de nombreuses personnes souffrant d'intolérance au lactose. Il a été démontré que le lait de chèvre est plus facilement absorbé que le lait de vache, laissant moins de résidu non digéré derrière dans le côlon pour fermenter et provoquer des symptômes inconfortables de l'intolérance au lactose (Haenlein, 2004 ; Lopez-Aliaga *et al.*, 2010).

Il se peut aussi que les patients ne soient pas intolérants au lactose, mais sont plutôt allergiques aux principales protéines de 1-caséine du lait de vache, qui est plus faible ou absente dans le lait de chèvre. Les symptômes sont presque identiques dans l'intolérance au lactose et l'allergie aux protéines du lait.

### 2.1.9 Traitement immuno modulateur

Les travaux de Jirillo *et al.* (2010) ont récemment étudié les effets du lait de chèvre sur le sang humain. Les cellules en termes de libération de cytokine et d'oxyde nitrique (NO). Les résultats de leurs travaux ont démontré que le lait de chèvre pouvait déclencher la production de cytokines (IL-10, TNF- $\alpha$  et IL-6) et activer la libération de NO des cellules sanguines.

Il est bien connu que la libération de NO peut être utile dans (Galkina E, Ley K, 2009) :

- Inhibition de l'afflux de monocytes athérogénèse
- Inhibition de l'adhérence à la paroi vasculaire des cellules musculaires lisses proliférant
- Inhibition des plaquettes l'agrégation
- L'inhibition de l'expression des gènes impliqués dans l'athérogénèse

Le lait de chèvre peut être utile pour maintenir l'homéostasie inflammatoire en stimulant la production de multiples cytokines ayant divers effets, comme le TNF- $\alpha$  (une cytokine pro inflammatoire), IL-6 (un réactif de phase aiguë et un facteur de croissance pour les cellules B), et IL-10 (un anti-inflammatoire cytokine) (Jirillo *et al.*, 2010).

---

## *Chapitre 3*

### *Matériel & Méthodes*

---

#### 3.1 Objectif d'étude

Objectif de ce travail est d'étudier et comparer les caractéristiques physicochimiques et la composition en certains nutriments du lait de chèvre récolté dans différentes régions de l'Ouest algérien.

#### 3.2 Lieu de l'étude

Les analyses réalisées durant cette étude ont été effectuées pendant la période allant du 15-02-2021 au 15-03-2021 au niveau du laboratoire d'analyse du groupe GIPLAIT de Sidi-Bel-Abbès ainsi qu'au niveau du laboratoire de Biochimie Appliquée de la Faculté SNV de l'Université Djilali LIABES.

#### 3.3 Procédure expérimental

La méthodologie de travail suivie dans cette étude est représentée dans la figure 3.1 :

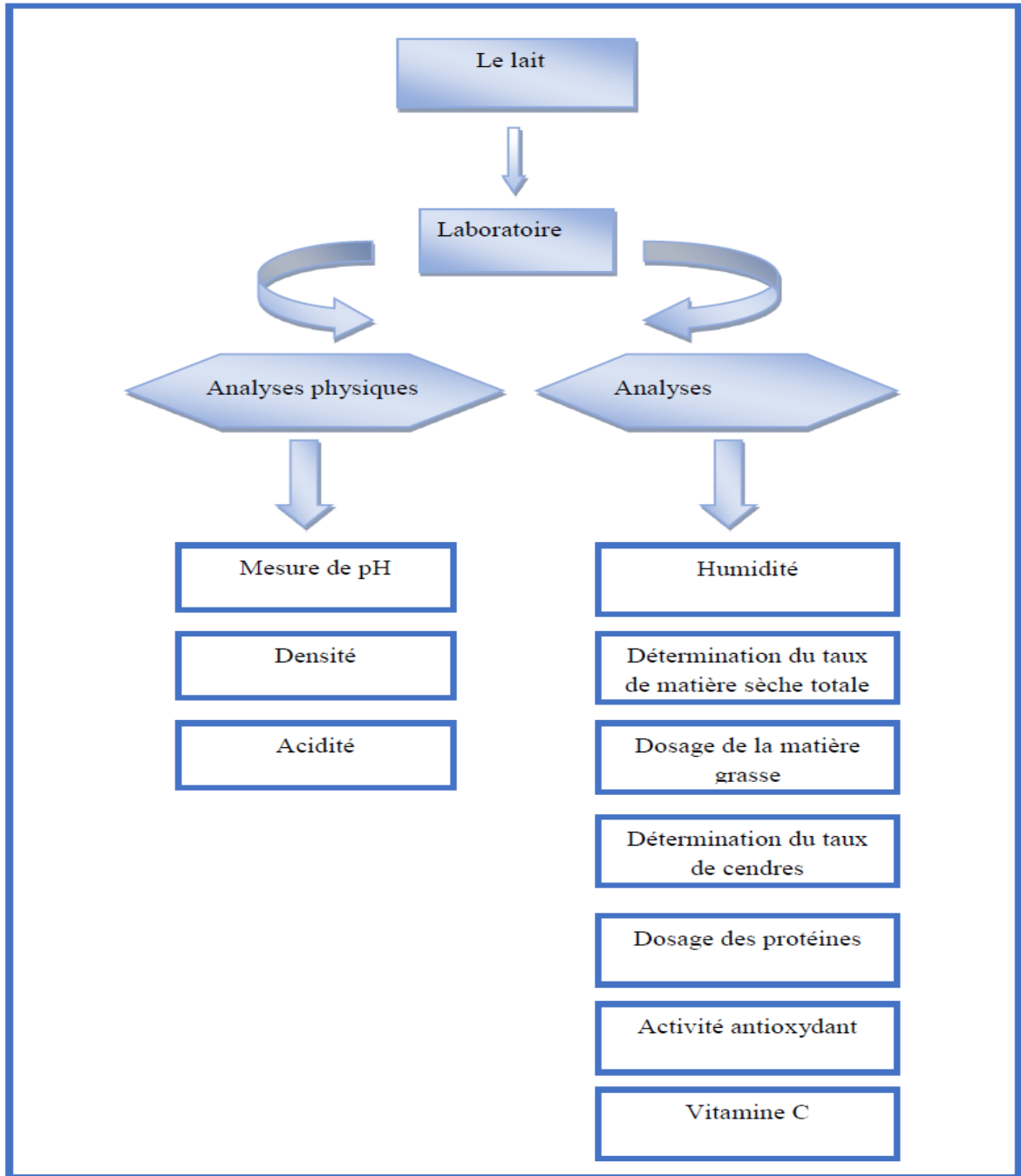
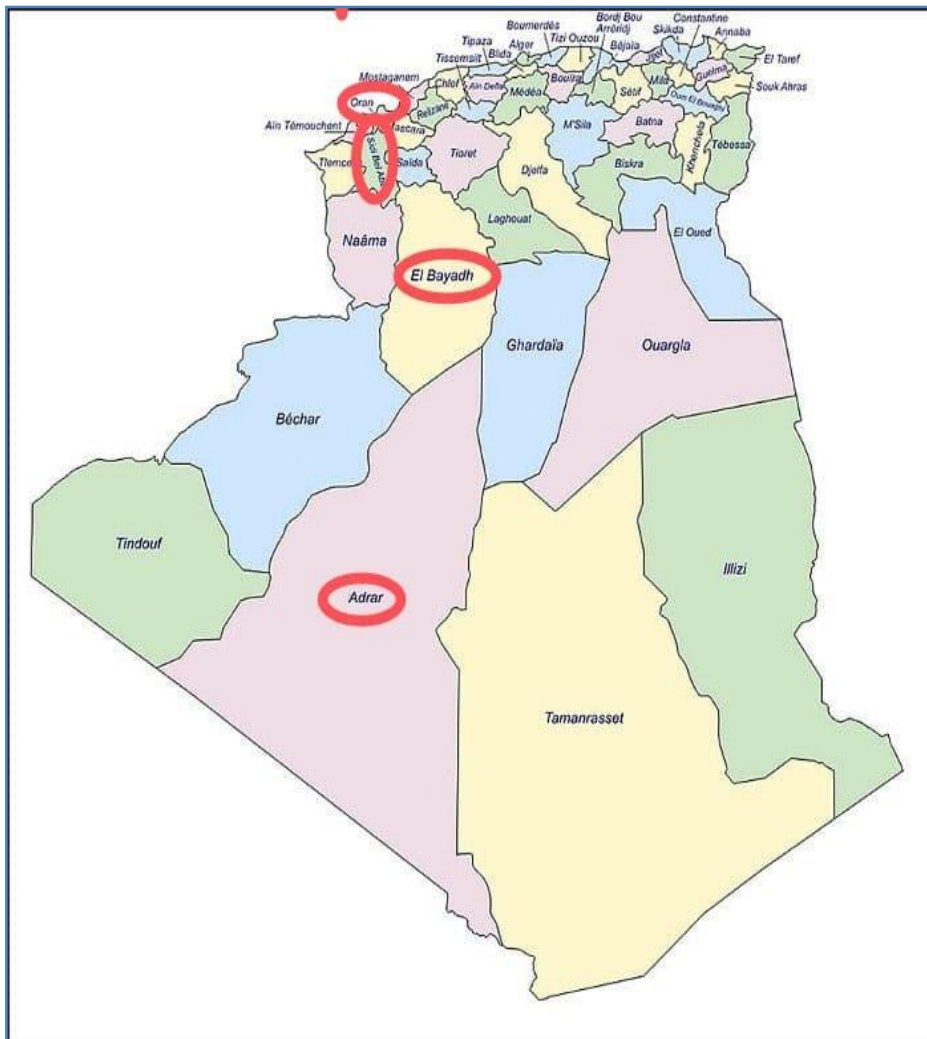


Figure 3.1 Démarche expérimentale effectuée

### 3.4 Présentation des régions d'étude

La figure 3.2 montre l'emplacement géographique des différentes régions de l'étude par rapport à la carte géographique de l'Algérie. La première région se situe dans la wilaya d'Adrar et se caractérise par un climat chaud durant toute l'année. La deuxième région ; la wilaya d'Oran caractérisée par un climat méditerranéen sec. La troisième région ; la wilaya de Sidi-Bel-Abbès avec un climat semi-aride et la quatrième région ; la wilaya d'El Bayadh.



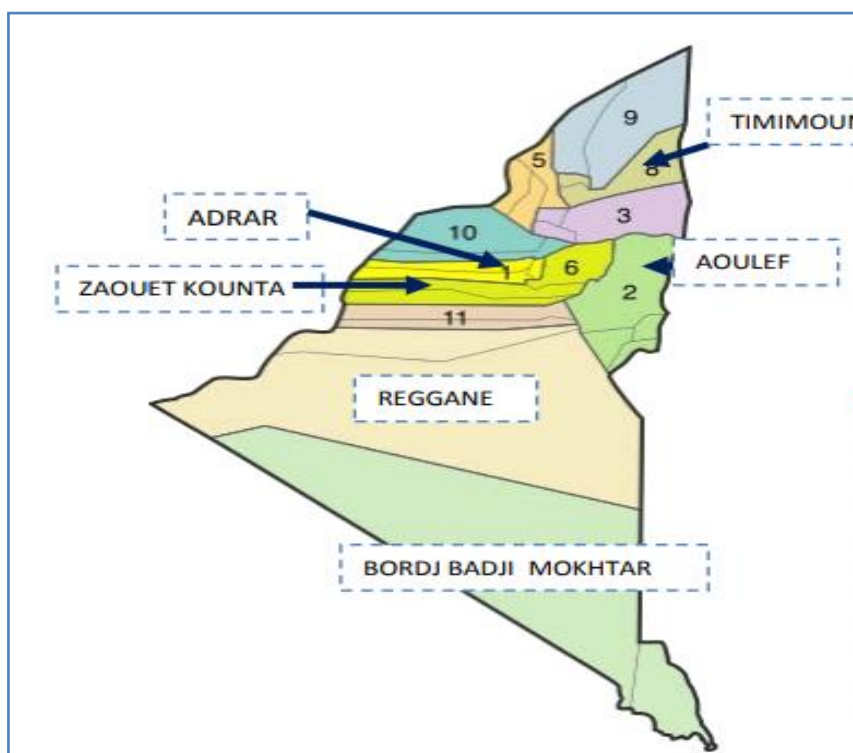
**Figure 3.2** Localisation des sites d'échantillonnage des laits de chèvre.

### 3.4.1 La situation géographique d'Adrar

La wilaya d'Adrar s'étend sur la partie nord du Sud-Ouest algérien, couvrant ainsi une superficie de 427 968 km<sup>2</sup> répartie à travers un chapelet de 294 ksour éparpillés dans les trois régions : le Gourara (Timimoune), le Touat (Adrar) et le Tidikelt (Aoulef).

La wilaya d'Adrar est limitée :

- Au nord par la wilaya d'El-Bayadh ;
- Au Nord-ouest par la wilaya de Bechar ;
- À l'ouest par la wilaya de Tindouf ;
- Au sud par le Mali ;
- Au sud-ouest par la Mauritanie ;
- Au nord-est par la wilaya de Ghardaïa.



**Figure 3.3** Situation géographique de la wilaya d'Adrar

### 3.4.2 La situation géographique d'Oran

La wilaya d'Oran occupe une place importante au sein de la région Nord-ouest du pays, du fait qu'elle est la capitale régionale et seconde ville après la capitale Alger. Avec une superficie de 2114 km<sup>2</sup>, la wilaya se situe à 432 kilomètres à l'ouest d'Alger et 200 kilomètres à l'est d'Oujda Maroc .



**Figure 3.4** Situation géographique de la wilaya d'Oran

La wilaya d'Oran est limitée :

- A l'ouest par la wilaya d'Ain Temouchent ;
- Au nord par la mer méditerranée ;
- Au sud par la wilaya d'Ain Temouchent, Mascara et Sidi-Bel-Abbès ;
- A l'est par la wilaya de Mascara et Mostaganem.

### 3.4.3 La situation géographique de Sidi-Bel-Abbès

La wilaya de Sidi Bel Abbès est une wilaya importante par sa population et ses diverses potentialités, agricoles et industrielles. Elle comporte 15 daïras et 52 communes.

La wilaya de Sidi Bel Abbès est située au nord-ouest de l'Algérie, elle est délimitée comme suit :

- Au nord par la wilaya d'Oran ;
- Au nord-ouest par la wilaya d'Ain Temouchent ;
- Au nord est par la wilaya de Mascara ;
- A l'ouest par la wilaya de Tlemcen ;
- A l'est par les wilayas de Mascara et Saida ;
- Au sud est par la wilaya de Saida.



**Figure 3.5** Situation géographique de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès

La wilaya occupe une position centrale et stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région du nord-ouest du pays soit 9150,63 km<sup>2</sup>. Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays (DPAT, 2013).

### 3.4.4 La situation géographique d'El Bayedh

La région d'El Bayedh se trouve dans une zone d'intersection de deux bassins versants qui sont : le bassin versant des hauts plateaux oranais qui occupe la partie nord de la Wilaya et le bassin versant du Sahara qui engendre la partie sud de la région.

La wilaya fait partie de la région des hautes plaines steppiques du Sud-ouest algérien.

Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au Nord : Saida et Tiaret ;
- A l'Est : Laghouat – Ghardaïa ;
- A l'Ouest : Sidi Bel abbés – Nâama ;
- Au Sud-ouest : Bechar ;
- Au Sud-est : Adrar.

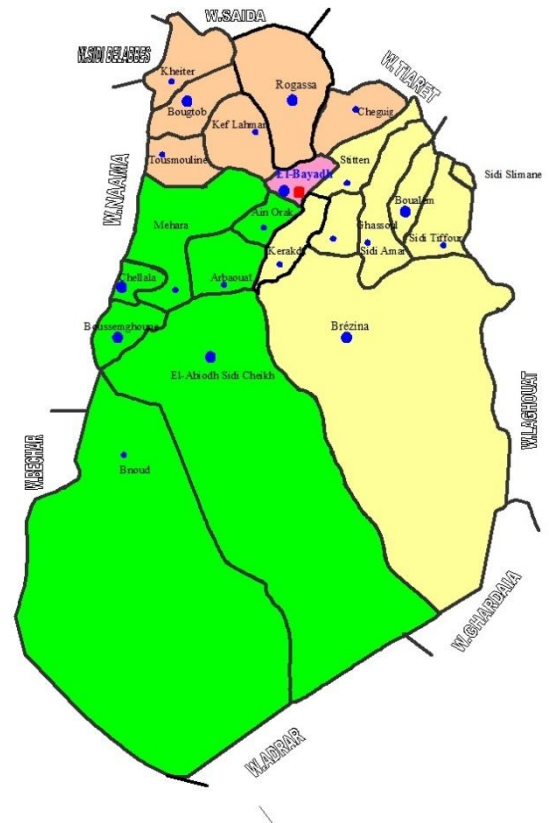


Figure 3.6 Situation géographique de la wilaya d'El Bayadh

## 3.5 Matériel

### 3.5.1 Echantillons de lait

Cette étude est basée sur une série d'analyses physico-chimiques réalisée au niveau des deux laboratoires. Les échantillons destinés aux analyses physicochimiques sont prélevés sur le produit fini (lait pasteurisé) à un intervalle de temps régulier. Nous avons effectué des prélèvements d'échantillons (1 litre) d'un mélange de lait cru de chèvre (minimum 4 chèvres) issu de la traite manuelle pour chaque élevage.

### 3.5.2 Appareillage

#### a. Grand matériel

- Agitateurs magnétique
- Bain Marie
- Balances analytiques : (0,01 g) et de précision (0,0001 g),
- Centrifugeuse de paillasse
- Four à muffle
- Plaque chauffante
- pH mètre
- Spectrophotomètre d'absorption atomique UV-Visible
- Lactodensimètre
- Butyromètres à lait
- Dessiccateur muni de silice (agent déshydratant)
- Étuve réglable à  $103 \pm 2$  °C

#### b. Petit matériel

Ce travail nécessite un certain nombre d'accessoires et petits matériels spécifiques comme : Micropipettes ; Pipettes graduées, Pipettes jaugées, Poire d'aspiration, Bêchers, Erlenmeyers, Fioles jaugées, Fiole à vide, Papiers filtre, Burettes, Eprovettes, Entonnoirs, Spatules...etc.

### 3.5.3 Produits chimiques, Réactifs et Matériel Biologique

Les produits chimiques, les réactifs et le matériel biologique utilisés dans cette étude sont:

- Acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré
- Alcool iso amylique(3-méthyl-1-butanol)
- Phénolphtaléine
- Solution de NaOH 0,1normal

## 3.6 Les analyses physico-chimiques du lait

### 3.6.1 Détermination de la densité

#### a. Définition

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20 °C et la masse du même volume d'eau. Le lactodensimètre donne une valeur exacte à température égale à 20°C.

#### b. Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

#### c. Matériel utilisé

- L'éprouvette 250 ml
- Le lactodensimètre.

#### d. Mode opératoire

- Il faut tout d'abord, laisser le lait reposer pour qu'il se débarrasse du gaz qu'il contient.
- Remplir l'éprouvette 250 ml avec l'échantillon du lait.
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette.
- Après la stabilisation de l'appareil, on lit directement la valeur de la densité sur les graduations du lactodensimètre.
- La densité est déterminée à 20 °C par lactodensimètre.

#### e. Expression des résultats

Si la température est supérieure ou inférieure, il est nécessaire d'effectuer une correction par une correction par une des deux équations suivantes :

- Si la  $T^{\circ} \text{lue} < 20^{\circ}\text{C}$  ‡  $D = D \text{ lue} - 0,2 (20 - T0 \text{ lue})$
- Si la  $T^{\circ} \text{lue} > 20^{\circ}\text{C}$  ‡  $D = D \text{ lue} + 0,2 (20 - T0 \text{ lue})$

**Avec :**

- D lue : densité lue sur le thermo lactodensimètre.
- $T^{\circ} \text{lue}$  : température lue sur le thermo lactodensimètre.

**0,2** : est le coefficient de correction

### 3.6.2 Détermination de l'acidité titrable

#### a. Définition

L'acidité du lait peut être exprimée en degré Dornic. Celle-ci consiste en la mesure du volume de la solution de Noah (N/9) nécessaire à la titration de l'acidité du lait, en présence de phénolphtaléine (0,1N).

#### b. Principe

Il se base sur un titrage de l'hydroxyde de sodium (Noah) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.



Acide lactique + Soude

Lactate de soude + Eau

#### c. Réactifs

Les réactifs doivent être de qualité analytique.

- L'eau utilisée doit être de l'eau distillée ou de l'eau de pureté au moins équivalente.
- Solution de phénolphthaléine à 1% (m/v) dans l'éthanol à 95%.
- Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0,1N

#### d. Matériel utilisé

- Pipette à lait de 10 ml ou seringue de précision réglée à 10 ml ou balance analytique.
- Burette graduée en 0,05 ou en 0,1 ml permettant d'apprécier la demi-division.
- Bêchers.

#### e. Mode opératoire

- Introduire dans un tube à essai 10 ml de lait avec une pipette de précision.
- Ajouter 2 gouttes de phénolphthaléine à 1%.
- Titrer avec une burette une solution de soude N/9 (soude Dornic) jusqu'à coloration rose.
- Noter le nombre de ml versé

#### f. Expression des résultats

La valeur de l'acidité du lait est obtenue par la formule suivante :

$$A = 10(V/V') \text{ (g/L)}$$

A : quantité d'acide lactique en (g/L)

V : volume de la solution de Noah utilisé (ml)

V' : volume de l'échantillon (ml)

Pour obtenir l'acidité en degré Dornic (°D), la valeur de A est multipliée par 10,  $1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique par litre de lait}$ .

Le lait présente une acidité qui peut être titrée par la soude en présence de phénolphtaléine virant de l'incolore au rose.

### 3.6.3 Mesure du pH

#### a. Définition

La mesure de pH de lait sert à renseigner sur la qualité hygiénique du lait. La mesure de pH des échantillons de lait pasteurisé prélevés est effectuée le jour même. En utilisant un pH mètre (HANNA), la lecture est effectuée directement et correspond à la valeur du pH à une température bien déterminé.

#### b. Matériels utilisé

- pH-mètre.
- Bécher.

#### b. Principe

La mesure du pH est basée sur la détermination en unité pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre prolongées dans une solution aqueuse de l'échantillon

#### c. Mode opératoire

- Introduction de l'électrode du pH-mètre préalablement étalonner dans un bécher contenant 100 ml de lait cru à 20°C.
- La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond au pH du lait à 20°C.

### 3.6.4 Détermination de la teneur en eau : (NF V 03-903)

#### a. Principe

On procède à une dessiccation de l'échantillon à analyser dans une étuve à la température de  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante. Pour éviter toute prise d'humidité, il convient d'utiliser un dessiccateur.

La teneur en eau est la différence entre le Poids de l'échantillon avant et après la dessiccation lorsque leur poids soit constant.

### **b. Mode opératoire**

- Sécher les capsules vides dans l'étuve pendant 15 minutes ;
- Laisser refroidir au dessiccateur ;
- Tarer et peser 2 g de l'échantillon ;
- Introduire les capsules dans l'étuve à  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant 2 h ;
- Laisser refroidir les capsules avant de les peser dans un dessiccateur ;
- Peser les capsules et répéter l'opération avec une heure d'intervalle entre chaque pesée jusqu'au poids constant ou à une différence de 1mg entre deux pesées successives.

### **c. Expression des résultats**

La teneur en eau (%) du matériel végétal est donnée par la formule suivante :

$$H \% = 100. (P-P_1) / m$$

- P : masse en g de la prise d'essai avant séchage.
- P<sub>1</sub> : masse en g de la prise d'essai après séchage.
- M : masse du matériel biologique.

## **3.6.5 Dosage de la matière grasse (méthode acidobutyrométrique)**

### **a. Définition**

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C (27°C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait.

### **b. Principe**

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre, la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

Obtention de la teneur en matière grasse par la lecture directe sur l'échelle de butyromètre

#### c. Réactifs

- Acide sulfurique concentré.
- Alcool amylique.

#### d. Matériel utilisé

- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.
- Pipette à lait.
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer  $10,0 \text{ ml} \pm 0,2 \text{ ml}$  d'acide sulfurique.
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer  $1,00 \text{ ml} \pm 0,05 \text{ ml}$  d'alcool.
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à  $\pm 50 \text{ tr/mn}$  maximum près
- Bain d'eau à la température de  $65 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ .
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.

#### e. Mode opératoire

- *Préparation du butyromètre à la prise d'essai*
  - A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique, mesurer  $10 \text{ ml}$  d'acide sulfurique et les introduire dans le butyromètre,
  - Retourner doucement trois ou quatre fois le récipient contenant l'échantillon préparé.
  - Prélever immédiatement à la pipette à lait le volume fixé de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide.
  - A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer  $1 \text{ ml}$  d'alcool amylique et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides.
  - Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

- *Dissolution des protéines*

- Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

- *Centrifugation*

Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes puis maintenir cette vitesse pendant 4 minutes.

- *Lecture*

- Placer le butyromètre dans un bain d'eau à  $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant 2 à 3 minutes.
- Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas.
- Ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche.
- Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque.

#### **e. Expression des résultats**

La teneur en matière grasse de lait est :

$$B - A \text{ où :}$$

- **A** : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.
- **B** : est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.
- La teneur en matière grasse est exprimée, soit en gramme pour 100g de lait, soit en grammes pour 100ml.

### **3.6.6 Mesure la matière sèche totale "l'extrait sec total"**

#### **a. Définition**

La détermination de l'extrait sec total (EST) nous permet d'évaluer la qualité de notre lait (éviter un mouillage excessif du lait). Selon Mathieu (1998), la teneur en matière

sèche totale est le résultat obtenu après évaporation de l'eau du lait. Elle est exprimée en gramme par litre ou par Kilogramme ou en pourcentage.

### **b. Principe**

La détermination de l'extrait sec total repose sur la dessiccation par l'évaporation d'une quantité déterminée de produit.

### **c. Matériel utilisé**

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai de forme cylindrique de préférence avec couvercle
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires.
- Balance analytique.
- Dessiccateur.
- Étuve à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### **d. Mode opératoire**

La détermination de la matière sèche se fait comme suit :

- Peser la capsule vide et prendre son poids (P1).
- Placer 10 ml du lait, dans la capsule pesée.
- Placer la capsule dans une étuve pendant 4 à 5 heures à  $103^{\circ}\text{C}$
- .Peser la capsule (2).

### **d. Expression des résultats**

Le résultat est exprimé par la formule suivante :

$$\text{EST (\%)} = (P2 - P1) \times 100$$

- P1 : Poids de capsule vide
- P2 : Poids de capsule après l'étuve

### 3.6.7 Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)

La teneur en matière sèche dégraissée est la masse exprimée en pourcentage pondéral du résidu obtenu après dessiccation diminuée de sa teneur en matière grasse. La détermination se fait directement par la formule suivante :

- **ESD** : extrait sec dégraissé
- **MS** : matière sèche du produit
- **MG** : matière grasse du produit

$$ESD = MS - MG$$

### 3.6.8 Détermination des taux de cendres

#### a. Principe

La détermination des cendres totales par incinération de la matière sèche à  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  pendant 4 heures.

#### b. Matériel utilisé

- Capsule en platine ou matière inaltérable à fond plat de 55 à 60 mm de diamètre et de 20 à 25 mm de hauteur de préférence avec couvercle.
- Pipette à lait.
- Dessiccateur, contenant un agent déshydratant efficace.
- Balance analytique sensible à 0,1 mg.
- Four à moufle  $530^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ .

#### c. Mode opératoire

- Incinérer la matière sèche par chauffage dans le four jusqu'à la disparition des particules charbonneuses (03 à 04).
- Mettre la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir.
- Peser à 0,1 mg près

#### d. Expression des résultats

Les cendres du lait en cent l sont égales à :

$$(M2 - M0) / (M1 - M0) \times 100$$

- $M0$  = Masse en grammes de la capsule vide.
- $M1$  = Masse en gramme de la capsule + l prise d'essai

- M2 = Masse en gramme de la capsule+ le cendre

### 3.6.9 Dosages des protéines

La méthode de Bradford est une méthode d'analyse spectroscopique utilisée pour mesurer la concentration des protéines en solution.

#### a. Principe

La méthode de Bradford est un dosage colorimétrique, basée sur le changement d'absorbance (à 595 nm), se manifestant par le changement de la couleur du bleu de Goomassie G250, après liaison avec les acides aminés aromatiques (tryptophane, tyrosine et phénylalanine) et les résidus hydrophobes des acides aminés présents dans les protéines (Bradford, 1976).

#### b. Mode opératoire

##### ▪ *Préparation de l'extrait*

L'extrait, est réalisé par centrifugation du lait à 3500 x g / 20 min à 4°C. Le lait est préalablement porté pendant 10 min au bain marie à 30-35°C, en utilisant une agitation douce, afin de permettre la remontée de la matière grasse en surface. La centrifugation à basse température permet ainsi d'avoir une bonne prise en masse de cette matière grasse en surface (Siboukeur, 2007). La séparation entre les caséines et les protéines sériques est obtenue par précipitation du lait à pH 4,3 en présence d'une solution d'acide chlorhydrique, 4N, suivie d'une centrifugation à 3500xg /15 min. Cette opération est répétée deux fois afin d'assurer une meilleure qualité des séparations.

##### ▪ *Préparation du réactif de bleu de Goomassie*

100mg de poudre de bleu de Goomassie G250 sont dissous dans 50ml d'éthanol absolu, puis on y ajoute 100ml d'acide phosphorique à 85%.

##### ▪ *Dosage des protéines*

Doser dans les mêmes conditions les différents échantillons :

- Prélever le volume nécessaire de l'extrait et le mettre dans un volume final de 100µl d'eau distillée.
- Prélever 20 µl de chaque tube et les distribuer dans une microplaque.
- Ajouter 200 µl de réactif de Bradford
- Procéder à la lecture à 595nm

### **c. Expressions des résultats**

La détermination de différentes concentrations en protéine est réalisée par référence à une gamme étalon à base de BSA (Bovin Sérum Albumine), dont la concentration varie de 0 à 1,5 mg de BSA par ml de solution, préparés dans les mêmes conditions que les échantillons.

#### **3.6.10 Dosage antioxydants**

##### **a. Évaluation de l'activité antioxydant**

Les tests antioxydants peuvent révéler différents mécanismes d'action en fonction des caractéristiques de l'essai particulier. On utilise des méthodes simples comprenant des radicaux libres « piégeant » artificiels, stables et colorés, tels que le 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Reet *et al.*, 1999 ; Molyneux, 2004).

##### **b. L'extraction des composés antioxydants**

L'extraction des composés antioxydants est réalisée à l'aide d'un solvant d'extraction préparé à base de (HCl (1N) /95% éthanol v/v, 15/85).

La procédure d'extraction implique l'addition de 1 ml du lait frais aux 10 ml du solvant dans un flacon obscur (ombré) et on agite pendant 1h à 30°C en utilisant un agitateur magnétique.

Le mélange du solvant et des échantillons sont ensuite centrifugés à 7800xg à 5°C pendant 15 min. Le surnageant récupéré est conservé à l'obscurité à -20°C jusqu'à une utilisation ultérieure (Liu *et al.*, 2007).

##### **c. Principe**

Le principe de ce test se résume dans la capacité de l'extrait à réduire le radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction). Cette décoloration est mesurable par spectrophotométrie

##### **d. Mode opératoire**

Une série de concentration d'extrait est préparée dans le méthanol, 10 µl de chacune sont ajoutés à 1ml d'une solution méthanoïque de DPPH (0,004%).

Après une période d'incubation de 30 min à 25 °C, l'absorbance a été lue à 517nm.

### e. Expression des résultats

L'inhibition du radical libre de DPPH par le pourcentage de décoloration (I%) du DPPH selon l'équation :

$$I \% = [(Abs\ blanc - Abs\ \acute{e}chantillon) / Abs\ blanc] \times 100$$

Une courbe des concentrations de l'extrait en fonction de I % a été tracée afin d'obtenir l'index IC50. Ce paramètre est défini comme la concentration en composés phénoliques (mg/kg d'huile) requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%.

### 3.6.11 Dosage de vitamine C

Détermination de la teneur en acide ascorbique Le dosage de la vitamine C est réalisé par la méthode iodométrique décrite par (Tansilav,1978).

#### a. Principe

Il est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique par l'iode en milieu acide.

#### b. Mode opératoire

- *préparation d'amidon*
  - Ajouter 0.50g d'amidon soluble à 50 ml d'eau presque bouillante.
  - Bien mélanger et laisser refroidir après utiliser.
- *préparation de solution d'iode*
  - dissoudre 5g d'iodure de potassium(KIO3) et 0.268g d'iodate de potassium dans l'eau distillé.
  - verser cette solution dans un gradué de 500 ml et la diluer jusqu'à un volume finale de 500ml avec l'eau distillé.
  - mélanger la solution.
  - transférer la solution dans un bécher de 600 ml .étiqueter le bécher comme votre solution d'iode.

- **Dosage de vitamine C**

- A 50 ml d'échantillon sont ajoutés 3 ml d'acide sulfurique et quelques gouttes d'empois d'amidon (0.5%, utilisé comme indicateur coloré).
- Le mélange ainsi obtenu est mis dans un bécher puis titré par une solution d'iode.

### c. Expression des résultats

La teneur en acide ascorbique contenue dans un litre de produit est donnée par la formule suivante :

$$T = V \times 20 \times 4,4$$

Où :

- **20×4,4** coefficient multiplicatif de l'acide ascorbique.
- **V** est le nombre de ml d'iode utilisé pendant le titrage.
- **T** la teneur en acide ascorbique

### 3.7 Les analyses statistiques :

D'après nos résultats physico-chimiques dans la présente étude, Les statistiques descriptives ont été réalisées sur tous les paramètres étudiés et les données obtenues sont représentées par la moyenne arithmétique plus au moins l'écart type. Ils sont réalisés par le logiciel Excel version 2010 (Microsoft).

---

## Chapitre 4

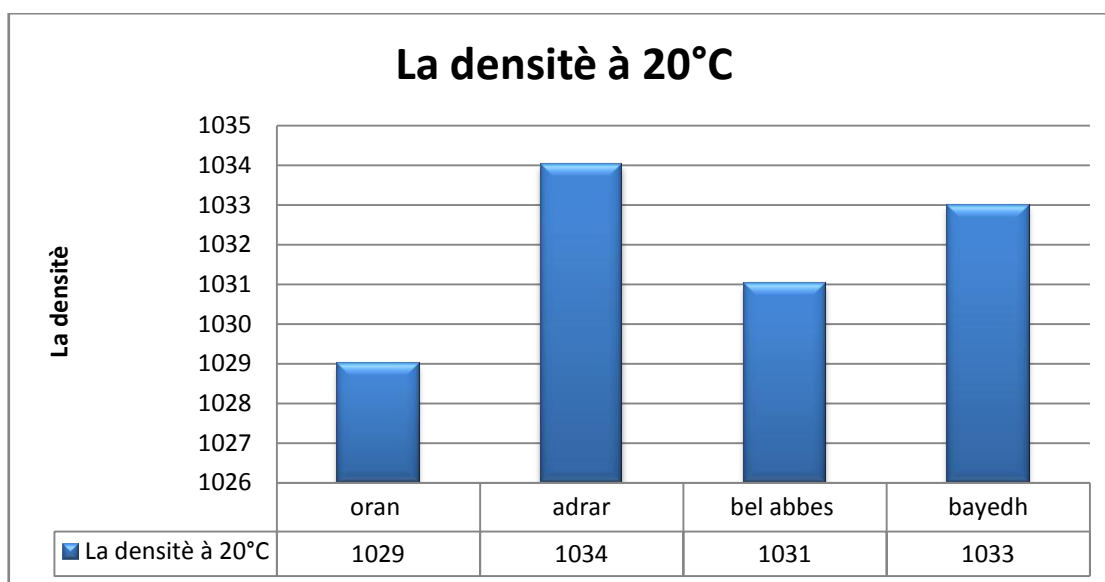
### Résultats et discussion

---

#### 4.1 La densité

Concernant nos résultats de la densité du lait de chèvre, qui sont en accord avec les résultats mentionnés par Park *et al.* (2006) où la densité oscille entre 1,027 et 1,035, nous avons enregistré la plus faible valeur de densité pour le lait d'Oran qui est égale à 1,029 (figure 4.1), toutes fois, elle reste comprise dans l'intervalle fixée. Cependant, nous avons enregistré une densité de 1,034 pour le lait de Sidi-Bel-Abbès comme valeur supérieure pendant la période d'essai.

La densité du lait est liée à sa richesse en matière sèche. Un lait pauvre aura une densité plus faible (Luquest, 1985).



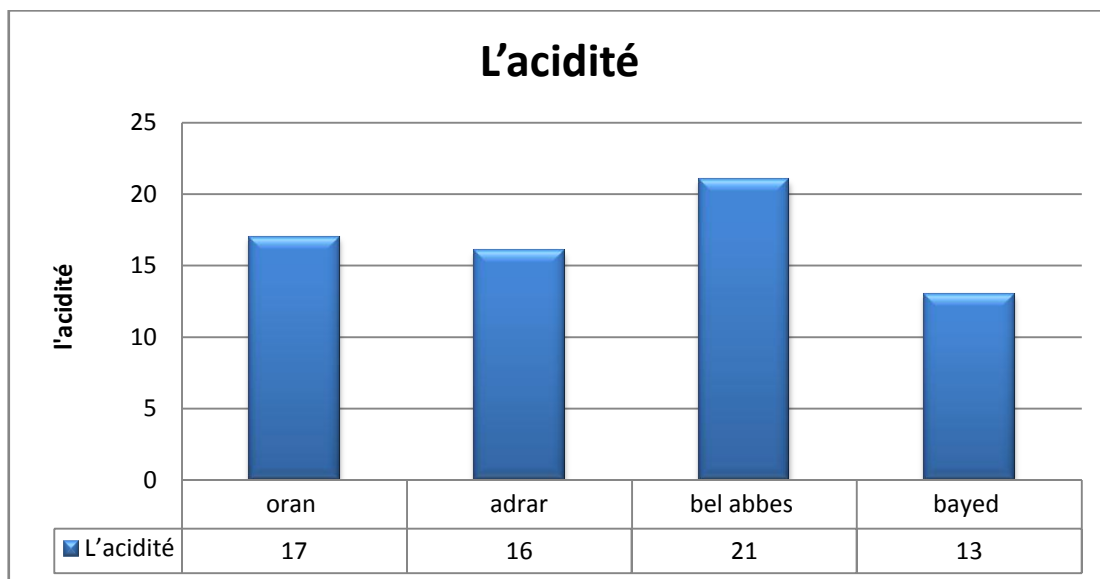
**Figure 4.1** Représentation de la densité du lait de chèvre selon les régions

#### 4.2 L'acidité

L'acidité des échantillons de lait d'Oran et d'Adrar est similaire à ceux mentionnés par Park *et al.* (2006) qui a rapporté une acidité de 14-18 °D pour le lait de chèvre cru.

La plus faible valeur d'acidité a été enregistrée pour le lait d'ElBayadh (13°D) (figure 4.2). Les valeurs de l'acidité des échantillons de Sidi-Bel-Abbès sont supérieures à la norme d'acidité qui est égale à 21 °D.

L'acidité naturelle est liée à la teneur en caséine, sels minéraux, ions. Le lait de chèvre peut constituer une profitable alternative au lait de vache (Goursaud, 1985).



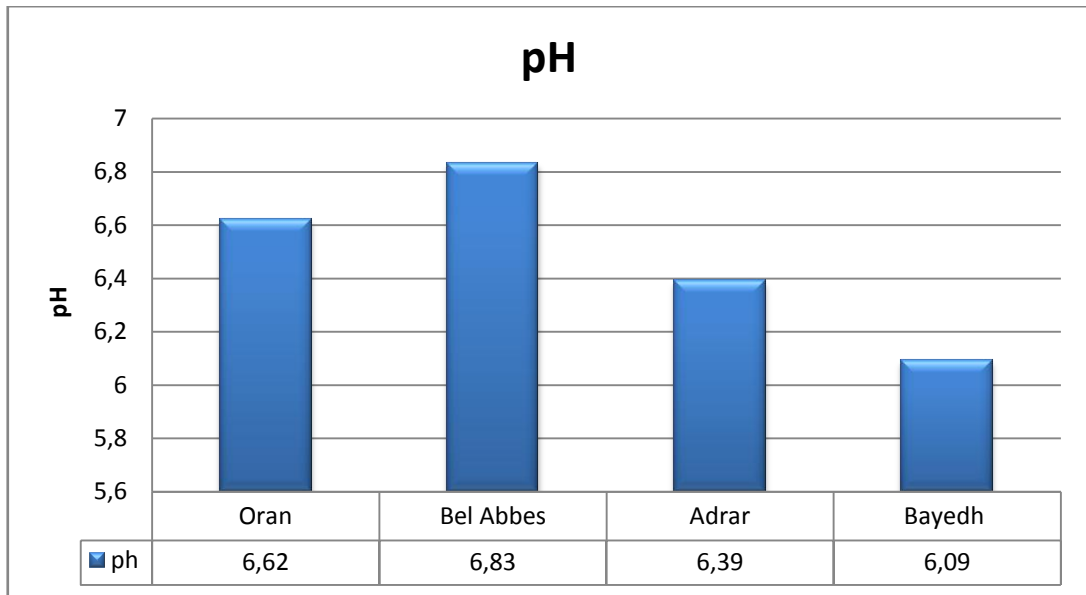
**Figure 4.2** Comparaison des valeurs d'acidité du lait de chèvre entre les quatre régions

### 4.3 Le pH

Selon Luquet (1985), le pH est un bon indicateur sur l'état de fraîcheur de lait. Nous avons noté que le pH de l'échantillon de lait de Sidi-Bel-Abbès est de 6,83, suivi par l'échantillon de lait d'Oran (6,62). Ces valeurs sont supérieures aux valeurs de références qui indiquent que la moyenne du pH du lait de chèvre est de 6,45 – 6,60 (Ait Amer Meziane, 2008).

Par contre les pH du lait d'El Bayadh et d'Adrar sont inférieurs aux valeurs de références.

Ces taux différents de pH peuvent dépendre de la nature de l'alimentation et de la disponibilité de l'eau. Par ailleurs, la forte concentration en acides gras volatiles et la teneur relativement élevée en vitamine C du lait peuvent avoir un effet sur la diminution du pH (Haddadin *et al.*, 2008).

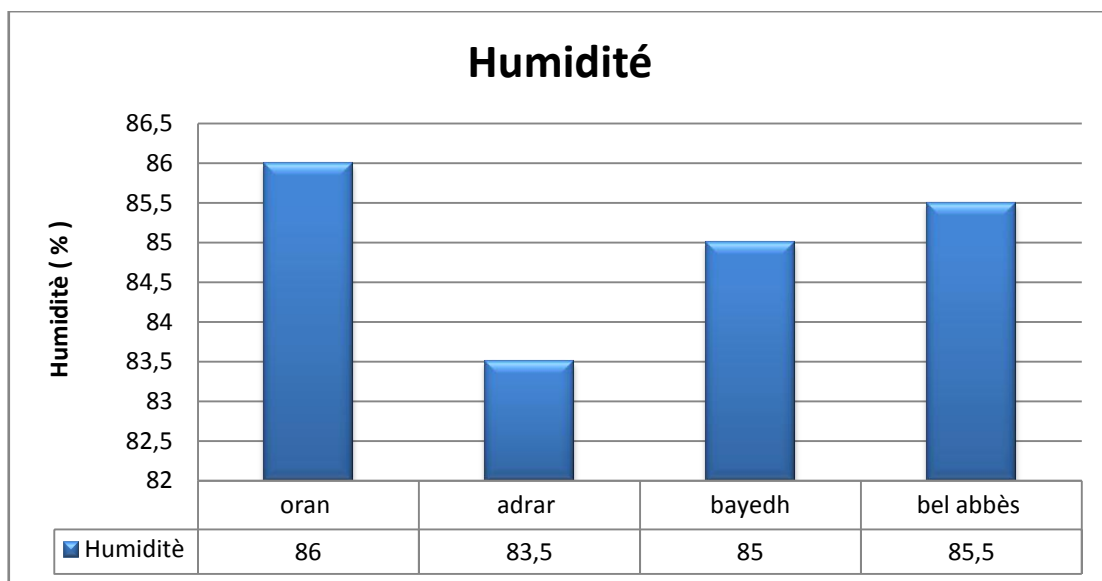


**Figure 4.3** Comparaison des valeurs de pH entre les échantillons du lait de chèvre

#### 4.4 Humidité

Concernant le taux d'humidité, nous avons enregistré une teneur de 86% dans l'échantillon d'Oran. Ces résultats sont conformes aux valeurs rapportées par Amiot et *al.*, (2002).

La teneur en eau dans l'échantillon de Sidi-Bel-Abbès est égale à 85,5%, ce d'El Bayadh est de 85,5 %, ces valeurs ont inférieures aux normes. Enfin 83,5% ont été enregistrés pour le lait d'Adrar comme valeur la plus faible.

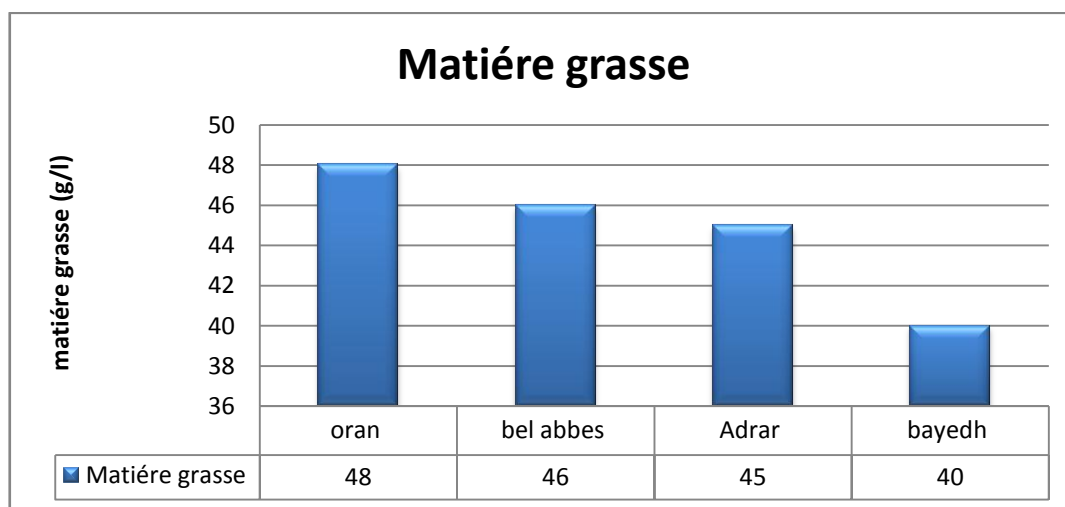


**Figure 4.4** Représentation des résultats d'humidité de lait de chèvre

## 4.5 Matière grasse

L'histogramme 4.5 indique un taux de matière grasse élevé dans l'échantillon d'Oran (48 g/l) par rapport aux échantillons de Sidi-Bel-Abbès (46 g/l), d'Adrar (45 g/l) et d'El Bayadh (40 g/l). Ces valeurs sont supérieures comparativement à celles rapportées par De-Bocquier&Caja (2006) à l'exception de la valeur enregistrée pour l'échantillon d'El Bayadh.

Selon Alais (1984), la variabilité de la teneur en matière grasse dépend de la race, de l'alimentation, des conditions climatiques et du stade de lactation.

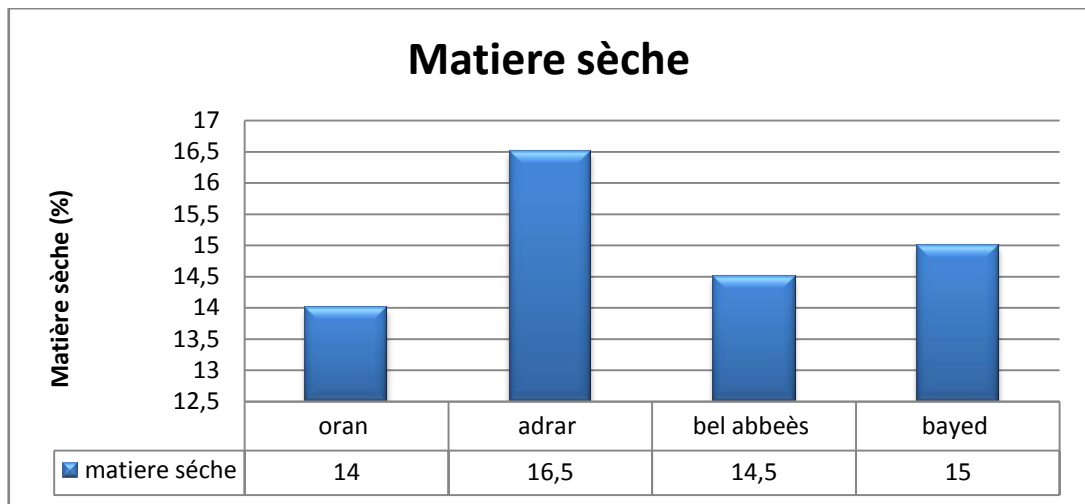


**Figure 4.5** Comparaison de la teneur en matière grasse dans le lait de chèvre entre les différentes régions

## 4.6 La matière sèche totale "l'extrait sec total"

La teneur en matière sèche totale des échantillons de lait de chèvre d'Adrar est égale à 16,5 %. Cette valeur est supérieure à celle notée par Boubezari (2010). Cependant, cette valeur est supérieure à la teneur enregistrée dans les échantillons d'El-Bayadh (15%), de Sidi-Bel-Abbès (14,5%) et d'Oran (14%). Cette dernière est en concordance avec celle rapportée par Boubezari (2010).

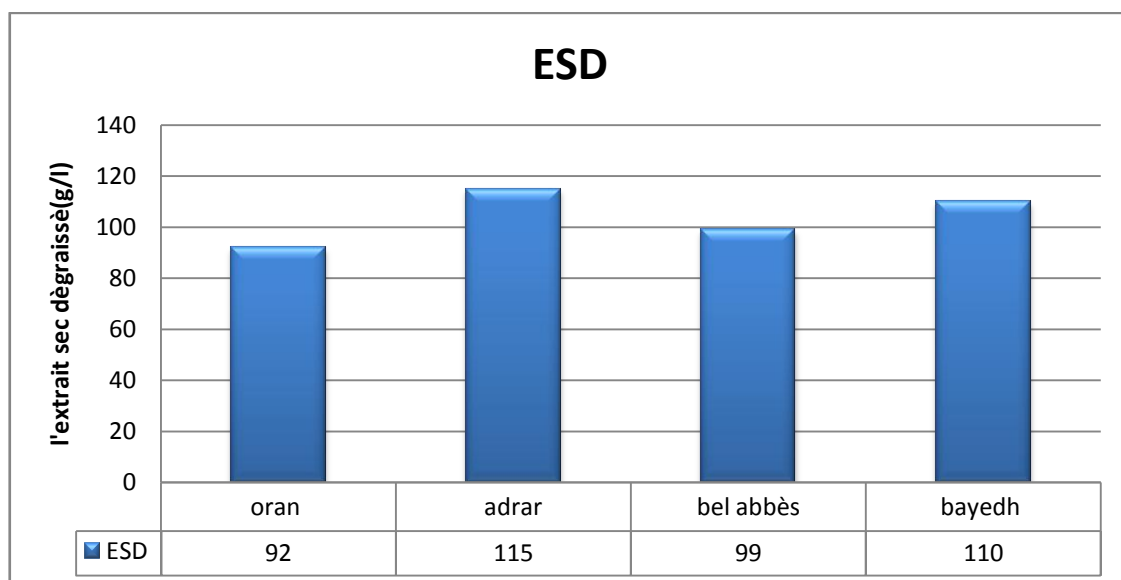
Une enquête algérienne, réalisée en 1995, a révélé que les compositions en extrait sec total sont presque similaires pour le lait de chèvre avec un minimum de 7,44 % et un maximum de 15,30%. Autres études montrent que l'extrait total du lait de chèvre est de 13% (TPPS, 1995).



**Figure 4.6** Représentation de la teneur en matièresèche du lait de chèvre

#### 4.7 Extrait sec dégraissé

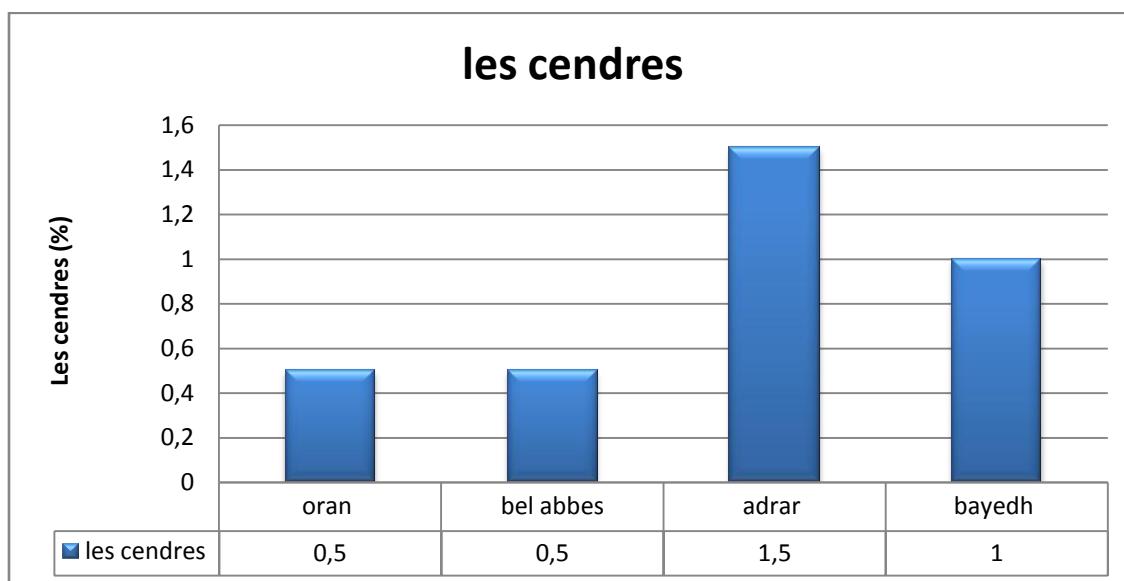
La teneur en extrait sec dégraissé est déterminée par la soustraction de la teneur en matière grasse à l'extrait sec total. Nous avons enregistré une valeur pour l'échantillon d'Adrar de 115g/l. Toutefois, des valeurs de 110g/l pour l'échantillon d'El-Bayadh, 99g/l pour l'échantillon de Sidi-Bel-Abbès et 92g/l pour l'échantillon d'Oran ont été rapportés. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs normales de 90 g/l (Veisseyre, 1975).



**Figure 4.7** Comparaison de la teneur en extrait sec dégraissé entre les échantillons des différentes régions

## 4.8 Les cendres

Les résultats de la proportion en cendre des différents échantillons du lait de chèvre sont démontrés dans la figure ci-après



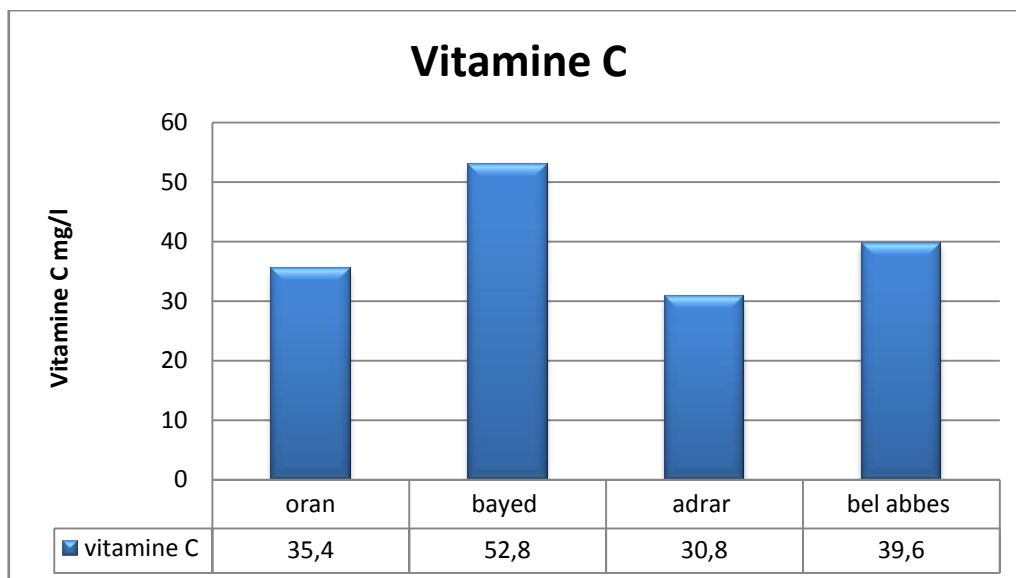
**Figure4.8** Proportion encendres dans les échantillons de lait de chèvre

La proportion en cendres du lait de chèvre pour la région d'Adrar est égale à 1,5%, et pour l'échantillon d'El-Bayadh est de 1%. Nos résultats sont supérieurs à ceux enregistrés par Boubezari (2010). Néanmoins, les échantillons d'Oran et de Sidi-Bel-Abbès ont présenté une valeur égale à 0,5% qui est inférieure à celle enregistrée par Lejaouen (2004) (0,7 à 0,9%).

Le taux de cendres est variable selon l'apport alimentaire, les espèces, les races, le moment de lactation et l'état sanitaire de l'animal (Remeuf, 1994 ; Yagil, 1985).

## 4.9 Vitamine C

Nous avons enregistré, pour ce paramètre, une moyenne de 35,4 mg/l pour l'échantillon d'Oran, 39,6mg/l pour l'échantillon de Sidi-Bel-Abbès, 52,8 mg/l pour l'échantillon d'El Bayadh et 30,08 mg/l pour l'échantillon d'Adrar. Ces valeurs sont supérieures comparativement aux valeurs rapportées par Holmset *al.*(1945), Kon (1959) et Jaubert (1997), qui donnent une moyenne en vitamine C pour le lait de chèvre à 20mg/l. Néanmoins, une étude réalisée par Holmset *al.*(1945), fait état d'une variation moyenne de 2 à 31,5 mg/l et marque ainsi la forte variation des teneurs en vitamine C des laits.



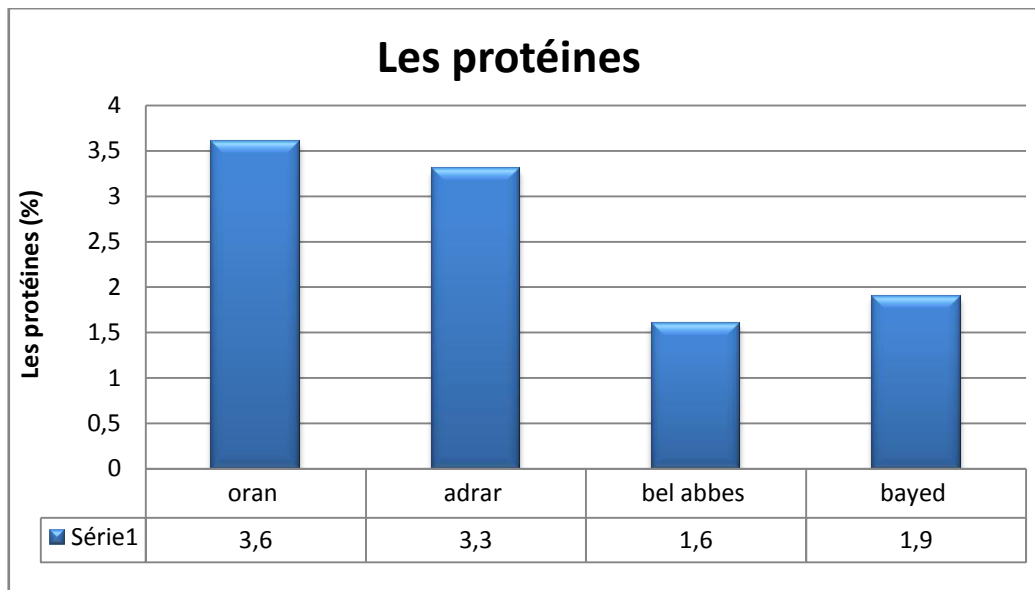
**Figure 4.9** Comparaison de teneur en vitamine C du lait de chèvre selon les régions

#### 4.10 Teneur en protéines

Les échantillons du lait de chèvre d'Oran montrent une teneur moyenne en protéines de 3,6%. De même, pour la région de Sidi-Bel-Abbès ; la teneur moyenne est de 3,3%. Pour ces deux régions, la teneur en protéines est acceptable ; ceci pourrait être dû à un apport de concentré en plus au pâturage ce qui entraîne une augmentation de la proportion protéique (Delabyet *al.*, 2003). Cependant, pour la région d'Adrar et d'El-Bayadh, une teneur plus faible en protéine a été observée (Adrar 1,6 % et El-Bayadh 1,9%)

Ces valeurs sont légèrement en dessous de celles rapportées par d'autres auteurs où la proportion des protéines des laits de chèvres algériennes était de 2,59% (Boubezari, 2010). La diminution de l'apport alimentaire implique une sous-alimentation énergétique qui provoquera une baisse de la quantité protéique produite dans le lait (Debryetal., 2003).

WOLTER (1997), montre que l'élevage par ensilage de maïs, betteraves et concentrés entraîne une augmentation de taux de Protéine, alors que l'élevage par l'herbe ou un ensilage médiocre, entraîne un abaissement de taux de protéines.



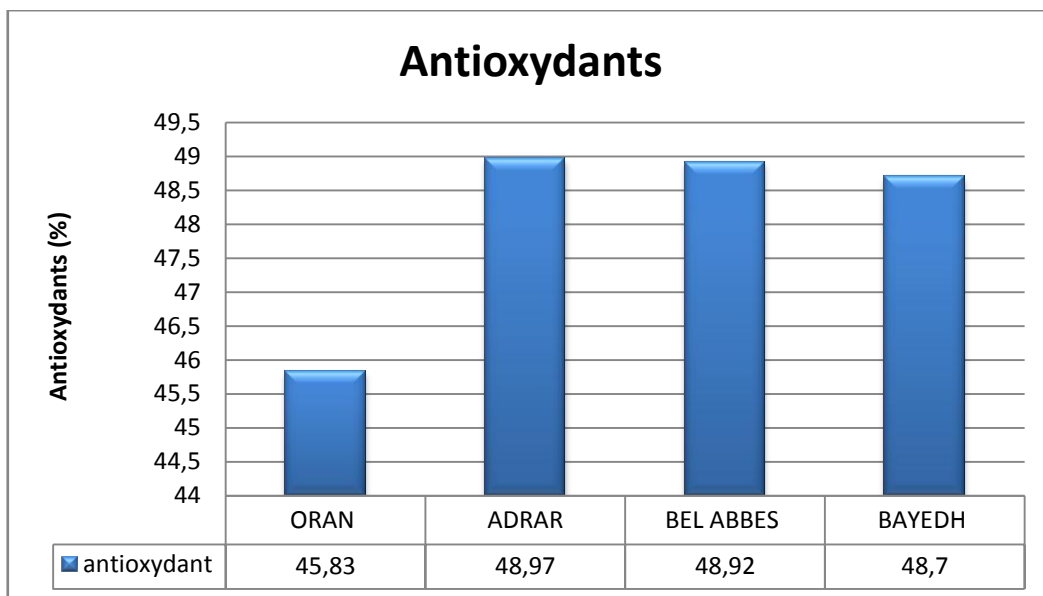
**Figure 4.10** Teneur en protéines des différents échantillons de lait de chèvre

#### 4.11 Activité antioxydant

Les résultats (figure 4.11) montrent que l'échantillon d'Adrar présente la meilleure activité antioxydant (48,97%), suivie par l'échantillon de Sidi-Bel-Abbès qui est égale à 48,92%, puis l'échantillon de Bayadh à 48,70% et l'échantillon d'Oran avec une valeur égale à 45,83%.

Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Assemet *al.*, (2018) qui ont enregistré des activités antioxydants de 28,08 et 27,78 %.

Alyaqoubiet *al.* On rapporté des valeurs plus élevées à l'ordre de 58% à 62%. Selon De-Feoet *al.*, les composés antioxydants du lait de chèvre sont liés à leurs apports en fourrage. La surproduction de lait animal est un autre facteur susceptible de réduire l'activité antioxydant. Castillo *et al.* ont élucidé qu'un animal laitier à forte production laitière provoque un stress oxydatif, la situation peut être augmentée dans certaines conditions environnementales, physiologiques et alimentaires.



**Figure 4.11** Comparaison de teneur en antioxydant dans le lait de chèvre issu de différentes régions

---

## *Conclusion*

---

Le lait de chèvre, comme celui des autres mammifères, est un liquide de composition chimique et physique complexe. Cette composition varie considérablement d'une espèce à une autre et aussi d'une région géographique à une autre. Cette étude a été réalisée dans le but de comparer les paramètres physico-chimiques du lait de chèvre entre quatre régions de l'ouest algérien (Oran, Sidi-Bel-Abbès, El Bayadh et Adrar).

La densité des laits originaires des quatre régions est équivalente aux normes. De même, les valeurs d'acidité sont acceptables pour le lait des régions d'Oran et d'Adrar. Cependant, le lait de la région d'El Bayadh est caractérisé par une acidité plus basse et de Sidi-Bel-Abbès est caractérisé par une acidité plus élevée.

En termes de matière grasse et protéine, les laits des régions Sidi-Bel-Abbès, Oran et Adrar sont plus riches par rapport au lait de El Bayadh. Toutefois, les teneurs en matière sèche et matière sèche dégraissée dans le lait de chèvre d'Adrar et El Bayadh étaient élevées par rapport aux laits de Sidi-Bel-Abbès et d'Oran.

Sur le plan physico-chimique, les résultats d'analyses obtenues sur la composition du lait de chèvre pour ces quatre régions indiquent l'existence d'une variation dans la teneur des différents constituants. Ces différences peuvent être attribuables à plusieurs facteurs, notamment, l'apport alimentaire, les différences entre les races, la période de lactation, l'état sanitaire de l'animal, et cela au sein des troupeaux ou entre les différentes régions.

Enfin, ce type de recherche est nécessaire pour la mise en place d'une stratégie visant à long terme l'amélioration de la production laitière caprine, en combinant la rusticité des races locales avec le niveau de production laitière de races améliorées dans les différentes régions du pays.

---

## References bibliographiques

---

### A

**Abbas ZH, Doosh KS, Yaseen NY** , 2015 .Study the effect of purified goat milk lactoferrin on HeLa cancer cell line growth in vitro. Iraqi Journal of Cancer and Medical Genetics. 2015; 8(2):170-175 **57(2-3):173-188**

**ABOUTAYEB R.**, (2009) Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>

**Acharya KR, Sturrock ED, Riordan JF, Ehlers MRW**2003. Ace revisited: A new target for structure-based drug design. Nature Reviews Drug Discovery. 2003;2(11):891-902

**Ahmed AS, El-Bassiony T, Elmalt LM, Ibrahim HR.** Identification of potent antioxidant bioactive peptides from goat milk proteins. Food Research International. 2015; 74:80-88

**Ait Amer Meziane L. 2008.** Aptitude des laits de chèvre et de brebis à la coagulation par des protéases d'origine avicole : poulet (*Gallus gallus*) et aquatique : limon (*Seriolasp*). Thèse de Magister, Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger.

**Alais, C. (1984).** Sciences du lait : principes et techniques laitiers. 4ème édition.- Paris:

**ALAIS, C., LINDEN, G., et MICLO, L. (2008).**Biochimie alimentaire. Dunod 6ème

**Alawa JP, Oji UI (2008)** Effect of pendulous udder enlargement on yield and proximate composition of milk from red Sokoto goats. J Anim Vet Adv 7: 870-2.

**Alferez, M.J.M., LopezAliaga, I., Barrionuevo, M. and Campos, M.S. (2003).** Effect of dietary inclusion of goat milk on the bioavailability of zinc and selenium in rats. *Journal of Dairy Research*, **70**: 181-187 and antimicrobial bioactive peptides. International Journal of Dairy Technology. 2004;

**Alférez, M.J.M., M. Barrionuevo, I. López-Aliaga, M.R. Sanz-Sampelayo and F. Lisbona, 2001** Digestive utilization of goat and cow mil fat in malabsorption syndrome. J. Dairy Res., 68: 451-461

**AlokKumar ;Yadav, Jitendra Singh and Shiv Kumar Yadav** Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk .

**Amilis, M., Jordane, J., Zidi, A., Serradilla, J. M. (2012).** Genetic Factors that regulate Milk Protein and Lipid Composition in Goats Milk, Production Advanced Genetic Traits, Cellular Mechanism, Animal Management and Health. INTECH, 30p

Amiot J., Fournier S., Lebouf Y. et al. 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In : Sciences et technologie du lait, transformation du lait. Ed. Presses internationales Polytechnique. Canada. 600p.,

**AMIOT, J., LAPOINTE-VIGNOLA, C. (2002).** Science et technologie du lait : Edition SEPAIC.-814 p. Édition. Paris. pp : 86-88. Fermière, 2ème édition. Transformation du lait. Presses intl polytechnique, quebec. 600.

ANICAP – Association Nationale Interprofessionnelle caprine – anicap@anicap.org – www.fromagesdechevre.com

**Anonyme D. (2003).** Institut de l'élevage, Résultats de contrôles laitiers – Espèce caprine.

**Anonyme, C . (1998).** Guide National des Bonnes Pratiques en Production Fromagère

**Atanasova J, Ivanova I** 2010. Antibacterial peptides from goat and sheep milk proteins.

Chèvres, la Fédération Nationale des Producteurs de Lait et la Fédération Nationale Ovine.

## **B**

**Babayan, V.,** 2009. Medium chain length fatty acid esters and their medical and nutritional applications. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58: 49-51.

**Barrionuevo, M. Alferez, M. J. M. Lopez-Aliaga, I. Sanz-Sampelayo, M. R. and Campos, M. S. (2002).** Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science*, **85**: 657-664

**BENDEROUICH B ,** 2009.- La kéméria: un produit du terroir à valoriser, mémoire d'ingénieure, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, p17 *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2010;**24**(2):1799-1803

**BOCQUIER F., CAJA G. (2001).** Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA prod. Anim*, 14, (2), 129-140

**Bony J., Contamin V., Goussef M., Metais J., Tillard E., Juanes X., Decruyenaere V., Coulon J.-B.,** 2005. Facteurs de la variation de la composition du lait à la Réunion. *INRA Prod. Anim.*,

**Bosset, J. O, Albrecht, B., Badertscher, R. (2000).** Caractéristiques microbiologiques, bovine milks. *Journal Dairy Res.*, 67 (2): 199-207

Boubezari MT, (2010). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel

---

**Bouhallab, S., et Bouglé, D.** (2004). Biopeptides of milk: caseinophosphopeptides and mineral bioavailability .

**Boulanger A., Grosclaude F., Mahe M-F., 1984.** Polymorphisme des caséines  $\alpha$ S1 et  $\alpha$ S2 de la chèvre (*Capra hircus*). *Génétique Sélection et Evolution*, 16 (2), 157-176

**BRAGERE, H.** Contribution a l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel 2010 Constantine page 06

**BRAGERE, H.** (1996). Le lait, cours d'HIDAOA. Ecole nationale vétérinaire de

**Butswat ISR, Mbap ST, Ayibatonye GA** (2000) Heat tolerance of sheep in Bauchi, Nigeria. *Tropi Agri (Trinidad)* 77: 265-8.

**BYLUND G.** (1995). Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB", pp. 442

**Bylund G.** (1995). Dairy processing handbook-Tetrapak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : 18-23-381(436 pages)

## C

**CERBULIS J., PARKS O. W. and FARRELL, JR. H. M. (1982).** Composition and distribution of lipids of goat's milk. *Journal of Dairy Science*,

**Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G** (2003) A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J Dairy Sci* 86: 1751-70.

**Chilliard. Y,** (1997). Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêt nutritionnel du lait de chèvre. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 59, 1, 51

**CHILLIARD. Y. (1997).** Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre comparaison avec les lait de vache et humain. Intérêt nutritionnel du lait chèvre *Annales. Pharmaceutiques Françaises*, 59, 1, 51.

**CHRISTIAN (2006).** In Contribution à l'étude la caractérisation de lactocoques indigènes isolés du lait cru de la chèvre et les produits laitier algérien. Thèse de doctorat : Option Microbiologie Fondamentale et Appliquée. Université d'Oran

**CHRISTIAN (2006).** In Contribution à l'étude la caractérisation de lactocoques indigènes isolés du lait cru de la chèvre et les produits laitier algérien. Thèse de doctorat : Option Microbiologie Fondamentale et Appliquée. Université d'Oran.

**CODOU L.M., (1997).**- Etude des fraudes du lait cru : mouillage et écrémage ; mémoire de doctorat, université Cheikh Anta Diop –Dakar, Sénégal, p 5,18.

**Coulon J-B. et Hoden A. (1991).** Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim., 4 (5).pp: 361-367

## *D*

**Daddaoua, A., V. Puerta, P. Requena, A. MartinezR Ferez . Zarzuelo, MD Suarez, J. Boza et O. MartinezAugustin, 2006.** Les oligosaccharides de lait de chèvre sont anti-inflammatoires chez rats atteints de colite induite par l'haptène. Journal de la nutrition.136 : 672-67

**Daoudi Ahlem , (2006).** Qualité d'un fromage local à base de lait de chèvre. 01 Novembre. 1-2.

**De Gobba C, Espejo-Carpio FJ, Skibsted LH, Otte J( 2014) .** Antioxidant peptides from goat milk protein fractions hydrolysed by two commercial proteases. International Dairy Journal. 2014;**39**(1):28-40

**Des jeux JF. 1993.** Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. *Lait*, 73, 573-580.

**DOSOGNE, H., ARENDT, J., GABRIEL, A., et BURVENICH, C. (2000).** Aspect physiologiques de la sécrétion lactière par la mamelle bovine, Ann. Med. Vet., 144 ,(6), 357-382.

## *E*

**Engberink MF, Hendriksen MA, Schouten EG, van Rooij FJ, Hofman A, Witteman JC, et al.** Inverse association between dairy intake and hypertension: The Rotterdam Study. The American Journal of Clinical Nutrition. 2009;**89**(6):1877-1883

**Eriksen EK, Vegarud GE, Langsrud T, Almaas H, Lea T**(2008). Effect of milk proteins and their hydrolysates on in vitro immune responses. *Small Ruminant Research*. 2008;**79**(1):29-37

**Espejo-Carpio FJ, De Gobba C, Guadix A, Guadix EM, Otte J.** Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates of goat milk protein fractions. *International Dairy Journal*. 2013;**32**(2):175-183

## *F*

**FAO. (2006).** FAO stat. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

**Fatchiyah F, Setiawan B, Suharjono S, Noor Z.** The anti-osteoporosis effects of CSN1S2

**Fguiri, I., Ziadi, M., Abassi, M., Arroum, S., and Khorchani T.** (2012). Suitability of camel milk to transformation in Leben by lactic starter. *African Journal of Microbiology Research*, vol. 6 (44), p. 7185-7192.

**FREDOT E.,** (2005) *Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique*, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).

## *G*

**Galkina E, Ley K (2009)** . Immune and inflammatory mechanisms of atherosclerosis. *Annual*

**Garcia-Montoya, I.A., T.S. Cendon, S. Gallegos and Q. Rascon-Cruz,** 2011. Lactoferrin a multiple bioactive protein: an overview.

**Gaucheron F. 2005.** The minerals of milk. *Reproduction Nutrition and Development*, 45, 473-483

Gobbetti M, Minervini F, Rizzello CG (2004). Angiotensin I-converting-enzyme-inhibitory and antimicrobial bioactive peptides

**Goursaud J. 1985.** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre*. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière.

**GOURSAUD, J. (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans *Laits et*

**Grappin. (1981).** Etude des laits de chèvre : teneur du lait de chèvre en matière grasse,

## H

**Haenlein GFW**, (1995) Topics of profitable feeding and milking of dairy goats. 4<sup>th</sup> edn. Dept Animal Sci Agr Biochem Univ Delaware, Bulletin, 110-7.

**Haenlein, G FW**. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, **51**: 155-163.

**Hartwig, A.**, 2001. Rôle du magnésium dans la génomique stabilité. *Mutat Res.*, 465: 113-121

**Hiss S, Meyer T, Sauerwein H**, 2008;. Lactoferrin concentrations in goat milk throughout lactation.

**Horackoval, S., P. Sedlackova1, M. Slukova and P. Milada**, 2014. Influence of Whey Component and Malt on the Growth and Acids Production of Lactobacilli in Milk. *Czech J. Food Sci.*, 32: 526-531.

**Hsieh C-C, Hernández-Ledesma B, Fernández-Tomé S, Weiborn V, Barile D, Bell JMLNM (2015)** . Milk proteins, peptides, and oligosaccharides: Effects against the 21st century disorders. *BioMed Research International*. 2015;**2015**:e146840  
*Small Ruminant Research*. **80**(1-3):87-90

## I

ITPLC – Institut Technique des Produits Laitiers Caprins – [ketsia.raynal@itplc.asso.fr](mailto:ketsia.raynal@itplc.asso.fr) – [www.itplc.asso.fr](http://www.itplc.asso.fr)

**Lorient, D., Caryot, P.** (2000).Les propriétés techno fonctionnelles des protéines de lait. Les protéines laitières : intérêts technologiques et nutritionnelles, 4<sup>eme</sup> conférence européenne d'ARILAIT, 7 novembre. Paris, France.

## J

**JAKOB, E., et HÄNNI, J-P.** (2004). Fromageabilité du lait. Edition, Agroscope Liebefeld Posieux. Groupe de discussions N° 17F

**Janovi, S., Bara, M., Maej, O., Djurevi, J.D.** (2005).SDS- page analysis of milk proteins altered by high thermal treatment.*Acta Alimentaria*, 34, p.p. 105-112.

**Jean Amiot et coll.**, 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, science et technologie du lait –transformation du lait, école polytechnique de Montréal,

**JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G.**, (2008) Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages)

**Jirillo, F., Martemucci, G., D'Alessandro, A.G., Panaro, M.A., Cianciulli, A., Superbo, M., Jirillo, E. and Magrone, T.** (2010). Ability of goat milk to modulate healthy human peripheral blood lymphomonocyte and polymorphonuclear cell function: In-vitro effects and clinical implications. *Current Pharmaceutical Design*, **16**: 870-876.

**JOOYANDEH H. et ABROUMAND A.** (2010). Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and dairy product aspects of goat and sheep milks. *World Applied Science Journal*. 11 (11), 1316-1322.

### *k*

**Kanwar J, Roy K, Patel Y, Zhou S-F, Singh M, Singh D, et al**,2015. Multifunctional ironbound lactoferrin and nanomedicinal approaches to enhance its bioactive functions. *Molecules.*;20(6):9703-9731

### *L*

**Le Jaouen J.C.**(2004).La fabrication du fromage fermier. 7éd. Institute d'élevage.

**Le Parc A, Dallas DC, Duaut S, Leonil J, Martin P, Barile D**2014. Characterization of goat milk lactoferrin N-glycans and comparison with the N-glycomes of human and bovine milk. *Electrophoresis.*;35(11):1560-1570

**Li Z, Jiang A, Yue T, Wang J, Wang Y, Su J.**( 2013) Purification and identification of five novel antioxidant peptides from goat milk casein hydrolysates. *Journal of Dairy Science*. 2013;**96**(7):4242-4251

**Lindqvist, H.** (2008). Influence of herring (*Clupea harengus*) intake on risk factors for cardiovascular disease Food Science, Department of chemical and biological engineering. Goteborg: Chalmers University of Technology.

**Liyuan Hao, Qiang Shan, Jingya Wei, Fengtao Ma and Peng Sun** (2019). Lactoferrin: Major Physiological Functions and Applications. Volume 20, Issue 2 , 2019

**Lopez-Aliaga, I., Diaz-Castro, J., Alferez, M.J.M., Barrionuevo, M., and Campos, M.S.** (2010). A review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. *Dairy Science and Technology*, **90**: 611-622

**Luquet, F. M. (1985)** . Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris

## **M**

**Mahe MF., Manfredi E., Ricordeau G., Piacere A., Grosclaude F., 1993.** Effets du polymorphisme de la caséine  $\alpha$ S1 caprine sur les performances laitières : Analyse intradescendance de boucs de race Alpine. *Genetic Science and Evolution*, 26, 151-157.69.

**MAHIEU H., LE JAOUEN JC., LUQUET M F. et MOUILLET L. (1977).** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Lait*, 568, 561-571

**Malau-Aduli BS, Eduvie IO, Lakpini CAM, Malau-Aduli, AEO (2001)** Effects of supplementation on the milk yield of Red Sokoto does. Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production, March 2001, ABU, Zaria, Nigeria, 353-6

**Martinet, J., et Houdebine , L.M. (1993).** Biologie de la lactation. INSERM/INRA. Paris, 587p.

**Masle I., Morgan F., 2001.** Aptitude du lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactiques - Facteurs de variation liés à la composition du lait. *Lait*, 81, 561-

**Mathieu J.1998.** Initiation à la physicochimie du lait. In : Introduction à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 220 p ISBN : 2-7430-0233-6.

**MATHIEU, H. (1985).** Modification du lait après récolte. Dans : Lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Luquet F.M tome 1. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris

**MAYOUF LAMIA** Effet du stade de lactation sur la composition physico-chimique du lait de vache holstein dans la région de M'Sila MÉMOIRE DE MASTER 26.06.2019

**Med Sci (2009)** La lactoferrine : une protéine multifonctionnelle (Paris) Avril 2009

**MEYER, C., et DENIS, J.P.** (1999). Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux composition and polymorphism in the milk of skopelos goats. Lait, 86, p.p. 345-357

**Milerski M, Mareš V** (2001) Analysis of systematic factors affecting milk production in dairy goat. Acta Univ Agric E.T. Silvic Mendel Brun (Brno) 1: 43-50.

**Moastou, G., Vamvakaki, A., Molle, D., Anifantakis, E., et Leonil, J. (2006).** Protein  
**Moulek I** 2011 Caractérisation du lait de chèvre collecté localement : Séparation chromatographique et contrôle électrophorétiques des protéines. Thèse de magistère en biologie. Université moulour Mammeri Tizi Ouzou, Algérie

## *N*

**Nandhini B, Angayararkanni J, Palaniswamy M** (2012) . Angiotensin converting enzyme Inhibitory activity and antioxidant properties of goat milk hydrolysates. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2012;4(4):367-370

**Nosalski R, McGinnigle E, Siedlinski M, Guzik TJ , (2017).** Novel immune mechanisms in hypertension and cardiovascular risk. Current Cardiovascular Risk Reports. 2017;11(4):12

## *O*

**O'Connor DL** (1994) Folate in goat milk products with reference to other vitamins and minerals: A review. Small Rumi. Res 14: 143-9.

## *P*

**Paradal, M. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière : Bien fabriquer pour

**Park WY and Haenlein GFW** (2006) . (eds): Handbook of Milk of Non bovine Mammals. Blackwell Publishing Professional, Oxford, England and Ames Iowa 121-36.

**Park YW** (1994) Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. Small Rumi Res 14: 151-9.

**Park YW, Haenlein GFW** (2006) Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy.

**Park YW, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW(2007).** Caractéristiques physico-chimiques de la chèvre et le lait de brebis. Recherche sur les petits ruminants. 2007 ; **68** (1-2):88-113

**Park, Y.,** 2009. Bioactive components in goat milk In Bioactive Components in Milk and Dairy Products, pp: 4381.

**Park, Y.W., M. Juarez, M. Ramos and G.F.W. Haenlein,** 2011. Physicochemical characteristics of goat and sheep milk, 15: 223-250.

**PARK, Y.W., ZHANG, H., ZHANG, B., et ZHANG, L. (2006).** Mare milk, in Park et Haenlein (eds), Handbook of milk of non-bovine mammals, pp. 275-296. Blackwell Publishing Professional, USA

**Peacock CP** (1996) Improving goat production in the tropics. A Manual for Development Workers Practical Handbooks, 2<sup>nd</sup> edn, Oxfam, FARM Africa, 308-12.

**Peeters R, Buys N, Robijns L, Vanmontfort D, Van Isterdael J** (1992) Milk yield and milk composition of Flemish milk sheep, Suffolk and Texel ewes and their crossbreds. Small Rumi Res 7: 279-88.

**Pessler F, Nejat M.** Réaction anaphylactique au lait de chèvre chez un nourrisson allergique au lait de vache .Allergie et immunologie pédiatriques. 2004 ; **15** (2) : 183-185

**POINTURIER, H., et ADDA, J. (1969).** Beurrerie industrielle. La maison rustique, paris. mieux valoriser ses fromages de chèvre. Paris, lavoisier, 295p. (Tech et Doc).

## **R**

**Raynal K. et Remeuf F.,** (2000).of storage at 4 degrees C on the physicochemical and renneting properties of milk: a comparison of caprine, ovine and bovine milks

**Remeuf F., Lenoir J., Duby C.,** 1989. Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. Lait, 69,499, 518.

**Rohmah R, Hardiyanti F, Fatchiyah F** 2015. Inhibition on JAK-STAT3 signaling transduction cascade is taken by bioactive peptide alpha-S2 casein protein from goat ethawah breed milk. Acta Informatica Medica.; **23**(4):233

**ROUDJ S., BESSADAT A. et KARAM N-E. (2005).** Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 400.

**RUIZ-SALA P., HIERRO M. T. G., MARTINEZ-CASTRO I. and SANTA-MARIA G. (1996).** Triglyceride composition of ewe, cow, and goatmilk fat. *Journal of the American OilChemists' Society*, (3), 283-293.

## S

**SBOUI, A., KHORCHANI, T., DJEGHAM, M., et BELHADJ, O. (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. In *Afrique Science* 05 (2). P. 293-304.

**Schiffrin EL (2014).** Immune mechanisms in hypertension and vascular injury. *Clinical Science*. 2014;126(4):267-274

**SIBOUKEUR O., (2007) .-**Etude du lait camelin collecte localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes a la coagulation, thèse de doctorat, institut national agronomique El-Harrach-Algérie, p 22

**Silva SV, Pihlanto A, Malcata FX (2006).** Bioactive peptides in ovine and caprine cheeselike systems prepared with proteases from *Cynara cardunculus*. *Journal of Dairy Science*. 2006;89(9):3336-3344

**Simone Kuzdzal-Savoie, W. Kuzdzal** CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES ACIDES GRAS DU LAIT DE DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES *Le Lait*, INRA Editions, 1963, 43 (427), pp.369-384.

**Simos E, Voutsinas LP, Pappas CP (1991)** Composition of milk of native Greek goats in the region of Metsovo. *Small Rumi Res* 4: 47-60.

**Slacanac, V., R. Bozanic, J. Hardi, J. Rezessyne M. Lucan and V. Krstanovic, 2010.** Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk *International J th urnal of Dairy Technology*, 63: 171-189.

**St – Gelais D., Tirard – Collet p, 2002.** Fromage, in : Vignola C.L, 2002. *Science et technologie du lait : transformation du lait*. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada).

**ST-Gelais D.D., Ould-Baba A.M. et Turcot S.M.**, (1999). Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. *Agriculture et Agro-alimentaire*, Canada, 1-33.

**Stoll W.**, 2003. Vaches laitières: l'alimentation influence la composition du lait. *RAP Agri*. N° 15/2003, vol. 9, Suisse

**Su X, Dong C, Zhang J, Su L, Wang X, Cui H, et al** (2014). Combination therapy of anticancer bioactive peptide with Cisplatin decreases chemotherapy dosing and toxicity to improve the quality of life in *xenograft* nude mice bearing human gastric cancer. *Cell & Bioscience*. 2014;**4**:7

## T

**Tagliazucchi D, Helal A, Verzelloni E, Bellesia A** (2016), Conte A. Composition and properties of peptides that survive standardized in vitro gastro-pancreatic digestion of bovine Milk. *International Dairy Journal* 2016;**61**:196-204

**Tomotake H, Okuyama R, Katagiri M, Fuzita M, Yamato M, Ota F** (2006) . Comparison between Holstein Cow's milk and Japanese-saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*. 2006;**70**(11):2771-2774

**TOUREAU, V., BAGIEU, V., et LE BASTARD, A.M.** (2004). Une priorité pour la recherche: la qualité de nos aliments. Les recherches sur la qualité du fromage. INRA mission communication.

**Trujillo A. J., Casals I., Guamis B., 2000.** Analysis of major caprine milkproteins by reverse-phase high-performance liquidchromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 83, 11-19.

## V

**van Mierlo LAJ, Arends LR, Streppel MT, Zeegers MPA, Kok FJ, Grobbee DE, et al.** Blood pressure response to calcium supplementation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Human Hypertension*. 2006;**20**(8):571-580

**VEINOGLOU B., BALTADJIEVA M., KALATZOPOULOS G., STAMENOVA V. et PAPADOPOULOU E.** (1982).La composition du lait de chèvre de la région de Plovidiven Bulgarie et de Ionnina en Grèce. *Lait*, 62, 155-165.

**Veisseyre R.** (1979). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition. Edition la maison rustique, Paris.

**VIGNOLA C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Editi Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75

**Vita D, Passalacqua G, Di Pasquale G, Caminiti L, Crisafulli G, Rulli I, et al.(2007)** Ass's milk in children with atopic dermatitis and cow's milk allergy: Crossover comparison with goat's milk. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2007;**18**(7):594-598

**Yu L, Yang L, An W, Su X (2014).** Anticancer bioactive peptide-3 inhibits human gastric cancer growth by suppressing gastric cancer stem cells. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2014;**115**(4):697-711

## W

**Wolter R. (1988).** Alimentation de la vache laitière. 3ème édition. Editions France Agricole. Paris.

**Wolter R.(1997)** alimentation de la vache 3eme édition . Editions France agricole ,1997,263P

## Y

**Yu L, Yang L, An W, Su X (2014).** Le peptide bioactif 3 anticancéreux inhibe le cancer gastrique humain.cer croissance en supprimant les cellules souches du cancer gastrique. *Journal de biochimie cellulaire*.2014 ; 115 (4) : 697-711

## Z

**Zeller B.2005.** Le fromage de la chèvre : Spécificités technologiques et économiques Thèse de Doctorat de l'Université Paul-Sabatier, Toulouse, France.

**Zeng SS, Escobar EN, Popham T (1997)** Daily variation in somatic cell count, composition and production of Alpine goat milk. *Small Rumi Res* 26: 253-60.

**Zumbo A, Di Rosa R (2007)** Effects of parity and type of kidding on the quantitative and qualitative milk characteristics of the Rossa Mediterranea goats, Italy. *J Anim Sci* 6: 636.

