



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم الفلاحية و البيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité (ACQ)

Thème

**Lait des espèces bovines, ovines et caprines :
Étude comparative**

Présenté par : M^{elle} BOUZIDI DJIHAN

M^{elle} BOUKHOUKHA Ouadjedane

Examiné le :

Par le jury composé de :

Président	: Pr. HAMIDI M	Université Ziane Achour Djelfa
Promoteur	: Pr. YABRIR B	Professeur Université Ziane Achour Djelfa
Examineur	: Mme CHENOUF A	Université Ziane Achour Djelfa
Examineur	: Mme KHREISAT N	Université Ziane Achour Djelfa

Année universitaire : 2020/2021

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes chères sœurs, mes chers frères et leurs enfants pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A tous mes amis tout particulièrement mes amis de «Discord» et surtout Loubna, Nahla Roumaïssa et Sara .

A Ouadjedane chère amie avant d'être binôme

A vous chers lecteurs.

BOUZIDI DJIHAN.

Dédicace

Je dédie ce travail à Ma famille. Et en particulier mes parents, qui ont su nous comprendre, ont pu nous aider et qui n'ont épargné aucun effort pour nous satisfaire.

A mon frère et mes chères sœurs.

A mon cher binôme DJIHAN ainsi qu'à toute sa famille.

A mes amis et tous les étudiants de ma promotion ACQ

Master 2 (2021/2022).

BOUKHOUKHA Ouadjedane.

Remerciement

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de ce mémoire, sa réalisation a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.

Nous voudrions dans un premier temps remercier, notre directeur de mémoire Pr. B.

YABRIR, professeur à l'université de ZIANE ACHOUR de Djelfa, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Aux membres de jury, vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail.

Je dois un remerciement à tous nos enseignants qui nous ont enseigné du primaire à l'université.

Nous tenons à remercier chaleureusement, tous nos proches.

BOUZIDI Djihan

BOUKHOUKHA Ouadjedane

Abstract

The milks secreted by the different mammalian species have common characteristics and contain the same categories of components; However, the respective proportions of these components vary widely from species to species. The objective of our work is to emphasize these variations based on a bibliographic research on the milk of the three dairy species: bovine, caprine and sheep. From this study, it appears that sheep's milk is by far the richest and the most concentrated in all the constituent elements with a few exceptions. Lactose seems to be the most constant element. Fat and proteins the most variable components. Generally, the order of importance of the constituent elements of milk is as follows: sheep's milk > goat's milk > cow's milk; although the quantities of milk produced follow the completely reverse order.

Key words: milk, cow, sheep, goat, chemical composition, comparison.

الملخص

الحليب غذاء ذو أهمية كبيرة ، وهذه الأهمية مثبتة ومعروفة بالفعل. تتميز الألبان التي تفرزها أنواع الثدييات المختلفة بخصائص مشتركة وتحتوي على نفس فئات المكونات ؛ ومع ذلك ، فإن النسب الخاصة بهذه المكونات تختلف اختلافاً كبيراً من نوع لآخر. الهدف من عملنا هو التأكيد على هذه الاختلافات بناءً على بحث ببيوغرافي حول لبن أنواع الألبان الثلاثة: الأبقار والماعز والأغنام. من هذه الدراسة ، يبدو أن حليب الأغنام هو الأغنى والأكثر تركيزاً في جميع العناصر المكونة مع استثناءات قليلة. يبدو أن اللاكتوز هو العنصر الأكثر ثباتاً. الدهون والبروتينات هي أكثر المكونات تنوعاً. بشكل عام ، يكون ترتيب أهمية العناصر المكونة للحليب على النحو التالي: حليب الضأن < حليب الماعز < حليب البقر ؛ على الرغم من أن كميات الحليب المنتجة تتبع الترتيب العكسي الكامل

الكلمات الدالة: الحليب، البقر، الغنم، الماعز، التركيبة الكيميائية، مقارنة

Résumé

Les laits sécrétés par les différentes espèces mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants ; Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre. L'objectif de notre travail est de mettre l'accent sur ces variations en se basant sur une recherche bibliographique sur le lait des trois espèces laitières : bovine, caprine et ovine. A l'issue de cette étude, il apparaît que le lait de brebis est de loin le plus riche et le plus concentré en tous les éléments constitutifs à quelques exceptions. Le lactose semble être l'élément le plus constant. La matière grasse et les protides les composants les plus variables. Généralement, l'ordre d'importance des éléments constitutifs du lait est le suivant : lait de brebis > lait de chèvre > lait de vache ; bien que les quantités de lait produit suit l'ordre complètement inverse.

Mots clés : lait, bovin, ovin, caprin, composition chimique, comparaison.

Table des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Table des matières	I
Liste des abréviations	II
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Introduction	01
Chapitre I : Les systèmes de productions animales	
1. Présentation de l'Algérie.....	03
2. Système d'élevage	04
2.1. Les éléments d'un système d'élevage.....	04
2.2. Systèmes d'élevage en Algérie	06
2.2.1. Système d'élevage extensif.....	06
2.2.2. Système d'élevage semi-intensif.....	06
2.2.3. Système d'élevage intensif.....	07
3. L'élevage bovin en Algérie	07
3.1. Système d'élevage bovin.....	07
3.2. Cheptel bovin et production laitière.....	08
3.3. Races bovines.....	09
3.3.1. Individus de races locales.....	10
3.3.1.1 La race Brune de l'Atlas.....	10
3.3.2. Les races spécialisées ou introduites ou BLM.....	13
3.3.3. Populations issues des différents croisements ou BLA.....	14
4. L'élevage ovin en Algérie.....	14
4.1. Système d'élevage ovin.....	14
4.2. Cheptel ovin et production laitière.....	15
4.3. Races ovines.....	15
4.3.1. Les races principales	16
4.3.2. Les races secondaires.....	19
5. L'élevage caprin en Algérie.....	22
5.1. Système d'élevage caprin.....	22

5.2. Cheptel caprin et production laitière.....	22
5.3. Races caprines.....	23
5.3.1. La chèvre Arbia.....	24
5.3.2. La race Kabyle	24
5.3.3. La race Makatia	25
5.3.4. La chèvre du M'Zab	26
Chapitre II : Le lait : produit d'origine animale	
1. Définition du lait	27
2. Lait bovin (de vache).....	27
2.1. Composition chimique du lait de vache	27
2.1.1. Glucides.....	28
2.1.2. Protéines.....	28
2.1.3. Matière grasse.....	29
2.1.4. Matières minérales.....	29
2.1.5. Vitamines.....	29
2.1.6. Enzymes, hormones et les acides organiques.....	30
2.2. Caractéristique physico-chimique du lait de vache.....	31
2.2.1. pH et acidité.....	31
2.2.2. Point de congélation.....	31
2.2.3. Densité.....	31
2.2.4. Viscosité.....	32
2.2.5. Point d'ébullition.....	32
2.3. Propriétés organoleptique du lait de vache.....	32
2.3.1. Aspect.....	32
2.3.2. Saveur.....	32
2.3.3. Odeur.....	32
2.4. Qualité nutritionnelle du lait de vache.....	33
3. Lait caprin (de chèvre).....	33
3.1. Composition chimique du lait de chèvre.....	33
3.1.1. Lactose.....	34
3.1.2. Protéines.....	34
3.1.3. Matière grasse.....	35
3.1.4. Minéraux.....	36

3.1.5. Vitamines.....	36
3.1.6. Les enzymes.....	38
3.2. Caractéristiques du lait de chèvre.....	38
3.2.1. pH et acidité.....	38
3.2.2. Point de congélation.....	38
3.2.3. Densité.....	38
3.2.4. Point d'ébullition.....	39
3.3. Propriétés organoleptiques du lait chèvre.....	39
3.3.1. Couleur.....	39
3.3.2. Odeur.....	39
3.3.3. Saveur.....	39
3.4. Qualité nutritionnelle du lait de chèvre.....	39
4. Lait de brebis (ovin).....	40
4.1. Composition du lait de brebis.....	40
4.1.1. Lactose.....	41
4.1.2. Protéines.....	41
4.1.3. Matière grasse.....	42
4.1.4. Minéraux.....	42
4.1.5. Vitamines.....	43
4.1.6. Les enzymes.....	43
4.2. Caractéristique physico-chimique du lait de brebis.....	43
4.2.1. pH et acidité.....	43
4.2.2. Point de congélation.....	44
4.2.3. Densité.....	44
4.2.4. Viscosité.....	44
4.3. Propriétés organoleptiques du lait de brebis.....	44
4.3.1. Saveur.....	44
4.3.2. Odeur.....	45
4.3.3. Couleur.....	45
5. Facteurs de variation de la composition du lait animal.....	45
5.1. Effet de la race.....	45
5.2. Effet de stade de lactation.....	46
5.3. Effet de l'âge et rang de lactation.....	46

5.4. Effet de la saison.....	47
5.5. Effet de l'alimentation.....	47
5.6. Autres facteurs.....	47
5.6.1. Hygiène du personnel.....	47
5.6.2. Hygiène du matériel de récolte.....	48
5.6.3. Hygiène des locaux.....	48
Chapitre III : Etude comparative	
1. Composition de base (global) du lait.....	49
1.1. En matière d'apport énergétique.....	50
1.2. En matière de composition protidique.....	50
1.3. En matière de composition glucidique.....	52
1.4. En matière de composition lipidique.....	53
1.5. En matière de composition minérale.....	54
1.6. En matière de composition vitaminique.....	55
2. caractéristiques organoleptiques du lait.....	56
3. Caractéristiques physico-chimiques du lait.....	56
3.1. Energie du lait.....	57
3.2. Densité du lait.....	57
3.3. Viscosité du lait.....	57
3.4. PH du lait.....	57
3.5. Acidité du lait.....	58
3.6. Point de congélation du lait.....	58
4. D'un point de vue technologique.....	58
5. Particularités des laits étudiés.....	60
5.1. Particularités du lait de brebis.....	60
5.2. Particularités du lait de chèvre.....	60
5.3. Particularités du lait de vache.....	61
Conclusion et perspectives	63
Références bibliographiques.	

Liste des abréviations

% : pourcentage

AG : Acide gras.

AFNOR: Association Française de Normalisation.

BL: Bovin local.

BLA: Bovin local amélioré.

BLM : Bovin laitier moderne.

Cm : Centimètre

Ca : Calcium.

C° : Degré Celsius.

D°: Degré Dornic.

EST : extrait sec total.

FFPN : Française frisonne Pie-noir.

FAO : Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture.

FIL : Fédération internationale de laiterie.

g : Gramme.

g/l : Gramme par litre.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

ITELV : Institut technique d'élevage.

Kg : Kilogramme.

Km : Kilomètre.

Km² : Kilomètre au carré.

LDL : Mauvais cholestérol.

Mg : Milligramme.

MG : Matière Grasse.

ONS : Office National des Statistiques.

Ph : Potentiel d'hydrogène.

TB : Taux butyreux en g/Kg.

TMG : Taux de matière grasse.

µg : Microgramme.

µm : Micromètre

Liste des figures

Figure 1	: Emplacement de l'Algérie.....	03
Figure 2	: Les trois pôles du système d'élevage.....	05
Figure 3	: Représentation simplifiée du système d'élevage.....	06
Figure 4	: Evolution de l'effectif du cheptel bovin national (2004-2012)	08
Figure 5	: Répartition géographique des effectifs bovins.....	09
Figure 6	: Race Brune de l'Atlas ou Apparentée.....	11
Figure 7	: La race Guelmoise.....	11
Figure 8	: La race Cheurfa.....	12
Figure 9	: La race Sétifienne.....	12
Figure 10	: La race Chélifienne.....	13
Figure 11	: La race Ouled-Djellal.....	17
Figure 12	: La race Hamra	17
Figure 13	: La race Rembi.....	18
Figure 14	: La race Taadmit.....	19
Figure 15	: La race D'Men.....	19
Figure 16	: La race Sidahou ou Targuia.....	20
Figure 17	: La race Berbère.....	21
Figure 18	: La race Barbarine.....	22
Figure 19	: Évolution de la production laitière caprine en Algérie.....	23
Figure 20	: La race Arbia.....	24
Figure 21	: La race Kabyle.....	25
Figure 22	: La race Makatia.....	26
Figure 23	: La race M'zabia.....	26
Figure 24	: Triglycérides et acides gras.....	36
Figure 25	: Teneur en matière grasse du lait en fonction du stade de lactation.....	46

Liste des tableaux

Tableau 1	: Evolution de la production et des importations des produits de l'élevage (le lait)	09
Tableau 2	: Distribution des Races bovines en Algérie.....	10
Tableau 3	: Effectif des races ovines en Algérie.....	16
Tableau 4	: Localisation des races ovines en Algérie 2003.....	16
Tableau 5	: Composition du lait de vache.....	28
Tableau 6	: Teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache.....	30
Tableau 7	: Composition moyenne du lait de chèvre.....	33
Tableau 8	: Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre.....	35
Tableau 9	: Teneur en minéraux et en oligo-élément du lait de chèvre (g/l).....	37
Tableau 10	: Teneur en vitamines du lait de chèvre (g/l).....	37
Tableau 11	: Composition nutritionnelle du lait de brebis.....	41
Tableau 12	: Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l).....	49
Tableau 13	: Apport énergétique pour 1 L de lait suivant les différents mammifères.....	50
Tableau 14	: Comparaison des taux de protéines totales et de structure des micelles entre les différents laits de mammifères	51
Tableau 15	: Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait des espèces animales étudiées	51
Tableau 16	: Composition en glucides des laits de vache, de chèvre, de brebis.....	52
Tableau 17	: Teneur totale en lipides et taille des globules gras de différents laits	53
Tableau 18	: Composition minérale du lait de vache ; chèvre et brebis.....	54
Tableau 19	: Comparaison vitaminique du lait humain avec les laits de vache, de chèvre et de brebis	55
Tableau 20	: Caractéristiques organoleptiques du lait des trois types espèces.....	56
Tableau 21	: Caractéristiques physico-chimiques du lait des trois types espèce	56

Introduction

Le lait est l'un des plus anciens aliments et produits consommés par l'homme, et les plus anciennes traces de fermes laitières ont été trouvées au Moyen-Orient il y a 12 000 ans, lorsque les Grecs et les Romains le consommaient sous forme de fromage car ils le considéraient comme un produit boisson barbare qui ne leur profite pas mais ne profite qu'à ceux qui se trouvent hors de leurs frontières (**RUTH et al., 2012**).

Ainsi, le lait a été défini lors du Congrès international de la répression des fraudes (1909) comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit contenir de colostrum » (**DEHOVE, 1984**). Le Codex Alimentarius (norme 206-1999) considère le lait comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (**CXS, 1999**). Le terme "lait" (sans autre précision) désigne le lait de vache. Le lait provenant d'une autre espèce doit être désigné par une dénomination "lait de nom de l'espèce", par exemple "lait de chèvre".

La composition du lait n'est pas stable et est sujette à de multiples variations. Plusieurs facteurs de variation ont été rapportés dans la littérature (**PRAK et al., 2007**) ; (**RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008**). Certains sont intrinsèques ou liés à l'animal tels : la race, le stade de lactation, rang de lactation, l'âge de l'animal ; d'autres sont liés à aux facteurs extrinsèques tels : l'alimentation, les pratiques de la traite, la saison, état de santé des mamelles. Tous ces facteurs et d'autre peuvent influencer les caractères organoleptiques, entre autre, la couleur, la saveur et en modifier la composition du lait et permettent de produire une variété de produits laitiers comme le lait des espèces bovine, ovine et caprine etc.

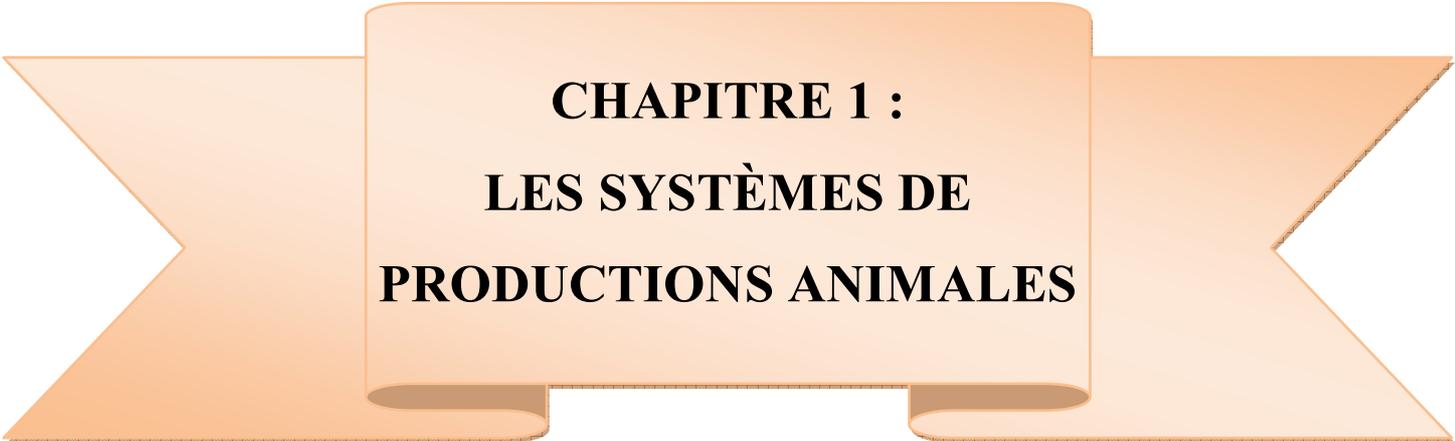
Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants : eau, protéines, lactose, matières grasses (lipides) et minérales. Cependant, les proportions respectives de ces

composants varient largement d'une espèce à l'autre (**CARDENAS, 2018**). De ce fait, la similitude du lait de vache, du lait de brebis et du lait de chèvre se limite à (**TURCOT et ST GELAIS, 2015**) :

- Définition : produit sécrété par la glande mammaire ;
- Nom des constituants.

Ainsi, du lait de chèvre ce n'est pas du lait de vache et celui de la brebis, non plus.

L'objectif principale de notre mémoire est de mettre l'accent sur un des facteurs de variation de la composition du lait, le plus important lequel est l'espèce. Il s'agit en effet d'une étude bibliographique sur le lait des trois espèces, à savoir bovine, caprine et ovine ; en mettant l'accent tout d'abord sur les systèmes d'élevages, les principales races laitières (algérienne) et qui constitue la matière première du premier chapitre, ensuite les caractéristiques du lait de chacune des espèces citées va constituer le cœur du deuxième chapitre, enfin les différences et les point communs, ainsi que les caractéristiques du lait de chaque espèce seront discutés lors d'un troisième chapitre.



CHAPITRE 1 :
LES SYSTÈMES DE
PRODUCTIONS ANIMALES

Chapitre 1 :

Les Systèmes de productions animales

1. Présentation de l'Algérie

l'Algérie (36° 42' 00" nord, 3° 13' 00" est), partage plus de 6 385 km de frontières terrestres, avec la Tunisie au nord-est, la Libye à l'est, le Niger au sud-est, le Mali au sud-ouest, la Mauritanie et le Sahara occidental à l'ouest, et enfin le Maroc au nord-ouest (ONS, 2008) (Figure 1). L'Algérie s'étend sur une superficie de 2 381 741 km² une population de 43 millions d'habitants (soit une densité: 18,40 habitants / km² en 2020) (ONS, 2008).



Figure 1 : Emplacement de l'Algérie.

L'Algérie se caractérise par deux chaînes montagneuses importantes, l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, divisant le pays en trois types de milieux dont leur relief et leur morphologie se singularisent, créant ainsi une diversité biologique animale et végétale importante. On distingue du Nord au Sud, le Système Tellien, les Hautes Plaines steppiques et le Sahara où se trouvent les massifs de l'Hoggar (ANGR, 2003).

Il présente un climat de type méditerranéen extra tropical tempéré, caractérisé par une longue période de sécheresse estivale, par des pluies qui sont généralement insuffisantes, irrégulières et inégalement réparties à la fois dans le temps et dans l'espace, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid "m" est comprise entre -2 et 9°C et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud "M" varie avec la continentalité, de 28°C à

40°C. On en distingue tous les bioclimats méditerranéens depuis le per humide au Nord jusqu'au per aride au Sud pour les étages bioclimatiques, et depuis le froid jusqu'au chaud pour les variantes thermiques (**ANGR, 2003**).

Pour ce qui est des sols d'Algérie, (**BENCHTRIT, 1956**) les a regroupés, en fonction du facteur climatique dominant dans leur formation, en trois grands groupes de sols zonaux ayant chacun leurs caractères propres déterminés par les conditions du milieu commandant les processus de pédogénèse :

- Sols sahariens où le facteur dominant de formation des sols est le vent ;
- Sols des régions semi-arides où le sol zonal serait dû à l'équilibre climatique vent-pluie ;
- Sols des régions telliennes humides où humidité et végétation deviennent les principaux facteurs de formation des sols zonaux.

2. Système d'élevage

Un système d'élevage est un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques pour en obtenir des productions variées (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure, etc.) (**LANDAIS, 1994**). Ce concept a plusieurs acceptations, selon les auteurs, selon les équipes, selon les propos. Nous pourrions ainsi évoquer le système d'élevage nomade sahélien et par ailleurs le système d'élevage ovin d'une exploitation donnée. Il est donc clair que ce terme peut s'appliquer à des niveaux d'échelle très différents, de l'exploitation à la région ou à la zone écologique.

Ainsi, Le système d'élevage peut être vue comme étant :

- un milieu géographique et écologique plus ou moins remanié et aménagé, qui fournit aux animaux l'essentiel de leurs ressources alimentaire ;
- un milieu socio-économique de production (contexte économique, formes de production et d'organisation sociale...);
- l'ensemble des techniques et pratiques qui font l'activité des éleveurs et ses pratiques (**PHILIPPE, 1984**).

2.1. Les éléments d'un système d'élevage

Selon (**LHOSTE, 1984**), l'homme, l'animal et les ressources constituent les trois éléments (Figure 2) de tout système d'élevage (Figure 3).

- **L'homme (Eleveur)**

Il permet de privilégier la prise en compte de projet et logique de l'éleveur, organisation familiale ou communautaire, les liaisons en production (agricultures-

éleveurs), ainsi que les types d'agents qui composent le centre du système d'élevage (DAHMANI et al., 2014-2015). Selon (LHOSTE, 1984), l'homme est plus qu'un pôle, il est le chef d'orchestre du système d'élevage. Ainsi la démarche de l'homme se manifeste autour de trois actions : gérer et renouveler l'entité troupeau, gérer et renouveler l'entité ressources (fourragères, mais également main-d'œuvre et informations), assurer l'adéquation entre dynamiques des ressources et du troupeau dans le temps (sans forcément chercher à l'assurer à chaque instant) (DEDIEU et al, 2008).

- **Animal (Troupeau)**

L'animal domestique constitue l'élément centrale et caractérise le système d'élevage, c'est ce pôle animal et spécificités qui font ce concept de système d'élevage. C'est un outil pertinent dans les mains du zootechnicien (DAHMANI et al., 2014-2015).

- **Les ressources (Territoire)**

Les ressources utilisées par le système dans le processus de production sont de nature très variées (information, énergie, moyen financiers, bien matériels,...etc.).

Les facteurs de production définis comme étant les éléments susceptibles de modifier un phénomène et entrent dans la composition de ses effets (l'oxygène de l'air, l'eau de boisson, les produits vétérinaires...etc.) (DAHMANI et al., 2014-2015).

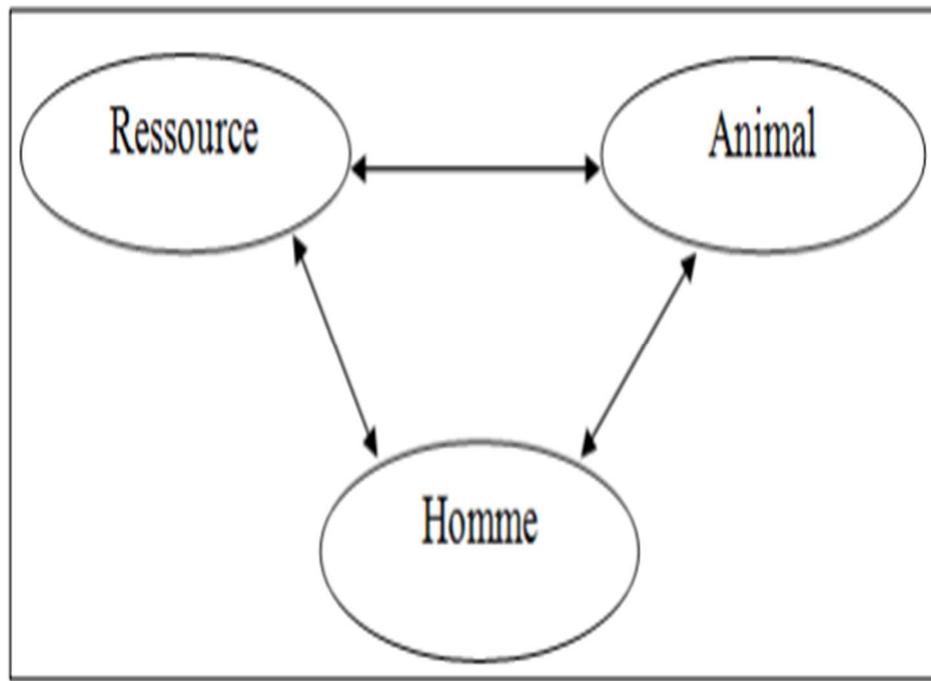


Figure 2 : Les trois pôles du système d'élevage (LHOSTE, 1984).

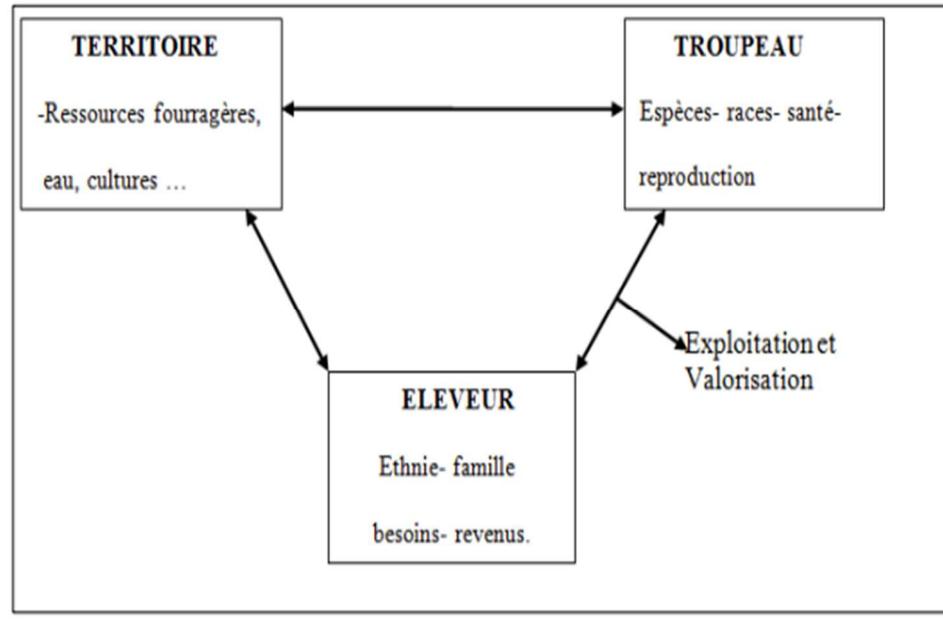


Figure 3 : Représentation simplifiée du système d'élevage (LHOSTE, 1984).

2.2. Systèmes d'élevage en Algérie

En Algérie, les systèmes d'élevage peuvent être plus ou moins spécialisés (lait, viande, autre) ou mixtes (il s'agit souvent d'espèces animales exploitées à double fin pour le lait et la viande) ou mixtes (il s'agit souvent d'espèces animales exploitées à double fin pour le lait et la viande). (BENYOUCEF, 2005) Distingue trois principaux systèmes d'élevage mixtes en Algérie : le système d'élevage extensif pastoral, le système d'élevage en ferme et le système d'élevage familial. Ces systèmes se différencient en fonction des espèces élevées et des régions d'élevage.

2.2.1. Système d'élevage extensif

Il correspond à la majorité du cheptel national et domine les autres systèmes et est présent dans toutes les zones agro écologiques sauf dans les plaines irriguées du Nord, les hautes plaines céréalières et les oasis du Sud où il est faiblement représenté.

Le système de production extensif concerne surtout l'ovin et le caprin en steppe et sur les parcours sahariens, le bovin et le caprin en régions montagneuses et de piedmonts du Nord, le dromadaire et le caprin dans le Sud du pays (ANGR, 2003). Selon la même source, la première finalité de ces élevages se répartit comme suit :

- La viande : l'ovin, le bovin et le camelin ;
- Le lait : le caprin et le bovin ;

2.2.2. Système d'élevage semi-intensif

Ce type d'élevage est caractérisé par une utilisation modérée d'intrants, essentiellement représentés par les aliments et les produits vétérinaires. Sa localisation

spatiale rejoint celle des grandes régions de culture vue son imbrication dans les systèmes cultureux dont il valorise les sous-produits et auxquels il fournit le fumier (ANGR, 2003).

2.2.3. Système d'élevage intensif

Grand consommateur d'intrants, ce système qui utilise le matériel génétique introduit, excepté pour l'espèce ovine, est basée sur l'achat d'aliments, l'utilisation courante des produits vétérinaires et le recours à la main d'œuvre salariée (ANGR, 2003). Ce système se caractérise par l'utilisation de surfaces réduites, avec une densité élevée de population, les animaux pouvant être logés dans des bâtiments fermés. Les exploitations d'élevage intensif sont également marquées par une faible surface de culture dédiée à l'alimentation des animaux, entraînant la diminution significative de l'autosuffisance de l'éleveur pour l'alimentation de ses animaux.

3. L'élevage bovin en Algérie

3.1. Système d'élevage bovin

L'élevage bovin joue un rôle important dans l'économie agricole algérienne. Il contribue à la couverture des besoins nationaux en protéines animale mais aussi à la création d'emplois en milieu rural. La spécialisation en élevage bovin dans le contexte algérien est peu pratiquée et la production mixte (lait – viande) domine les systèmes de production.

Selon les disponibilités en facteurs de production, la conduite des animaux, les niveaux d'utilisation des intrants, la localisation géographique et les objectifs de production, plusieurs modes ou systèmes d'élevage bovin existent. L'intensification est généralement liée à la disponibilité en facteurs de production et au type de matériel animal exploité, mais largement indépendante des niveaux de production. (MOUFFOK, 2007) Distingue :

(1) un système "intensif" se localisant dans les zones à fort potentiel d'irrigation et autour des grandes villes. Ce système exploite des troupeaux de vaches importées à fort potentiel de production et assure plus de 40% de la production totale locale du lait.

(2) un Système plus "extensif" concerne les ateliers localisés dans les zones forestières de montagne et les hautes plaines céréalières ; la taille des troupeaux est réduite. Les troupeaux bovins exploités peuvent appartenir à de multiples populations composées de femelles issues de vaches importées, de populations issues de croisement ou de populations locales pures. Avec plus de 80% du cheptel national des vaches, la production laitière assurée par ce système est de 60% (KHALDOUN, 1995).

En situation algérienne, le bovin est exploité dans les régions favorables (plaine tellienne) mais aussi en situation déficitaires en pluviométrie et ressources alimentaires

(Hautes plaines, piémonts et montagnes). En plaine, l'élevage bovin est caractérisé par la dominance des populations importées exploitées en hors sol, ou en système intensif basé sur des cultures de fourrages conduites en irriguée ; Dans les hauts plateaux, L'élevage bovin est toujours associé à la céréaliculture où les jachères et les chaumes sont utilisés en pâturage et les céréales, orge en particulier, comme concentré ; En zones de montagne, les éleveurs exploitent des populations locales conduites en système allaitant (**MOUFFOK, 2007**).

3.2. Cheptel bovin et production laitière

La finalité assignée à l'élevage varie d'un système à l'autre. En mode élevage de plaine, le rendement laitier par lactation peut atteindre, selon (**ITELV, 2000**), en moyenne 4000 litres. Alors que dans les hauts plateaux, Le bovin est exploité pour son lait et sa viande et en zone de montagne, Ce dernier contribue à la production de viande alors que le lait est autoconsommé ou utilisé pour l'allaitement des veaux mais rarement vendu. ■

En matière d'effectif, l'élevage bovin n'a cessé d'augmenter depuis 2005 (Figure 4), où il était moins d'un million sept cent cinquante têtes pour dépasser les un million huit cent cinquante en 2012.

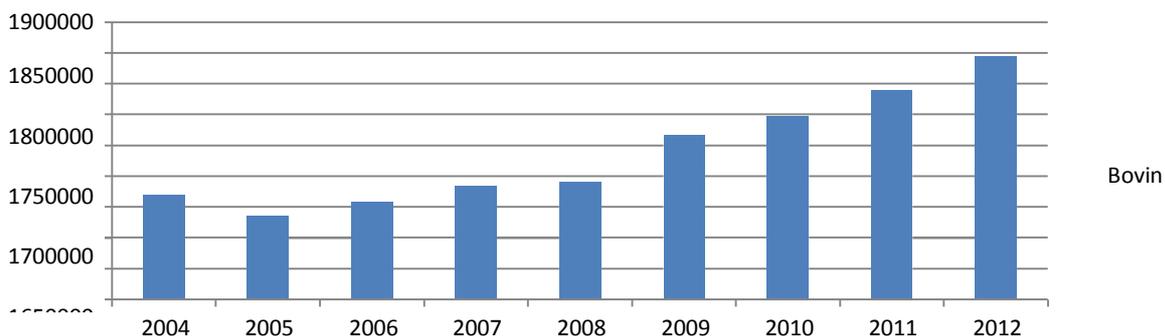


Figure 4 : Evolution de l'effectif du cheptel bovin national (2004-2012) (**F.A.O, 2014**).

En matière de production laitière, celle-ci, régulièrement croissante depuis les années 80 est très faiblement intégrées à la production industrielle des laits et dérivés. La production laitière nationale s'est stabilisée autour de 1 milliard de litres jusqu'à l'année 1997. Cependant le taux d'intégration, qui correspond à la part du lait collecté dans les quantités totales produites, reste très faible, inférieur à 10% (**BENCHARIF, 2001**).

La production laitière est passée de 482 millions de litres en 1968 à 742 millions de litres en 1982 et à 1,2 milliards de litres en 1999 soit une progression moyenne de près de 3% par an entre 1968-99, avec cependant une stagnation entre 1977-1982 (Tableau 1). Cette production couvre environ 30% de la demande domestique dont 6% sont destinés à l'industrie

du lait. L'importation de vaches laitières a permis un accroissement de la production de lait qui demeure néanmoins insuffisante par rapport à la demande. Les difficultés d'approvisionnement en aliments et la sécheresse ont été les facteurs déterminants de l'évolution du cheptel (FILIACHI et al., 2003).

Tableau 1 : Evolution de la production et des importations des produits de l'élevage (le lait) (FILIACHI et al., 2003).

Année/impo.prod	1968	1973	1977	1982	1984-89	1990-95	1996-99
Productions (Lait 10⁶ litres)	482	550	700	742	891	1.101	1.222
Importations (lait 10⁶ litres)	213	302	677	946	950(1)	950	950

3.3. Races bovines

En Algérie les races bovines se concentrent au nord du pays, et à un degré moindre au centre et au sud (Figure5) et se distribue par région comme indiqué au (tableau 2).

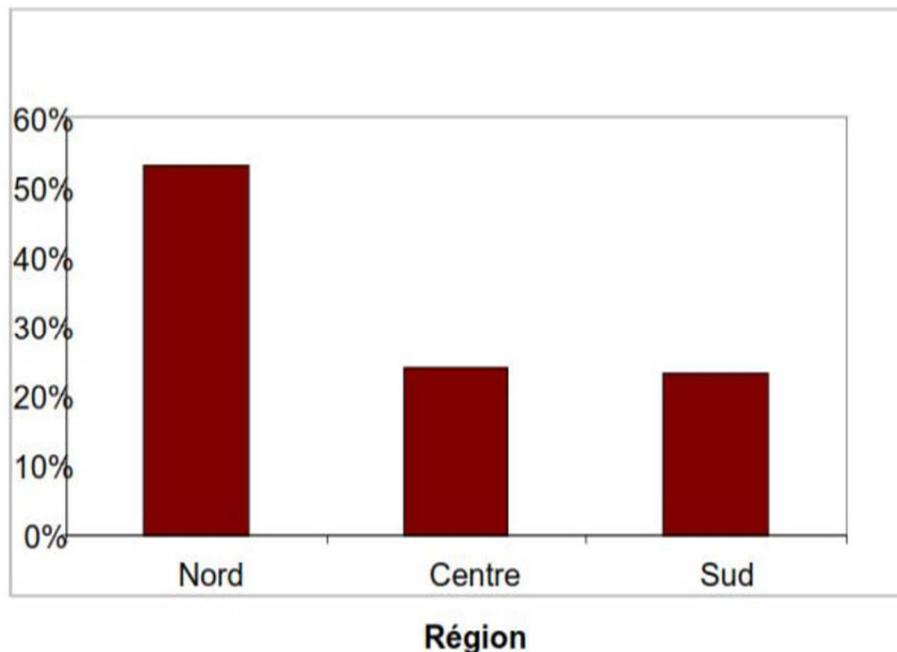


Figure 5 : Répartition géographique des effectifs bovins (AMELLAL, 2005).

Tableau 2 : Distribution des Races bovines en Algérie (FAO, 2019).

Race	Production	Région
Brune de l'Atlas	Mixte	Nord-est du pays
Chelifienne	Mixte	Massif de Dahra
Cheurfâ	Mixte	Wilaya d'Annaba
Guelmoise	Mixte	Wilaya de Guelma
Sétifienne	Mixte	Monts de Babors

En matière de race, l'Algérie se distingue par trois catégories de races à savoir les races locales, les races spécialisées ou introduites et les élevages ou populations issues des différents croisements.

3.3.1. Individus de races locales

Selon (BELHADIA et al., 2009), les populations bovines locales en Algérie ne constituent pas un ensemble racial homogène ou défini mais il existe un seul rameau qui est la race Brune de l'Atlas dont dérive les différentes autres populations. Selon (ANGR, 2003), les bovins étaient classés en 3 types, au début des années 60: races importées dénommées bovin laitier moderne (BLM), populations autochtones dénommées bovin local (BL) et les produits de croisements dits bovin local amélioré (BLA). Depuis les années 70 et sans justification plausible, il ne subsiste que les dénominations BLM et BLA.

3.3.1.1 La race Brune de l'Atlas

Race de petit à moyen format avec une taille variant de 117 à 130 cm un poids vif inférieur à 300 kg chez la femelle à rendement lait faible et un rendement viande tout aussi médiocre. La robe est de couleur uniforme variant du clair au brun assez foncé (Figure 6) (FILIACHI et al., 2003). La race brune de l'Atlas est caractérisée par : peau fine, poils courts, muqueux bruns et ardoisés, paupières et mufle noirs. Présence de chignon sur la tête, orbites saillantes, cornes fines en crochet très dur et solide avec extrémité pointue de couleur gris ou noir. Elle est de petite taille, musculature moyenne, hanches étroites, dos horizontal, queue longue. Tandis que leurs Aplombs se caractérisent par des membres frêles et courts, onglons noirs (ABADA et al., 2001), (NEDJRAOUI et al., 2008).



Figure 6 : Race Brune de l'Atlas ou Apparentée.

On peut distinguer quatre types de populations selon leurs berceaux d'origine et selon la couleur de la robe.

➤ **La Guelmoise**

La Guelmoise à pelage gris foncé (Figure 7), vivant en zones forestières. Elle a été identifiée dans les régions de Guelma et de Jijel, cette population compose la majorité de l'effectif (**FILIACHI et al., 2003**).

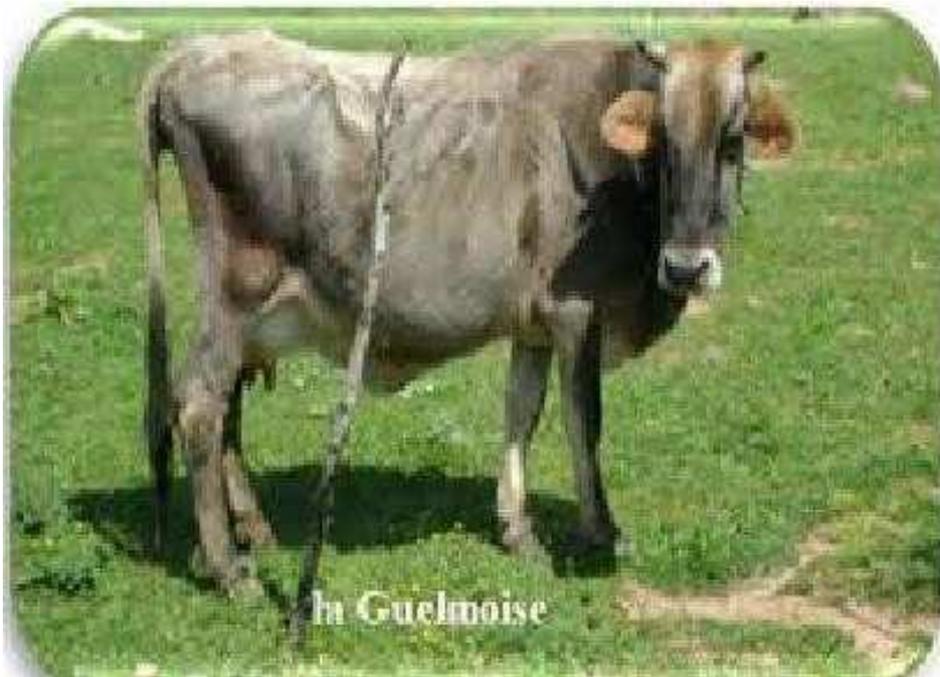


Figure 7 : La race Guelmoise.

➤ **La Cheurfa**

Le type Cheurfa ou Chorfa (Figure 8) de couleur gris clair caractéristique des populations bovines du nord Constantinois et de la région de Annaba (**FILIACHI et al., 2003**).



Figure 8 : La race Cheurfa.

➤ **La Sétifienne**

À robe noirâtre uniforme présente une bonne conformation (Figure 9). Sa taille et son poids varient selon la région où elle vit. La queue est de couleur noire, longue et traîne parfois sur le sol.



Figure 9 : La race Sétifienne.

➤ **La Chelifienne**

Elle se caractérise par une robe fauve, une tête courte, des cornes en crochets, des orbites saillantes entourées de lunettes 'marron foncée' et une longue queue noire qui touche le sol (Figure 10). On la rencontre dans les monts du Dahra. La Chélifienne et la Sétifienne sont adaptées à des conditions plus rustiques.



Figure 10 : La race Chélifienne.

D'autres variétés de bovins, avec des effectifs plus réduits, sont citées entre autre : La Djerba dans la région de Biskra (robe brune foncée, une tête étroite, une croupe arrondie, une taille réduite et une longue queue), laquelle est adaptée au milieu très difficile du Sud ; les populations bovines Kabyle et Chaoui, qui s'apparentent respectivement aux populations Guelmoise et Guelmoise-Cheurfa, et les populations de l'Ouest localisées dans les montagnes de Tlemcen et de Saida, lesquelles ont subi des croisements avec une race ibérique (**GREDA et al., 2002**).

3.3.2. Les races spécialisées ou introduites ou BLM

Les races importées ont gagné l'ensemble des systèmes agricoles et certaines régions dominées par des systèmes agro-pastoraux. L'ouverture récente de l'économie Algérienne sur le marché international s'est traduite par l'introduction de races exogènes, dont le bovin laitier constitue le secteur le plus touché ; on observe depuis une quinzaine d'années des introductions successives de races laitières telles que la FFPN et la Holstein et des races mixtes telles que la Montbéliarde et la Brune des Alpes. Cette situation a favorisé la constitution de réservoirs génétiques de Populations constamment importées (**ANGR, 2003**).

Selon (**BENCHARIF, 2001**), Le “Bovin Laitier Moderne” (BLM) correspond au système de production intensif, et se localise dans les zones à fort potentiel d’irrigation autour des villes. La production laitière dite “moderne”, qui repose sur un cheptel bovin de 120 000 à 130 000 vaches importées à haut potentiel génétique, soit autour de 9 % à 10 % de l’effectif national, assure environ 40 % de la production totale de lait de vache.

3.3.3. Populations issues des différents croisements ou BLA

Il existe aussi des produits de croisement entre, non seulement la population locale et les races sélectionnées du Nord, mais aussi entre différentes races importées ; ces produits existent dans l’ensemble des régions d’élevage bovin et sont élevés au sein de troupeaux regroupant des animaux métissés ou en mélange avec des animaux de races pures : ce type de matériel animal ainsi que son extension est encore peu connu ; il est fréquent d’observer dans une même localité un gradient de format et de types génétiques, exprimant une forte hétérogénéité du matériel génétique, difficilement identifiable sur le plan origine raciale (**ANGR, 2003**).

Selon (**BENCHARIF, 2001**), Le “Bovin Laitier Amélioré” (BLA) correspond au système de production “extensif”, et concerne des ateliers de taille relativement réduite (1 à 6 vaches), localisées dans les zones de montagne et forestières. Les bovins sont issus de multiples croisements entre les populations locales et les races importées. En 1998, ce cheptel était estimé à 555 000 têtes, soit 42 % à 43 % de l’ensemble du troupeau, et assurait 40 % environ de la production.

4. L’élevage ovin en Algérie

4.1. Système d’élevage ovin

Les ovins constituent une activité à travers des systèmes de production souvent basés sur l’association polyculture- élevage (**GHOZLANE et al., 2003**). Selon (**KANOUN et al., 2007**), les systèmes d’élevage au niveau des zones pastorales se basent sur la combinaison de plusieurs sources alimentaires (les parcours, les jachères, les résidus de culture “chaumes”, l’orge en vert et la complémentation).

On y distingue plusieurs types, selon la taille et la conduite des troupeaux ainsi que l’alimentation disponible : extensif, semi-intensif et intensif où (**ANGR, 2003**), (**KHALDOUN, 1995**) :

- le système extensif est basé sur l’exploitation de l’offre fourragère gratuite et concerne beaucoup plus les gros éleveurs avec des déplacements relativement importants, le niveau des

intrants est faible, l'utilisation de l'aliment concentré et les produits vétérinaires se limite aux périodes difficiles (sécheresse, maladies), il est essentiellement élevé pour sa viande ;

- le système semi-intensif est caractérisé par une utilisation modéré d'intrants où en plus du pâturage sur jachères (très répandues dans la région) et sur résidus de récolte, les animaux reçoivent un complément en orge et en foin. Il concerne essentiellement les éleveurs moyens et se singularise par des déplacements plus restreints (10 à 50 km). Pour les grands ou petits éleveurs, ceux-ci utilisent régulièrement les produits vétérinaires. Ce système alimente régulièrement le marché de la viande et celui des animaux sur pied ;

-le système intensif pratiqué hors sol et de durée limitée (2 à 4 mois généralement) où on engraisse le plus rapidement possible des agneaux, prélevés des systèmes extensifs ou semi intensifs de la steppe et des hautes plaines céréalières, dans ces élevages en bergerie ou dans des enclos. L'alimentation est constituée pour une grande part de concentré, de foin et de paille.

4.2. Cheptel ovin et production laitière

L'effectif du cheptel ovin a été estimé à 21 404 584 têtes en 2009. Cet effectif représente 78% du cheptel national (à l'exception des équins) (**ONS, 2008**). Les ovins sont répartis sur toute la partie nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi arides céréalières (80% de l'effectif total) ; il existe aussi des populations au Sahara, exploitant les ressources des oasis et des parcours désertiques (**ANGR, 2003**).

La production laitière ovine en Algérie a été estimée par la FAO à 320 million de litre en 2011 (**FAO, 2011**). Cette importante quantité classe notre pays en premier rang en Afrique du nord, en deuxième (après la Somalie), dans le continent Africain et en onzième rang à l'échelle mondiale (où la Grèce, l'Espagne et l'Italie sont les plus grands producteurs).

4.3. Races ovines

L'importance de l'élevage ovin en Algérie, réside aussi dans la richesse de ses ressources génétiques. Ce cheptel renferme actuellement un total de 8 races présentant diverses caractéristiques de résistance, de prolificité, de productivité de viande, de lait et de laine ainsi qu'une bonne adaptation au milieu aride steppique et saharien (**CHELLIG, 1992**). Son effectif est de 18 738 166 brebis (**recensement général de l'agriculture (DILL et al., 2011)**). L'effectif par race est indiqué dans le tableau 3 et leur aire de répartition figure dans le (tableau 4).

Tableau 3 : Effectif des races ovines en Algérie (**FILIACHI et al., 2003**).

Race	Effectifs (tête)
Ouled djellal	11.340.000
Rembi	2.000.000
Hamra	55.800
Berbère	4.50.000
Barbarine	70.000
D'men	34.200
Taadmite	2200
Sidahou	23.400

Tableau 4 : Localisation des races ovines en Algérie 2003 (**ABDELGUERFI et al., 2003**).

Races	Aires de répartition
Ouled djellal	Steppe et hautes plaines
Rembi	Centre Est (steppe et hautes plaines)
Hamra	Ouest de Saida et limites zones sud
Berbère	Massifs montagneux du nord de l'algérie
Barbarine	Erg oriental sur les frontières tunisiennes
D'men	Oasis du sud ouest algérien
Sidahou	Le grand Sahara algérien

Ces races classées, selon leur importance économique, en deux groupes :

- Les races principales : Ouled-Djellal, Hamra, Rembi, Taadmit.
- Les races secondaires : D'men, Sidahou, Berbère et Barbarine (**CHELLIG, 1992**).

4.3.1. Les races principales

➤ La race Ouled-Djellal

C'est la race arabe blanche (Figure 11), la plus importante, environ 58% du cheptel national, adaptée au milieu steppique, présente des qualités exceptionnelles pour la production de viande et de laine (**CHELLIG, 1992**).



Figure 11 : La race Ouled-Djellal.

➤ **La race Hamra**

La race Hamra dite "Deghma" (Figure 12) est autochtone d'Algérie, elle est dite Beni-Ighil au Maroc (haut atlas marocain). Son effectif était estimé à 3 millions 200 milles têtes au début des années 90 (CHELLIG, 1992), pour atteindre 500 milles en 2003 (FILIACHI et al., 2003), ce dernier a beaucoup diminué pendant ces dernières années. Des Hauts plateaux de l'Ouest, 21% du cheptel, race berbère très résistante au froid, autochtone d'Afrique du Nord (BENDERRADJI, 2015).



Figure 12 : La race Hamra.

➤ **La race Rembi**

C'est un mouton à tête rouge ou brunâtre et à robe chamoise (Figure 13). Il est haut sur pattes, possédant des cornes spiralées et massives, des oreilles moyennes et tombantes, un profil busqué et une queue mince et moyenne. Il est considéré comme le plus grand format des moutons d'Algérie. Il a une forte dentition résistante à l'usure qui lui permet de valoriser au mieux les végétations ligneuses et de retarder à 9 ans l'âge de réforme contrairement aux autres races réformées à l'âge de 6 à 7 ans (CHELLIG, 1992). C'est une race particulièrement rustique et productive (HAITOUS, 2015).

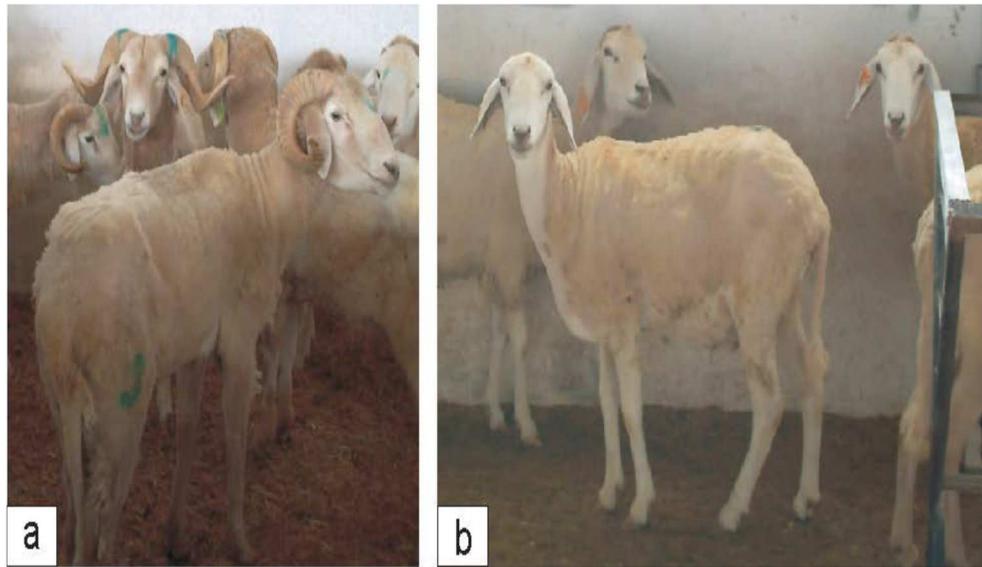


Figure 13 : La race Rembi (a : bélier ; b : brebis).

➤ **La Race Taadmit**

Cette race (Figure 14) est le produit de croisement entre la race Ouled Djellal et la race Mérinos réalisé en 1922 (TOUETTE, 1933). L'objectif de l'élevage de cette race était principalement la laine en plus de la viande. Actuellement, l'utilisation de laine a diminué avec la disparition presque totale de l'activité artisanale. Le seul troupeau qui existe est implanté à la station INRAA de H'madena dans la wilaya de Relizane, avec un effectif de 150 têtes (FANTAZI et al., 2015).



Figure 14 : La race Taadmit.

4.3.2. Les races secondaires

➤ La Race D'men

C'est une race (Figure 15) saharienne des oasis du Sud-ouest algérien. Cet animal est de petit format et d'un squelette fin, d'un poids moyen de 45kg pour les brebis et 55 kg pour les béliers. On a enregistré un poids vif moyen à l'âge adulte de 49,2 kg pour le bélier et de 37,8 kg pour la brebis D'Men dans la région d'Adrar avec une hauteur de 72,9 cm chez les brebis et de 78,4 cm chez les béliers (**EL BOUYAHIAOUI, 2017**). La toison est généralement peu étendue et d'une couleur noire ou brun-foncé. Cette race se caractérise aussi par une tête fine, un profit busqué, des oreilles grandes et pendantes, des cornes petites (**CHELLIG, 1992**).



Figure 15 : La race D'Men.

➤ **La race Sidahou ou Targuia**

C'est une race saharienne élevée par les Touaregs (le Hoggar-Tassili au Sud algérien). C'est la seule race algérienne dépourvue de laine mais à corps couvert de poils. La Targuia ressemble à une chèvre sauf qu'elle a une longue queue et un bêlement de mouton (Figure 16). Sa couleur est noire ou paille claire ou mélangée, les cornes sont absentes ou petites et courbées chez le mâle, le chanfrein est très courbé, les oreilles sont grandes et pendantes, la queue est mince, très longue presque au ras du sol et à extrémité blanche. La viande de Targuia est en dessous de la moyenne et dure à mastiquer. Le gigot plat et court et l'épaule n'est pas fournie en viande (CHELLIG, 1992). La race Targuia est résistante au climat saharien et aux grandes marches, c'est la seule race qui peut vivre sur les pâturages du grand Sahara très étendus (CHELLIG, 1992).



Figure 16 : La race Sidahou ou Targuia.

➤ **La Race Berbère**

C'est la plus ancienne des races algériennes, dite "Berbère à laine azoulai", c'est une race en voie d'extinction puisque son effectif s'évaluait à plus de 3 millions de têtes dans les années 1960, aujourd'hui, il ne dépasserait pas les 50 000 têtes (FAO, 2014), (EL BOUYAHIAOUI, 2017).

Ce mouton de petite taille est semblable à la race Hamra, la différence majeure étant la laine mécheuse de la race berbère (Figure 17). Les poids adultes sont d'environ 30kg chez la femelle et 45 kg chez le mâle. Elle est un peu dure. Les gigots sont longs et plats et leur développement est réduit. C'est une bête très rustique, supporte les grands froids de montagnes et utilise très bien les pâturages broussailleux de montagne (CHELLIG, 1992).



Figure 17 : La race Berbère.

➤ **La Race Barbarine**

La race Barbarine appelée race d'Oued Souf (nommée "Guebliya") est présente dans cette région avec des effectifs très faibles influencés par le développement de la race Ouled-Djellal. Elle résiste à la chaleur et à la sécheresse et montre une très bonne adaptation aux parcours sablonneux du Sahara. Cette race a diminué de 60 % entre 1990 et 2000 (**EL BOUYAHIAOUI, 2017**).

C'est un mouton de bonne conformation. La couleur de la laine est blanche avec une tête et des pattes qui peuvent être brunes ou noires (Figure 18) (**CHELLIG, 1992**). La toison couvre tout le corps sauf la tête et les pattes, les cornes sont développées chez le mâle et absentes chez la femelle, les oreilles sont moyennes et pendantes, le profil est busqué (**CHELLIG, 1992**), et la queue est grasse d'où la dénomination de mouton à queue grasse. Cette réserve de graisse rend l'animal rustique en période de disette dans les zones sableuses (**FILIACHI et al., 2003**), ses gros sabots en font un excellent marcheur dans les dunes du Souf (El Oued) en particulier.



Figure 18 : La race Barbarine.

5. L'élevage caprin en Algérie

5.1. Système d'élevage caprin

(ANGR, 2003), décrit le système d'élevage caprin comme suit : la conduite est généralement extensive ; la chèvre ayant déjà la réputation de rusticité qui lui permet de tirer le meilleur profit des régions pauvres. Les troupeaux sur les parcours sylvopastoraux du Nord du pays sont de taille plus élevée (50 à 80 mères), alors qu'ils sont présents en petit effectif sur les parcours du Sahara et dans les oasis ; le caprin est présent également dans les exploitations agricoles des régions plus favorables, comme les hautes plaines, les plaines intérieures et les piémonts de montagne du Nord du pays ; Dans ces régions, les éleveurs associent 5 chèvres en moyenne aux troupeaux ovins, alors qu'une partie des petites exploitations en lisière des parcours sylvopastoraux peuvent constituer des troupeaux de 10 à 15 mères. Les caprins poursuivent leur implantation dans les milieux difficiles, mais parfois de manière plus cohérente, bien qu'ils sont toujours en bute à une législation répressive qui ne favorise pas leur développement.

5.2. Cheptel caprin et production laitière

L'élevage caprin algérien compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles, associé toujours à l'élevage ovin, et localisé essentiellement dans les régions d'accès difficile (HAFIDE, 2006). (Végétation rare et le plus souvent ligneuse, parcours accidentés, mauvaises conditions climatiques...), et conduit selon les méthodes traditionnelles caractérisées par une faible productivité (BAKELLI, 2016).

Selon (ANGR, 2003), le cheptel caprin, estimé à 2.5 millions de têtes, est plus concentré, comme dans le reste des pays Méditerranéens dans les zones difficiles et les régions défavorisées de l'ensemble du territoire : Steppe, région montagneuse et oasis. L'effectif de ce cheptel conduit en extensif est de l'ordre de 2 952 334 têtes ce qui représente 13,1% des effectifs totaux (BELAIB, 2012).

La production de lait de chèvre en Algérie selon les statistiques de la (FAO, 2011), a connu une stagnation de 1992 à 1994 avec une production de 130 millions de tonnes de la (FAO, 2012). Cette production a connu une augmentation à partir de 2003 (FAO, 2014) (Figure 19).

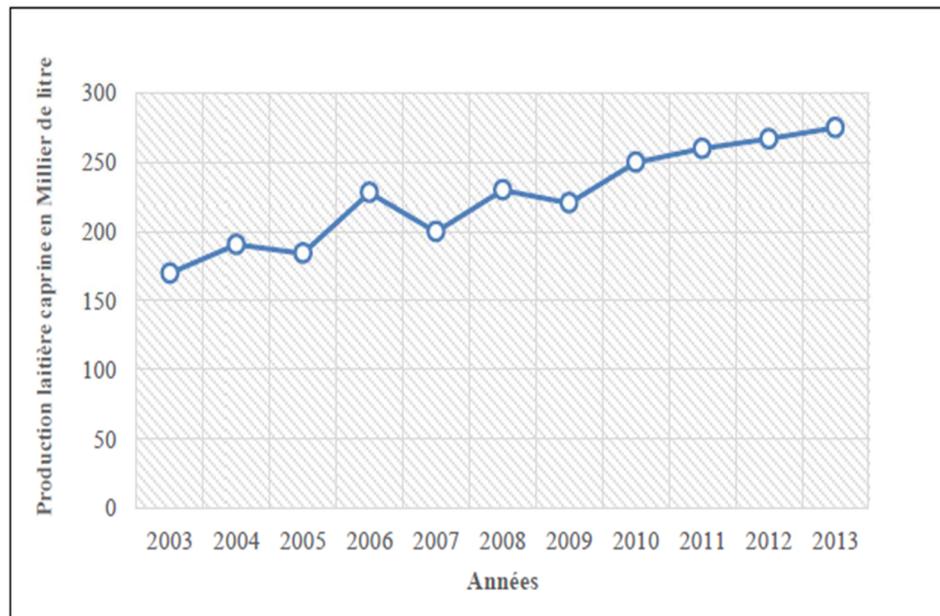


Figure 19 : Évolution de la production laitière caprine en Algérie (FAO, 2014).

5.3. Races caprines

(ANGR, 2003), stipule que le cheptel caprin algérien est peu connu, sa conformation et ses aptitudes ne sont pas encore définies. Il est très hétérogène, il se caractérise par une grande diversité pour les races locales. Selon (MADANI, 2000), les populations existantes en Algérie sont de type traditionnel, dont la majorité entre elles sont soumises uniquement à la sélection naturelle (BAKELLI, 2016).

La population locale caprine est divisée en trois sous populations (la Arabia, la Makatia et la naine de Kabylie auxquelles s'ajoutent le cheptel importé et les produits de croisements) selon le milieu d'élevage, le format et la morphologie (ANGR, 2003). Oussama regroupe la population caprine d'Algérie en quatre types majeurs (ALMI, 2019). La race Arabia, localisée principalement dans la région de Laghouat ; la race kabyle, occupant les

montagnes de Kabylie et des Aurès ; la race Makatia, localisée dans les hauts plateaux et dans certaines zones du nord ; et enfin la race M'Zabia, localisée dans la partie septentrionale du Sahara (HALLAL, 1986).

5.3.1. La chèvre Arbia

C'est la population la plus dominante, qui se rattache à la race Nubienne, elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de 50-70cm, une tête dépourvue de cornes avec des oreilles longues, larges et pendantes (Figure 20). Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs de 12- 15cm. La chèvre Arabe a une production laitière moyenne de 1,5 litre par jour (BAKELLI, 2016).



Figure 20 : La race Arbia.

5.3.2. La race Kabyle

C'est une chèvre autochtone qui peuple les massifs montagneux de la Kabyle et des Aurès. Elle est robuste, massive, de petite taille d'où son nom « Naine de Kabylie ». La tête est cornue, avec des oreilles longues et tombantes (Figure 21). La robe est à poils longs et de couleurs variées : Noire, blanche, ou brune. Sa production laitière est mauvaise, elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable (CORDON et al., 2003), (BOUMEDIENE, 2013).



Figure 21 : La race Kabyle.

5.3.3. La race Makatia

D'après (GUELMAOUI et al., 1995), elle est originaire d'Ouled Nail, on la trouve dans la région de Laghouat. Elle est sans doute le résultat du croisement entre l'ARABIA et la CHERKIA (DJARI et al., 1981), généralement elle est conduite en association avec la chèvre ARABIA sédentaire. la chèvre MAKATIA présente un corps allongé à dessus droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets , robe variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poils ras et fin, longueur entre 3-5 cm (HALLAL, 1986) (Figure 22). La tête est forte chez le mâle, et chez la femelle elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, possède d'une barbiche et, deux pendeloques (moins fréquentes) et de longues oreilles tombantes qui peuvent atteindre 16 cm. Le poids est de 60 kg pour le mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 72 cm et 63 cm (BAKELLI, 2016).

La mamelle est bien équilibrée du type carrée, haute et bien attachée et les 2/3 des femelles ont de gros trayons, la production laitière est de 1 à 2 litre par jour (BAKELLI, 2016).



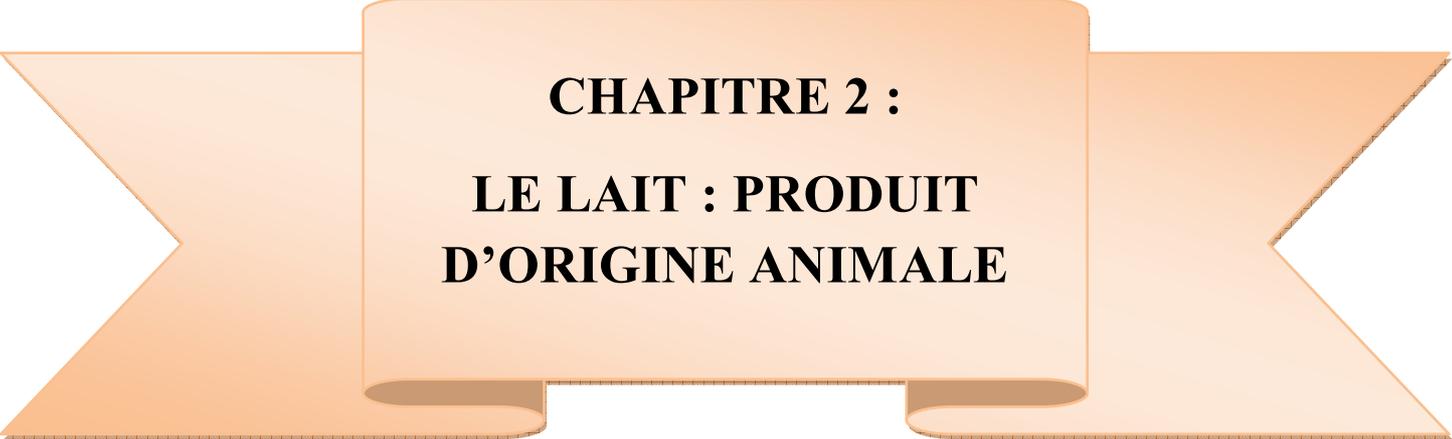
Figure 22 : La race Makatia.

5.3.4. La chèvre du M'Zab

Dénommée aussi la chèvre rouge des oasis. Elle se trouve surtout dans le Sud, et se caractérise par une taille moyenne de 60 à 65 cm. La robe est à poil court et de trois couleurs : chamoise, noire et blanche (Figure 23). Le chamois est le plus dominant, le noir forme une ligne régulière sur l'échine alors que le ventre est tacheté par du blanc et du noir. Sa production laitière est bonne (2–3 litre/jours) (BOUMEDIENE, 2013).



Figure 23 : La race M'zabia.



CHAPITRE 2 :
LE LAIT : PRODUIT
D'ORIGINE ANIMALE

Chapitre 2 :

Le lait : produit d'origine animale

1. Définition du lait

Le lait est sécrété au moyen d'organes particuliers, appelés mamelles, par les femelles des mammifères, vers la fin de la gestation et après la naissance du petit (**BOUCHARDAT et al., 1857**).

« Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur » (**CODEX, 1999**).

2. Lait bovin (de vache)

Le lait cru est « produit par la sécrétion de la glande mammaire d'une ou de plusieurs vaches, et est non chauffé au-delà de 40 C° ni soumis à un traitement d'effet équivalent. » (**FIL, 1991**).

Le lait de vaches a été considéré comme un aliment de base dans de nombreux régimes alimentaires. C'est une boisson saine puisque sa consommation est associée à une alimentation de qualité. Il fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer (**ELAACHI et al., 2018**).

2.1. Composition chimique du lait de vache

Le lait de vache est un lait crassineux. Il contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique (**FAO, 2016**), ces derniers varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse.

Les matières grasses constituent environ 3 à 4 pour cent des solides du lait de vache, les protéines environ 3,5 pour cent et le lactose 5 pour cent, mais la composition chimique brute du lait de vache varie en fonction de la race. Par exemple, la teneur en matière grasse est

généralement plus élevée chez les bovins *Bos indicus* que chez *B. taurus* (ROUDAUT et al., 2005).

Tableau 5 : Composition du lait de vache (LEBEUF, et al., 2002).

Nutriment	vache (/100g)
Protéines (g)	3.3
Caséines	2.7 (82%)
Lactosérum	0.6 (18%)
Matières grasses (g)	3.3
Lactose (g)	4.7
Minéraux (mg)	0.7
Calcium (mg)	119
Phosphore (mg)	93
Magnésium (mg)	13
Potassium (mg)	152
Vitamines	
Riboflavines (mg)	0.16
Vit B12 (µg)	0.36

2.1.1. Glucides

L'hydrate de carbone principal du lait est le lactose qu'est synthétisé dans le pis à partir du glucose et du galactose. Malgré que le lactose soit un sucre, il n'a pas une saveur douce (BRULE, 1987). Le lactose est le constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est celui-ci est en grande partie produit par le foie (MATHIEU, 1998). Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Le Lactose est un sucre spécifique du lait (HODEN et al., 1991).

2.1.2. Protéines

Les protéines représente 95% des matières azotées et sont constituées soit des AA (β lactoglobuline, α lactalbumine), soit des AA et d'acide phosphorique (la caséine α et β) (ADRIANT, 1973).

Le 5% restant sont constitués de peptone et de l'urée, le classement des protéines se fait selon deux catégories :

- Leur solubilité dans l'eau
- Leur stabilité

2.1.3. Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10 µm et est essentiellement constituée de triglycérides (98 %). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65 % d'acides gras saturés et de 35 % d'acides gras insaturés (**JEANTET et al., 2008**).

2.1.4. Matières minérales

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux sont : calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate (**GAUCHERON, 2004**).

2.1.5. 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 et al., 2002**).

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (tableau 6) (**JEANTET et al., 2008**).

Tableau 6: Teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache (**VIGNOLA et al., 2002**).

Vitamines	Teneur moyenne (µg/100ml)
Vitamine liposolubles	
Vitamine D	2,4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	1 75 µg/1 00ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B1 2 (Cyan cobalamine)	0,45 µg/1 00ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide folique	5,5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3,5µg/100ml

2.1.6. Enzymes, hormones et les acides organiques

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. 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 (**POUGHEON, 2001**).

2.2. Caractéristique physico-chimique du lait de vache

2.2.1. pH et acidité

Le pH du lait normal de vache est de l'ordre de 6.7, le milieu aqueux contient plus d'ions (H_3O^+) que des ions de (OH^-). Cette valeur est due en grande partie au groupement basique ionisable et acide dissociable des protéines (JAQUE, 1998).

L'acidité titrable du lait correspond à la titration par l'hydroxyde de sodium en présence de phénol phtaléine comme indicateur colorée. La présence de ce dernier indiquera la limite de neutralisation par changement de couleur qui devient rose pale (FANNI et al., 1987).

2.2.2. Point de congélation

Selon ABOUTAYEB (2011), Le point de congélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide.

NEVILLE (1995), ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation.

Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre -0.54 et $-0.55^\circ C$, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin.

On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa Composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (MATHIEU, 1998).

2.2.3. Densité

La densité du lait à $15^\circ C$ varie de 1.028 à 1.035 pour une moyenne de 1.032. Chacun des constituants agit sur la densité du lait, étant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure de 1 (VIGNOLA et al., 2002).

2.2.4. Viscosité

Le lait est considérablement plus visqueux que l'eau, car il contient beaucoup de matière grasse en émulsion et des particules colloïdes. Il existe également des contaminations microbiennes qui sont responsables de la viscosité, telle que : *Leuconostoc mesenteroide* (JEAN et al., 1961).

2.2.5. Point d'ébullition

Le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de la substance ou la solution est égale à la pression appliquée. Le point d'ébullition est légèrement supérieur au point d'ébullition d'eau, soit 100,5°C (VIGNOLA et al., 2002).

2.3. Propriétés organoleptiques du lait de vache

2.3.1. Aspect

Le lait est généralement opaque d'un blanc mat, cela est dû à la diffusion de la lumière par les micelles des colloïdes. Et une richesse particulière en graisse ce qui lui confère parfois une teinte jaunâtre (JEAN et al., 1961).

Selon VEISSEYRE (1985) après la traite, l'invasion des germes producteurs de pigments amène des colorations secondaires qui ne développent qu'au bout de 3 à 4 jours de conservation.

Parmi ces germes on a : *Sarcina aurantica* pour les laits roses. Et pour les laits jaunes on a *Micrococcus lutens*, divers *Xanthomonas* et *Pseudomonas*.

2.3.2. Saveur

La saveur normale d'un bon lait est agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement due à la présence de matière grasse, la saveur du lait est composée de son goût et odeur (VIGNOLA et al., 2002).

2.3.3. Odeur

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 (CHETOUNE, 1982).

2.4. Qualité nutritionnelle du lait de vache

Le Lait est la production la plus proche du concept de « l'aliment complet » : il renferme la quasi-totalité des nutriments.

3. Lait caprin (de chèvre)

Le lait de chèvre se présente comme un liquide opaque de couleur blanchâtre mate, dû à l'absence de β -carotène. Il est légèrement sucré, d'une saveur particulière et une odeur assez neutre (ALAIS., 1984).

Le lait de chèvre frais a un léger goût de chèvre dû à la présence d'acide gras caprique, caprylique et caproïque (GJAUBERT., 1997). Le goût fort du lait de chèvre est dû à une traite non hygiénique, à certaines sortes d'aliments pour bétail, à un traitement inadéquat ou à un mauvais stockage du lait, Le goût dépend aussi de la race caprine ; l'une donne un lait au goût plus prononcé que d'autres (ELAACHI et al., 2018).

3.1. Composition chimique 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).

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 (tableau 7) décrit sa composition (PIVETEAU, 1999).

Tableau 7 : Composition moyenne du lait de chèvre (ST-GELAIS et al., 1999).

Constituants	%
Eau	87.1
Matière sèche totale	12.9
Matières grasses	4.1
Matières azotées	3.5
Lactose	4.5
Minéraux	0.8

3.1.1. Lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40 % des solides totaux. C'est un diholoside ($C_{12}H_{22}O_{11}$), constitué d'un galactose et d'un glucose. En présence d'une enzyme, la β -galactosidase, la molécule de lactose est coupée en deux pour libérer le galactose et le glucose (**ST-GELAIS et al., 1999**).

D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose, de l'hydrolyse, ainsi que certains glucides combinés aux protéines (**BENHOUCINE et al., 2015**).

3.1.2. Protéines

Le profil en acides aminés totaux du lait de chèvre est proche de celui du lait humain. Les protéines du lait de chèvre contiennent proportionnellement moins de caséines et davantage d'azote non protéique (**BRULE et al., 1997**).

Le lait de chèvre de consommation contient 30 à 35 g par litre de protéines dont 80% de caséine, 19% de protéines solubles et 1% d'enzymes (tableau8).

La valeur nutritionnelle des protéines caprines est excellente car elle contient tous les acides aminés indispensables à l'organisme en proportions satisfaisantes (**BENHOUCINE et al., 2015**).

Tableau 8 : Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait de chèvre (JOUAN, 2002).

Protéine	Concentration g/l
Total des protéines solubles (22%)	7.5
α lactalbumine	2.0
β lactoglobuline	4.4
Albumine sérique	0.6
Immunoglobulines	0.5
Totale de caséine (71%)	24.3
Caséine α -S1	3.5
Caséine α -S2	4.8
Caséine α	3.4
Caséine β	12.6
Azote non protéique (7%)	2.3
Protides totaux	34.1

3.1.3. Matière grasse

Les matières grasses du lait de chèvre sont constituées de triglycérides (figure 24) de phospholipides et forment une émulsion (BENHOUCINE et al., 2015). Le lait de chèvre est pauvre en carotène et donc, peu coloré par rapport aux autres laits, il est plus riche en acide gras à 10 atomes de carbone et présente un pourcentage plus élevé de petits globules gras que le lait de vache, il ne contient pas d'agglutinines et présente une activité liasique plus faible que le lait de vache (CHILLIARD, 1997).

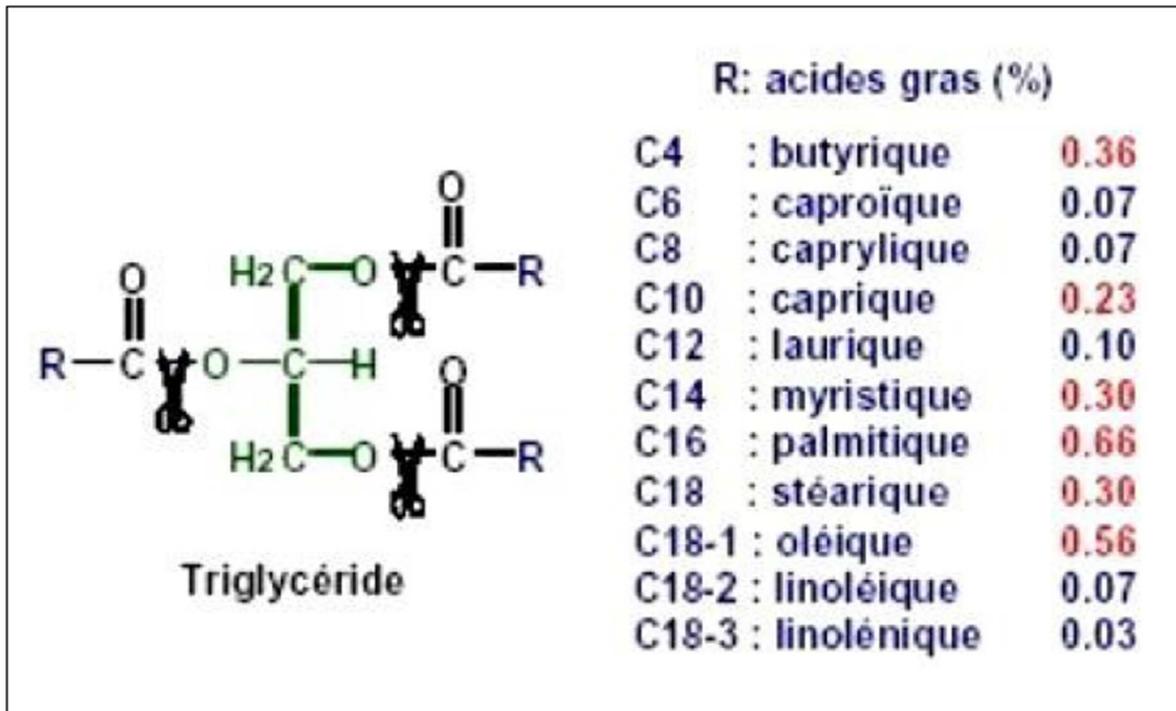


Figure 24 : Triglycérides et acides gras (WOLFF et al., 1998).

3.1.4. Minéraux

Le lait de chèvre plus riche en minéraux et oligoélément, en particulier calcium, magnésium, potassium et phosphore (tableau 9). Toutes les matières minérales ne sont pas en solution, une partie d'entre elles est associée aux protéines. Ces deux formes sont dans un état d'équilibre (ST-GELAIS et al., 1999).

3.1.5. Vitamines

Elles sont réparties en deux classes : les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles. Le lait de chèvre est pauvre en carotène « Ce déficit en carotène du lait est à l'origine de leur blancheur caractéristique » (DEBRY, 2001), et B9 acide folique (AMIOT et al., 2002).

Le lait de chèvre est une bonne source de vitamines A, B1, B2, B6, B12, B5 et E ; de minéraux et oligoéléments (tableau 10).

Les deux laits (de chèvre et de vache) comportent la même quantité de vitamine D (BENHOUCINE et al., 2015).

Le lait de chèvre comporte près de deux fois plus de vitamine A que le lait de vache. Elle se retrouve exclusivement sous forme de rétinol. Le rétinol s'avère être la forme la plus active et la plus rapidement utilisable par le corps (DEBRY, 2001).

Tableau 9 : Teneur en minéraux et en oligo-élément du lait de chèvre (g/l)
(ST-GELAIS et al., 1999).

Minéraux et oligoéléments	Concentration g/l
Sodium	0.37
Potassium	1.55
Calcium	1.35
Magnésium	0.14
Phosphore	0.92
Chlore	2.20
Acide citrique	1.10
Fer	0.55
Cuivre	0.40
Zinc	3.20
Manganèse	0.06

Tableau 10 : Teneur en vitamines du lait de chèvre (g/l) (FAO, 2012).

Vitamines	Concentration g/l
Vitamine A	0.24
β-carotènes	<0.10
Vitamine E	2.3
Vitamine C	4.20
Vitamine B₁	0.41
Vitamine B₂	1.38
Vitamine B₆	0.60
Vitamine B₁₂	0.0008
Acide nicotinique	3.28
Acide folique	0.006

3.1.6. Les enzymes

Les enzymes de lait de chèvre sont principalement des estérases c'est-à-dire les lipases, la phosphatase alcaline et des protéases (**VIGNOLA et al., 2002**).

3.2. Caractéristiques du lait de chèvre

3.2.1. pH et acidité

Un lait normal de chèvre à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité et a un pH de 6.5 qui peut varier jusqu'à 6.7. Toute valeur située en dehors de cet intervalle traduit une anomalie. Il en résulte la détection des mammites par simple mesure du pH ; tout lait mammitique étant alcalin ($\text{pH} > 7$) (**REMEUF et al., 2001**).

L'acidité de lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. Elle se situe entre 14 et 18° Dornic (**VIGNOLA et al., 2002**). En technologie fromagère celle-ci réduit le temps de coagulation de lait caprin par la présure et accélère la synérèse du caillé (**KOUNIBA, 2007**).

3.2.2. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre $-0,54\text{ °C}$ et $-0,55\text{ °C}$ (**MATHIEU, 1998**). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $0,0055\text{ °C}$ (**GOURSAUD et al., 1985**).

Le lait se congèle à $-0,55\text{ °C}$. C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour déceler le mouillage. Si le point de congélation est supérieur à $-0,53\text{ °C}$ on suspectera une addition d'eau (**MATHIEU, 1998**).

3.2.3. Densité

La densité moyenne du lait de chèvre est de 1030.05 à 15 °C (**BONASSI et al., 1998**).

3.2.4. Point d'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, soit : 100.5°C (JEAN et al., 1961).

3.3. Propriétés organoleptiques du lait de chèvre

Le lait est un liquide opaque, blanc mat légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre à odeur peu marquée et au goût douceâtre (LAROUSSE, 2002).

Le lait de chèvre, en raison de l'absence de pigments caroténoïdes a une couleur blanche si caractéristique et un goût légèrement sucré (DURTEURTRE et al., 2005) avec une saveur particulière (SIFFI et al., 2020).

3.3.1. Couleur

Blanc mat, le lait de chèvre ne contient pas de β -Carotène, aussi le beurre de chèvre à une couleur blanche (MUSTAPHA, 2011).

3.3.2. Odeur

Fraichement traité, le lait de chèvre a une odeur assez neutre parfois en fin de lactation, il a une odeur dite Caprique (MUSTAPHA, 2011).

3.3.3. Saveur

Douceâtre agréable particulièrement au lait. Le lait de chèvre fraîchement traité possède une saveur plutôt neutre ; par contre, après stockage au froid il acquiert une saveur caractéristique (MUSTAPHA, 2011).

3.4. Qualité nutritionnelle du lait de chèvre

Le lait de chèvre constitue une source importante d'énergie. La fraction lipidique du lait caprin est pauvre en acides gras polyinsaturés nécessaires au métabolisme humain, mais riche en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C 10) favorisant la digestibilité. Cette dernière est importante pour les protéines du lait de chèvre et dépasse celles du lait de vache (BARRIONUEVO et al., 2001).

4. Lait de brebis (ovin)

Les petites ruminant tels que les brebis sont largement rependu dans le monde entier et élevé dans un grande nombre de foyer en raison des conditions climatiques difficiles et les terrains montagneux qui favorisent ce type d'animal des autres bétails comme les vaches.

A l'observation visuelle, le lait de brebis est d'une couleur blanche nacrée, et présente une opacité blanche plus marquée, la viscosité du lait de brebis est plus élevée, cette caractéristique est liée à sa richesse en composant fromagères pour des quantiques. Ce lait comporte une couleur sui gens, caractéristique de l'animal qui le produit. Cette odeur est dite, odeur de suit elle est relativement faible pour un lait récolté dans de bonnes condition **(LUQUET et al., 1990)**.

Le lait de brebis comporte une résistance particulièrement élevée à la prolifération bactérienne. Son pouvoir tampon est nettement plus élevé cette caractéristique présente donc un avantage certain à sa conservation, mais elle peut devenir un inconvénient si l'on doit traiter ce lait à l'état frais. Il offre alors une résistance plus marquée à la fermentation lactique **(LUQUET et al., 1990)**.

4.1. Composition du lait de brebis

Le lait c'est un liquide onctueux, d'un blanc mat, opaque, présentant des différences dans la teinte et le degré d'opacité suivant l'espèce animale, et dans la même espèce suivant la constitution individuelle et le genre d'alimentation. La composition du lait varie d'une espèce mammifère à une autre, où on constate la présence des mêmes éléments dans chaque lait mais avec des pourcentages différents. Le lait de brebis est plus riche en nutriment (tableau 11), plus de protéines, de matière grasse... **(BOUDJIR et al., 2019)**.

Grâce à sa haute teneur en protéines et à l'ensemble de ses constituants solides, le lait de brebis est particulièrement approprié pour la fabrication de fromage et de yaourt **(FAO, 2019)**.

Tableau 11: Composition nutritionnelle du lait de brebis (LAGRIFOUL et al., 2008).

Les constituants	Teneur moyenne	Les constituants	Teneur moyenne
Energie (k/100g)	4.29	Phosphore (mg/100g)	158
Eau (g/100g)	82.2	Iode (μ g/100g)	23.3
Protéines totale (g/100g)	5.56-6	Potassium (mg/100g)	103
AA essentiels (g/100g)	2.83	Magnésium (mg/100g)	17.1
Caséine totale (g/100g)	4.5-5	Manganèse (mg/100g)	0.018
Protéines de lactosérum (g/l)	1.11	Sodium (mg/100g)	44
Matière grasse (g/100g)	6.97-7.7	Sélénium (μ g/100g)	3
Matière sèche (g/100g)	17,8 - 19.5	Zinc (mg/100g)	0,54
Lactose (g/100g)	4.5-5	Vitamine A (μ g/100g)	21
Fibres alimentaires (g/100g)	0	Vitamine D (μ g/100g)	0.2
Cendres (g/100g)	0.96	Vitamine E (mg/100g)	0.15
AG saturés (g/100g)	4.8	Vitamine C (mg/100g)	4.2
AG mono insaturés (g/100g)	1.6	Vitamine B1 (mg/100g)	0.057
AG polyinsaturés (g/100g)	0.3	Vitamine B2 (mg/100g)	0.34
Cholestérol (mg/100g)	27	Vitamine B3 (mg/100g)	0.42
Sel chlorure de sodium (g/100g)	0.11	Vitamine B5 (mg/100g)	0.41
Calcium (mg/100g)	199	Vitamine B6 (mg/100g)	0.06
Chlorure (mg/100g)	101	Vitamine B9 (μ g/100g)	9.19
Cuivre (mg/100g)	0.011	Vitamine B12 (μ g/100g)	0.71
Fer (mg/100g)	0.46	Vitamine K (μ g/100g)	20.3

4.1.1. Lactose

Le lait de brebis contient près de 4.5% de lactose. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose (VIGNOLA et al., 2002).

4.1.2. Protéines

Les protéines constituent une part importante du lait et des produits laitiers. Le lait de brebis entier est plus riche en protéines que les autres laits et contient environ 55.6g/l de matière azotée totale, la composition en acides aminé est excellente car il contient tous les

acides aminés indispensables à l'organisme à proportion de 2.83g/l. les protéines du lait sont généralement des caséines mais on y trouve aussi les protéines de lactosérum (**VIGNOLA et al., 2002**).

a/ les caséines: sont les protéines principales dans le lait de brebis, représente presque 80% des protéines totales (**BELDJILALI, 2015**).

Elles sont généralement en suspension colloïdale et se regroupent sous formes sphérique appelée micelles. Les caséines précipitent sous l'action de la présure enzymatique ou lors de l'acidification à un pH de 4.6 (**MAHON et al., 1984**).

b/ les protéines de sérum: représentent environ 20% des protéines totale, elles se trouvent sous forme de solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur. Les deux principales protéines de sérum sont: la β lactoglobuline et l' α lactalbumine et les autres protéines de sérum sont les immunoglobulines et différentes enzymes sont présentes dans le sérum (**EIGEL et al., 1984**).

4.1.3. Matière grasse

Le lait de brebis entier contient environ 70g/l de matières grasses. Composées à plus de 99% de lipides. Les acides gras sont classés en fonction de la longueur de leur chaîne carbonée (de C4 à C22) et du nombre de double liaison. La MG du lait de brebis contient de 48g/l d'AG saturés (en moyenne 69%) et(en moyenne 27%) pour les AG insaturés essentiellement sous 2 formes : 16g/l d'AG mono-insaturée et 3g/l sous forme poly-insaturée (**LAGRIFOUL et al., 2008**).

4.1.4. Minéraux

Le lait de brebis est une excellente source de minéraux nécessaires pour la croissance où ces éléments présentent presque 10g/l. La digestibilité du calcium et du phosphore est exceptionnellement élevée dans le lait de brebis où elle comprise respectivement entre 199 à 200mg/100g pour le Ca et 158mg/100g pour le P. Le potassium aussi à une valeur élevé de 103mg/100g, le sodium à une valeur moyenne comprise entre 44 à 45mg/100g, le chlore presque 101mg/100g, le magnésium est de 17.1mg/100g, le fer présente une situation particulière. Il est en quantité insuffisante (0.46mg/100g) dans le lait (**VIGNOLA et al., 2002**).

4.1.5. 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. Le lait figure parmi les aliments qui contiennent la plus grande variété de vitamines, toutefois, les teneurs sont souvent assez faibles. On répartit les vitamines en deux classes :

- Les vitamines liposolubles (A, D, E et K) : s'associent aux différents lipides.
- Les vitamines hydrosolubles (B, C) : ces vitamines se retrouveront en plus grande concentration dans le lactosérum (VIGNOLA et al., 2002).

4.1.6. Les enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par les cellules vivantes ; sont présentes partout dans les aliments et même dans le lait, ce dernier est un tissu vivant contient de nombreuses enzymes mais leur étude est difficile car on ne peut pas facilement séparer les enzymes naturelles du lait de celles sécrétées par les microbes présents dans le liquide (VEISSEYRE, 1985).

Le lait en générale soit de brebis soit les autres laits contient principalement 3 groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influencent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température puisque chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (VIGNOLA et al., 2002).

4.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait de brebis

4.2.1. pH et acidité

Le pH du lait de brebis, se caractérise par des valeurs allant de 6.51 à 6.855 (HAENLEIN et al., 2006).

L'acidité titrable d'un lait varie en fonction de l'évolution de la teneur en protéines du lait et varie selon certains auteurs selon la saison (DEBRY, 2001). L'acidité du lait de brebis reste assez stable durant la lactation. Elle oscille entre 0.22 et 0.25% d'acidité lactique, elle est plus élevée que celle du lait bovin et caprin (0.15 et 0.18%, 0.14 et 0.23% respectivement) (JANDAL, 1966).

4.2.2. Point de congélation

Il est inférieur d'indice de réfraction et de congélation que le lait de vache (STANCHEVA et al., 2009).

4.2.3. Densité

La densité ou poids spécifique dépend de deux facteurs principaux qui sont la teneur en matière sèche et celle de la matière grasse (BELDJILALI, 2015). Il faut noter que l'addition d'eau diminue la densité. Ainsi, la densité du lait de brebis est comprise entre 1.0347-1.0384 (SIMOS et al., 1996).

4.2.4. Viscosité

La viscosité est inversement proportionnelle à la température. La viscosité du lait de brebis est plus visqueuse que ceux des autres laits (PARK et al., 2007).

4.3. Propriétés organoleptiques du lait de brebis

Le lait des brebis laitières est un aliment précieux d'une grande valeur nutritive (acides gras, substances minérales, vitamines), avec une densité nutritive élevée (matière grasse, protéines) (BELDJILALI, 2015).

Les caractéristiques organoleptiques du lait basées sur quatre critères : l'odeur, couleur, saveur, et la viscosité (BOUDJIR et al., 2019).

4.3.1. Saveur

La saveur du lait de brebis normal est agréable et est un peu sucré grâce à la présence de lactose. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. L'alimentation des brebis laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le Lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (THIEULIN et al., 1967).

C'est par excellence un lait de fromagerie. Il est toutefois utilisé également pour la consommation en nature mais il est trop concentré, et doit être dilué. Il existe d'ailleurs

certaines procédés à caractère industriel permettant de rapprocher ses caractéristiques de celles du lait de vache (**BELDJILALI, 2015**).

Le lait de brebis permet également la fabrication de laits acidifiés. Il existe un grand nombre de variétés de fromages au lait de brebis susceptibles d'être maturés de façons très différents. De nos jours, dans tous les pays méditerranéens, ce lait est employé soit pour la fabrication d'un caillé blanc mûri et conservé dans la saumure (fromage feta) soit pour faire des fromages pressés, ou à moisissure interne. Certains ont acquis une réputation mondiale (**BELDJILALI, 2015**).

4.3.2. Odeur

Notamment il a une odeur et une saveur caractéristiques. La matière grasse qui est présente dans le lait fixe des odeurs animales (**BELDJILALI, 2015**). Ces odeurs sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur) ou à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (**VIERLING, 2003**).

4.3.3. Couleur

Le lait de brebis est de couleur blanc nacré et plus opaque, il est extrêmement blanc (**BELDJILALI, 2015**), due à la présence de grande partie de la matière grasse, et aussi il est dépourvu de carotène (la femelle transforme le B- carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait).

Les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (**JANDAL, 1966**).

5. Facteurs de variation de la composition du lait animal

5.1. Effet de la race

D'après (**PHOUGHEON et al., 2001**), il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences

génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

5.2. Effet de stade de lactation

Le stade de lactation a un effet sur tous les composants du lait observable à travers des changements significatifs dans l'état physiologique de l'animal (LILIANA, 2016).

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2eme mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (PHOUGHEON et al., 2001). La figure suivante illustre la variation de la teneur en MG durant le stade de lactation.

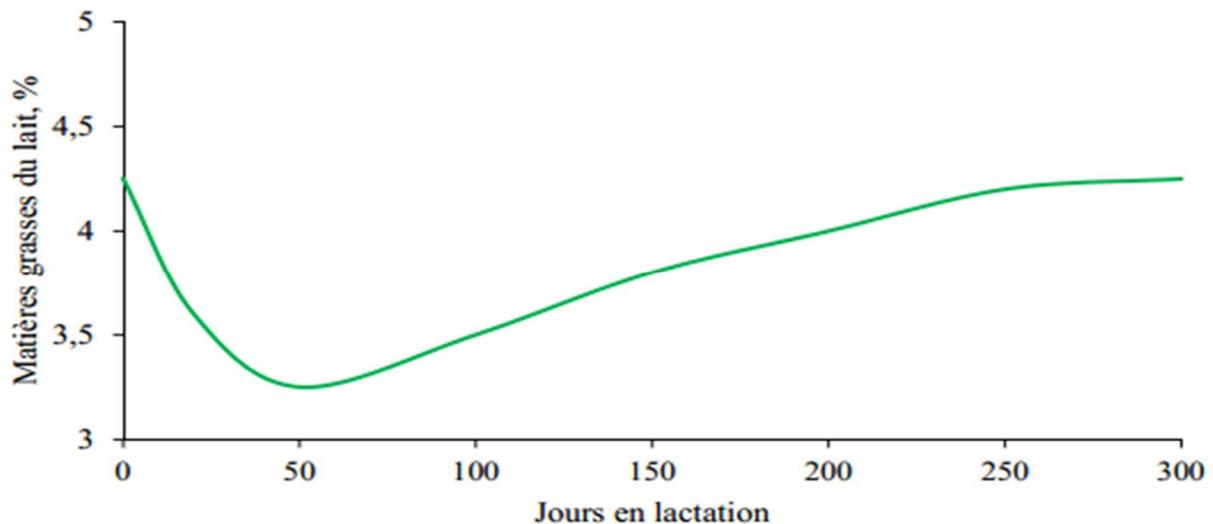


Figure 25 : Teneur en matière grasse du lait en fonction du stade de lactation (SCHUTZ et al., 1990).

5.3. Effet de l'âge et rang de lactation

Selon (PHOUGHEON et al., 2001), on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6%.

5.4. Effet de la saison

D'après (PHOUGHEON et al., 2001), la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

Des animaux exposés à des températures au-dessous de -5 C réduisent leur production de lait et, par conséquent, la TMG du lait augmente (LILIANA, 2016).

5.5. Effet de l'alimentation

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté, un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (PHOUGHEON et al., 2001).

5.6. Autres facteurs

5.6.1. Hygiène du personnel

Le personnel devrait subir un examen médical d'embauche, et cet examen devrait également être effectué chaque fois qu'il s'impose pour des raisons cliniques ou épidémiologiques. Organiser à l'intention de tout le personnel une formation permanente aux méthodes hygiéniques, afin qu'il connaisse les précautions nécessaires pour éviter la contamination du lait.

Le trayeur doit être en bon état de santé et doit prendre des précautions hygiéniques élémentaires: se laver les mains, avant-bras et les essuyer avec un linge propre.

Un contrôle devrait être exercé pour faire respecter cette consigne et des surveillants qualifiés devraient être expressément chargés de veiller à ce que l'ensemble du personnel respecte toutes les dispositions (ALAIS, 1984).

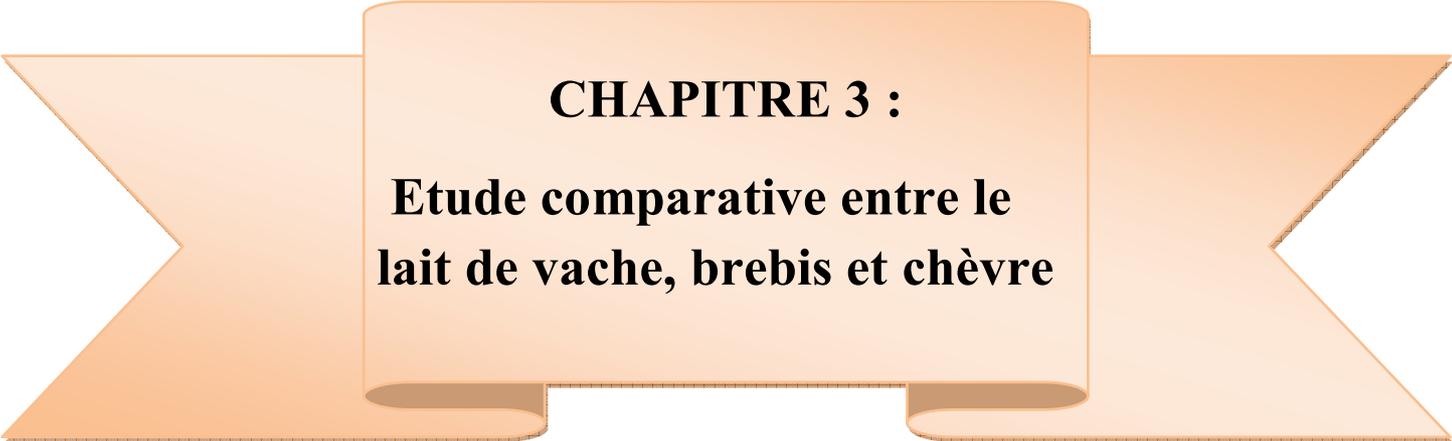
5.6.2. Hygiène du matériel de récolte

Qu'il s'agisse simplement des récipients dans lesquels on recueille le lait (seau, bidon) ou du matériel de traite utilisé lorsqu'on opère mécaniquement, il est essentiel que tout ustensile venant au contact du lait soit parfaitement nettoyé et aseptisé avant utilisation. Un égouttage ou séchage sans essuyage doit terminer les opérations. Les laits destinés à être vendus à l'état cru pour la consommation humaine doivent être récoltés et transportés dans les récipients répondant aux normes d'hygiène (ALAIS, 1984).

5.6.3. Hygiène des locaux :

Pour produire un lait sain et de qualité, dans des conditions économiques, la stabulation libre et la salle de traite sont mieux adaptés (FAO/OMS, 1970).

- **Le local de stabulation** Le local de stabulation doit être spacieux, bien éclairé et ventilé tout en maintenant une température convenable. L'aération assainit l'atmosphère et régularise la température. la lumière solaire favorise la santé des animaux, l'assainissement du milieu par son action bactéricide et l'augmentation de l'activité vitaminique D du lait.
- **La salle de traite** C'est le local le plus important et doit être bien conçue pour la production du lait de très bonne qualité. Le sol est dallé ou cimenté et les murs lisses pour permettre un nettoyage facile et adéquat, ainsi qu'un bon contrôle de l'hygiène alimentaire.
- **La laiterie de ferme** C'est un local spacieux, exempt d'odeurs désagréables de fumée, de poussière ou autres éléments contaminants et qui n'est pas sujet aux inondations. La laiterie de ferme permet la conservation et le conditionnement du lait réfrigéré. Un local équipé d'eau potable chaude et froide est réservé au nettoyage et à l'entreposage du matériel laitier. Ces différents locaux doivent faire l'objet de nettoyage quotidien mais aussi de désinfection et désinsectisation (ALAIS, 1984).



CHAPITRE 3 :

**Etude comparative entre le
lait de vache, brebis et chèvre**

Chapitre 3 :

Etude comparative entre le lait de vache, brebis et chèvre

Des tableaux comparatifs entre différents laits de mammifères sont présentés dans cette partie. Ils résument la majorité des nutriments apportés par chaque lait. Les laits étudiés sont ainsi, de vache, de brebis et de chèvre. En fin de compte, il s'agit de synthétiser l'effet de l'espèce sur la qualité quantitative (centésimale) du lait.

1. Composition de base (global) du lait

Indépendamment de l'origine du lait, ce dernier présente la même composition qualitative ; c'est-à-dire que tous les nutriments sont présents à quelques très rares différences. Le lait est considéré comme un aliment complet.

La composition générale du lait, exprimée en g/l, des trois espèces étudiées est mentionnée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l)
(FAO, 1995)

Constituant	Vache	Chèvre	Brebis
Extrait sec total	128	134	183
Protéines	34	33	57
Caséines	26	24	46
Lactose	48	48	46
Matières salines	9	7.7	9
Matières grasses	37	41	71

La première lecture de ce tableau nous montre que le lait de brebis est de loin le plus riche en éléments globaux de la composition. Entre autre, le lait de chèvre s'apparente plus au lait bovin. Enfin les éléments lactose et matières minérales semblent être les plus constants. En effet, l'effet espèce sur la composition du lait a été bien prouvé et démontré dans la bibliographie et cité comme facteur principal de variation de la composition.

Le lait de brebis se caractérise par sa richesse inéluctable en matière grasse, cette dernière présente une teneur double de celle du lait de vache, et plus d'une fois et demie de celle du lait de chèvre. Il se distingue aussi par sa composition protéique, où les protéines, ainsi que les caséines montrent une teneur égale à presque deux fois celle des laits des espèces

bovine et caprine. Pour ce qui est de l'extrait sec total, le lait de brebis exhibe une teneur égale à trois quart celle du lait de chèvre ou de vache. Enfin, les trois types de lait s'égalisent en matière de teneur en lactose et éléments minéraux. L'espèce s'avère sans effet sur ces paramètres.

1.1. En matière d'apport énergétique

Sur le plan énergétique, Le lait de brebis apporte beaucoup plus de calories que celui des autres espèces étudiées (Tableau 13) (PICAUD, 2008). Entre autre, le lait de chèvre et à un degré moindre celui de vache se rapprochent plus du lait humain d'un point de vue calorique que le lait de brebis (PARK et al., 2007).

Tableau 13 : Apport énergétique pour 1 L de lait suivant les différents mammifères (PICAUD, 2008).

Lait	Vache	Chèvre	Brebis	Humain
Calories (kcal/l)	490	640	980	680

1.2. En matière de composition protidique

Tous les laits de mammifères ont la même composition protéique de base et il existe de fortes homologues de structure entre les protéines du lait des différentes espèces : 85 % entre lait de vache et lait de brebis ou de chèvre, 97 % entre le lait de brebis et le lait de chèvre (LAFITEDUPONT, 2011). Plus les espèces sont proches, plus les homologues sont importantes, ce qui explique les réactivités croisées entre les laits de différentes espèces (VILAIN, 2010).

Comme signaler précédemment, le lait de brebis est plus riche en protéines que celui des deux autres espèces. Ces dernières s'égalisent en matière de teneur en protéines. La structure micellaire des laits de chèvre et de brebis diffère de celle du lait de vache en matière de diamètre, d'hydratation et de minéralisation (Tableau 14). Les micelles caprines ont un diamètre plus élevé et une minéralisation calcique plus importante et une faible solvatation que celles des bovins. Le lait de chèvre ressemble au lait de brebis en termes de caractéristiques des micelles (PARK et al., 2007).

Si l'on classe par taille croissante les micelles de caséines du lait suivant les espèces, on a d'abord ceux du lait de vache, puis ceux du lait brebis, et en dernier de chèvre. Dans les laits de chèvre et de brebis, les micelles sont fortement minéralisées (plus de calcium et de phosphore inorganique), mais moins hydratées que ceux trouvées dans le lait de vache

(PARK et al., 2007). En effet, les micelles du lait de vache sont très hydratées puisqu'elles contiennent environ 4 g d'eau par gramme de micelles sèches (FARRIAUX et al., 1993).

Tableau 14 : Comparaison des taux de protéines totales et de structure des micelles entre les différents laits de mammifères (FAO, 1995) ; (PARK et al., 2007) .

Lait	Vache	Chèvre	Brebis
Protéines (g/l)	32-34	33-34	57-62
Taille des micelles (nm)	182	260	193
Hydratation des micelles (g/g ms)	1,9	1,77	/
Minéralisation des micelles (g/Ca/100caséines)	2,9	3,6	3,7

Le lait de brebis est nettement plus riche en protéines solubles, en particulier β -lactoglobuline et immunoglobulines, en revanche il accuse un déficit en α -lactalbumine et ce comparativement aux laits de vache et de chèvre (Tableau 15). Le lait des petits ruminants renferme la même teneur en albumine sérique, qui est légèrement supérieure à celle du lait de vache.

Tableau15 : Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait des espèces animales étudiées (FAO, 1995) .

Protéines	Vache	Chèvre	Brebis
α -lactalbumine	1,5 (45%)	2,0(25%)	1,3 (10%)
β -lactoglobuline	2,7 (25%)	4.4 (55%)	8,4 (67%)
Albumine sérique	0,3 (5%)	0,6(7%)	0,6 (5%)
Immunoglobulines	0.7 (12%)	0.5 (6%)	2.3 (18%)
Protéose-peptone	0,8 (13%)	0,6(7%)	
Total des protéines solubles (100%)	6,0 (100%)	8.10 (100%)	12,6 (100%)
Caséine α -S	12,0 (46%)		21 .0 (47%)
Caséine β	9,0 (36%)		16,1 (36%)
Caséine κ	3,5 (13%)		4,5 (10%)
Caséine γ	1,5 (6%)		3,0 (6%)
Total des caséines (100%)	26,0 (100%)	26,0(100%)	44,6 (100%)

Le lait de chèvre contient proportionnellement la teneur en caséines totales que celui de la vache. Par contre le lait de brebis en renferme le double, en particulier pour ce qui concerne les caseines α -s, β et γ .

Le taux de β -caséine associé à la κ -caséine est plus élevé dans le lait de chèvre et de brebis que dans le lait de vache. Par contre, le lait de chèvre possède moins d' α s-caséines que les autres laits de ruminants (vache et brebis) (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008). Son taux d' α s2-caséine reste constant à environ 2 g/L, alors que le taux d' α s1-caséine varie entre 0 et 3,6 g/L suivant le polymorphisme génétique exprimé (FARRIAUX et al., 1993).

Selon la FAO (1995), le profil en acides aminés totaux du lait de chèvre est proche de celui du lait humain et les acides aminés essentiels s'y trouvent en excès relatif par rapport aux besoins du nourrisson et les compositions aminées de la β -lactoglobuline et de l' α -lactalbumine du lait de chèvre sont très proches de celles du lait de vache. Des allergies croisées entre laits de ces deux espèces ne sont donc pas rares. Cela réduit l'intérêt du lait de chèvre pour les sujets allergiques. Enfin, dans le lait de chèvre, la fraction d'azote non protéique (en particulier l'urée) représente, comme dans le lait de femme, une proportion bien plus élevée que chez la vache.

1.3. En matière de composition glucidique

Le principal glucide présent à 97 % dans le lait de vache est le lactose (46g/l). Les 3 % restant rassemblent 1,0 à 1,6 g/L (Tableau 16) d'oligosides libres ou combinés aux protéines, ce taux passant à 3 g/L dans le colostrum de la vache.

Le lait de vache, quant à lui, ne comporte quasiment que du lactose, tout comme le lait de brebis. Il existe par contre une grande diversité d'oligosaccharides dans le lait de chèvre. Les oligosaccharides du lait de chèvre sont trouvés à un taux 4 à 5 fois supérieur à celui du lait de vache et 10 fois supérieur à celui du lait de brebis (VILAIN, 2010).

Le lait de brebis possède généralement une teneur plus élevée en lactose que les laits de vache, de chèvre.

Tableau 16 : Composition en glucides des laits de vache, de chèvre, de brebis (BERTHOLD et al., 2005), (MALACARNE et al., 2002).

Glucides (g/l)	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de brebis
Lactose	46	45	48
Oligosaccharides	0.03-0.06	0.25-0.30	0.02-0.04

1.4. En matière de composition lipidique

Les lipides sont constitués d'un mélange d'acides gras en suspension dans le lait sous forme de gouttelettes, ils forment une émulsion. Leur concentration varie de 10 à 500 g/L, suivant les espèces (VILAIN., 2010). La teneur en lipides est la composante la plus variable du lait tant sur le plan quantitatif que qualitatif (Tableau 17). Elle est dépendante de différents facteurs comme le stade de lactation, la saison, la race, le génotype ou encore l'alimentation. Le lait de brebis est très gras comparativement aux laits de chèvre et de vache qui s'apparentent en terme de teneur. On note que le lait de brebis est nettement plus riche en lipides que le lait de vache et de chèvre (FAO, 1995).

Tableau 17 : Teneur totale en lipides et taille des globules gras de différents laits (MALACARNE et al., 2002), (BELITZ et al., 2004).

Lipides/laits	vache	chèvre	Brebis
Lipides totaux (g/l)	35	37	64
Taille des globules (µm)	4-5	<3.5	<3.5

La taille des globules gras varie entre 0,1 et 20 µm suivant les espèces. Pour le lait de vache, le diamètre moyen est de 4 à 5 µm. La dispersion de la matière grasse est donc très importante. Les globules gras du lait de vache sont formés d'une membrane ou film protecteur recouvrant deux parties : une couche interne, assez résistante, constituée de glycoprotéines et de phospholipides avec peu d'activités enzymatiques, et une couche externe où siège des activités enzymatiques (phosphatase alcaline, xanthine oxydase, ...) et diverses substances adsorbées. Cette membrane se compose de 41 % de protéines, 30 % de phospho et glycolipides, de 2 % de cholestérol, de 14 % de glycérides neutres et de 13 % d'eau. Quelques éléments métalliques, comme le cuivre ou le fer, sont retrouvés dans les deux couches (BELITZ et al., 2004).

Dans les laits de chèvre et de brebis, les globules de matière grasse ont des tailles inférieures à 3,5 µm. Il faut noter que les globules gras sont encore plus petits dans le lait de brebis que dans le lait de chèvre, mais bien plus nombreux que dans le lait de vache. Il existe une relation entre le génotype de l' α s1-caséine de la chèvre et la taille des globules gras. De même, un lien génétique a été établi avec la taille des globules chez la vache (PARK et al., 2007).

Selon la FAO (1995), la composition en acides gras présente des traits communs aux différentes espèces et d'autres spécifiques à chacune d'entre elles. L'acide palmitique et l'acide oléique constituent les acides en plus forts pourcentages, même si ceux-ci diffèrent d'une

espèce à l'autre. En ce qui concerne les particularités, il y a lieu de noter dans le lait de chèvre la présence, plus importante que dans le lait de vache, des acides gras à chaîne courte, en particulier de l'acide caprique. C'est pour cette raison que le dosage de l'acide caprique permet de déceler le coupage frauduleux du lait de chèvre.

1.5. En matière de composition minérale

Le lait est une source très riche en minéraux (Tableau18), d'où son importance dans l'alimentation humaine et plus particulièrement pour l'apport de calcium. Le lait de vache contient des minéraux dont les deux tiers sont retrouvés sous forme colloïdale, ce qui joue peu sur la pression osmotique. La liste des sels retrouvés dans le lait est longue : calcium, phosphore, sodium, potassium, chlorure, magnésium, zinc, fer, sélénium (ALIAS et al., 2008).

Les laits de vache, de chèvre et de brebis sont plus riches en minéraux que le lait humain. Les répartitions du calcium et du phosphore entre les phases solubles et colloïdales du lait sont similaires pour le lait de vache et de chèvre, mais la solubilité de ces minéraux est inférieure pour le lait de brebis (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008).

On peut remarquer sur le tableau de la composition minérale du lait, la teneur élevée du chlore dans le lait de chèvre, ainsi que la teneur élevée en calcium du lait de brebis et la constance de la teneur en potassium. Il est bien de noter que le lait de brebis est plus riche de calcium, magnésium, manganèse et phosphore que le lait de vache et de chèvre.

Tableau 18 : Composition minérale du lait de vache ; chèvre et brebis (FAO,1998).

	minéraux	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de brebis
Eléments majeurs	Calcium	1,25	1,35	2,0
	Sodium	0,50	0,37	0,42
	Potassium	1,50	1,55	1,50
	Magnésium	0,12	0,14	0,18
	Phosphore	0,95	0,92	1,18
	Chlore	1,00	2,20	1,08
	Acide citrique	1,80	1,10	
Oligo-éléments	Fer	0,20-0,50	0,55	0,2-1,5
	Cuivre	0,10-0,40	0,40	0,3-1,76
	Zinc	3-6	3,20	1-10
	Manganèse	0,010-0,030	0,06	0,08-0,36

1.6. En matière de composition vitaminique

Deux grandes classes de vitamines sont également retrouvées dans le lait, les vitamines liposolubles telles que la vitamine A, D, E et les vitamines hydrosolubles comme les vitamines C, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 et B12 (tableau 19) (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008).

Tableau 19 : Comparaison vitaminique du lait humain avec les laits de vache, de chèvre et de brebis (FAO, 1998).

Vitamines pour 100 g de laits		Vache	chèvre	brebis
Vitamines liposolubles	A ou Rétinol (mg)	0.04	0.04	0.08
	D ou Ergocalciférol (µg)	0.08	0.06	0.18
	E ou Tocophérol (mg)	0.11	0.04	0.11
Vitamines hydrosolubles	B1 ou thiamine (mg)	0.04	0.05	0.08
	B2 ou Riboflavine (mg)	0.17	0.14	0.35
	B3 ou PP ou Niacine (mg)	0.09	0.2	0.42
	B5 ou Acide pantothénique (mg)	0.34	0.31	0.41
	B6 ou Pyridoxine (mg)	0.04	0.05	0.08
	B8 ou Biotine (µg)	2	2	ND
	B9 ou Acide folique (µg)	5.3	1	5
	B12 ou Cyanocobalamine (µg)	0.35	0.06	0.71
	C ou Acide ascorbique (mg)	1	1.3	5

Pour l'alimentation d'un nourrisson, le lait de chèvre apporte un taux adéquat de vitamines A et PP, mais un excès de vitamines B1, B2, B5, B6 et B8 et un manque en vitamines E, B9 et C. Le lait de brebis est plus riche en vitamines que tous les autres laits cités, sauf en ce qui concerne la vitamine E. Les laits de chèvre et de brebis sont riches en vitamines B, et plus spécialement en vitamine PP (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008).

La FAO (1995), signale la richesse du lait de brebis, dans presque toutes les vitamines, par rapport au lait de vache et la faible teneur en vitamines du lait de chèvre. Les deux laits (de chèvre et de vache) comportent la même quantité de vitamine D. Le lait de chèvre comporte près de deux fois plus de vitamine A que le lait de vache.

2. Caractéristiques organoleptiques du lait

Le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache (Tableau 20), en raison de l'absence de B-carotène (CHILLIARD et al., 1997), le lait caprin à un goût légèrement sucré (GRANGE et al., 2005). Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (BOUZID et al., 2016). Cette saveur, en grande partie due à certain acide gras libre (MORGAN et al., 2001).

Tableau 20 : Caractéristiques organoleptiques du lait des trois types espèces (CHILLIARD et al., 1997).

	Lait de brebis	Lait de vache	Lait de chèvre
Couleur	Blanc crème	Blanc jaunâtre	blanc mat
Gout	Un peu sucré	Un peu sucré	gout douceâtre
Odeur	Non spécifique	Animale forte	Odeur Caprique

Par ailleurs, le type d'alimentation et l'endroit d'élevage auraient probablement une influence sur l'odeur du lait (GAST, 1969). Donc, concernant le lait de chèvre, l'odeur animale forte peut être est due à l'influence de l'endroit d'élevage sur le lait. En revanche, les deux types du lait (bovin et camelin) ont rien signalé concernant l'odeur (non spécifique).

3. Caractéristiques physico-chimiques du lait

Les caractéristiques physico-chimiques des différents laits sont regroupées au (tableau 21). Certains laits ont été étudiés de manière aussi détaillée que le lait de vache, c'est le cas des laits, de brebis et de chèvre.

Tableau21: Caractéristiques physico-chimiques du lait des trois types espèces (FAO, 1995).

Constantes	Vache	Chèvre	Brebis
Energie (kcal/litre)	705	600-750	1 100
Densité du lait entier à 20 °C	1,028-1,033	1,027-1,035	1,034-1,039
Point de congélation (°C)	-0,520--0,550	-0,550--0,583	-0,570
Acidité titrable (°Dornic)	15-17	14-18	22-25
pH-20°C	6,60-6,80	6.45-6,60	6,50-6,85
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes cm)	50	52	45-49
Conductivité électrique à 25 °C (siemens)	45 x 10 ⁻⁴	43-56 x 10 ⁻⁴	38 x 10 ⁻⁴
Indice de réfraction	1,45-1,46	1,35-1,46	1,33-1,40
Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,0-2,2	1,8-1,9	2,86-3,93

3.1. Energie du lait

L'apport en énergie d'un litre de lait différencie les espèces animales considérées et est susceptible de larges variations à l'intérieur d'une même espèce (cela étant, bien entendu, lié à la teneur en lipides du lait). L'apport énergétique est en moyenne de 1 000 kcal/litre pour le lait de bufflonne, de 11 00 pour celui de brebis et plus faible pour ceux de chamelle (800), de chèvre (de 600 à 650) et de jument (inférieur à 600).

3.2. Densité du lait

En générale, la densité du lait à 15°C varie de 1.028 à 1.035 (AMIOT et al., 2002). La densité du lait de chèvre est relativement stable (VEINOGLU et al., 1982), et est comparable à celle de lait de vache (1,022 vs 1,036) (SIFI, 2020). La densité du lait de brebis ainsi que celle des races de chèvre à lait gras est plus élevée que celle du lait de vache, elle est comprise entre 1.0347-1.0384 (SIMOS et al., 1996).

La densité du lait dépend étroitement de sa composition, particulièrement de sa richesse en matières sèches dégraissées (CROGUENNEC et al., 2008). Dans ce sens, la densité varie au cours de la lactation (ASSENAT, 1985), (KUCHTIK et al., 2008), de façon plus notable si l'on considère les mois de lactation plus que les semaines (SIMOS et al., 1996). Il est à remarquer que l'écémage augmente la densité du lait par contre le mouillage la diminue (AMIOT et al., 2002).

3.3. Viscosité du lait

La viscosité du lait de brebis est plus élevée que celle que lait de vache et de chèvre. Le lait de chèvre se caractérise par un pourcentage élevé de micelles de caséine soluble (de 10 à 20 pour cent contre 1 pour cent pour le lait de vache) (FAO, 1995).

3.4. pH du lait

Le pH global d'un lait frais varie d'une espèce à l'autre. Le pH du lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 avec une moyenne de 6,7 différents peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (REMEUF et al., 1989). Le pH moyen du lait de brebis se situe autour de 6.65 (ASSENAT, 1985). Les variations de cette grandeur, assez faible pour un lait frais, sont étroitement liées à la composition de ce dernier, plus particulièrement en phosphates, citrates et caséines (MATHIEU, 1998). D'autre part, la mesure du pH renseigne beaucoup plus sur la stabilité du lait et celle de ses micelles (MATHIEU, 1998). Sur le plan hygiénique, PIRISI et al. (2007) considèrent le pH du lait des petits ruminants comme l'un

des indicateurs de la qualité du produit, ce qui introduit de facto la nécessité de recourir à cette mesure dès l'arrivée du lait dans les laiteries.

3.5. Acidité du lait

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., 1982). Selon MATHIEU (1998) l'acidité d'un lait frais de brebis se situe entre 18 et 22°D. Elle est supérieure à celle du lait de vache estimée à 15-17°D (CROGUENNEC et al., 2008).

L'acidité du lait est influencée par certains facteurs tels que les conditions hygiéniques et climatiques (température) ainsi que le stade de lactation (PAVIC V., 2002). Il faut cependant distinguer entre l'acidité naturelle, traduisant la richesse du lait en différents constituants de celle dite développée, due à la formation d'acide lactique (MATHIEU, 1998). En technologie fromagère, celle-ci réduit le temps de coagulation du lait caprin par la présure et aussi accélère la synérèse du caillé (KOUNIBA et al., 2007).

3.6. Point de congélation du lait

Le point de congélation est le paramètre le plus constant. Il est utilisé pour détecter un éventuel mouillage du lait (le point de congélation s'élève) alors que l'hydrolyse du lactose (éventuelle fermentation lactique) provoque son abaissement (MATHIEU, 1998).

Le lait de brebis présente le point de congélation le plus bas suivi de celui de chèvre et de la vache dans cet ordre.

4. D'un point de vue technologique

(STORRY et al., 1982), (UBERTALLE et al., 1990) ont mentionné une corrélation très significative entre la composition physico-chimique du lait et les paramètres rhéologiques des fromages (temps de gélification, vitesse de raffermissement et fermeté des gels).

En élevage de brebis laitières, la composition du lait revêt une importance considérable puisque l'essentiel de la production est destiné à la fabrication de fromages. Selon DELACROIX-BUCHET et al. (1994), le lait de brebis se distingue du lait de vache par sa richesse en composants fromagers, ce qui se matérialise par un rendement fromager plus élevé. A la coagulation, il donne un caillé ferme avec certaines spécificités d'aspect et de goût. La pâte de ces fromages est en général plus blanche avec absence de goûts amers (ASSENAT, 1985). Ainsi le lait de brebis est destiné pour une grande part à la fabrication de fromages typiques à longue conservation, de très bonne qualité et à grande réputation (CASSU et al., 1990). MANFREDINI et MASSARI (1989) rapportent qu'il existe plus de

100 types de fromage au lait de brebis fabriqués dans les treize pays méditerranéens ; à l'instar du *Roquefort* Français, du *Roncal*, *Manchego* et *Idiazabal* Espagnols, du *Pecorino Romano*, *Fiore Sardo*, *Pecorino Siciliano* et *Canestro Pugliese* Italiens, du *Serra da Estrela* Portugais et du *Feta* Grec. En dehors de la transformation fromagère et, notamment dans le bassin méditerranéen, le lait de brebis est parfois consommé en l'état ou transformé en yoghourt ou encore en beurre et crème, traditionnellement ou à l'échelle industrielle (**PANDYA et GHODKE., 2007**).

D'un point de vue technologique, le lait de chèvre est constitué par des globules gras de petites tailles (3.49 μm de diamètre contre 4.55 μm pour ceux du lait de vache), ce qui facilite son homogénéisation lors des traitements **SOLAIMAN et SANDRA (2010)**. La taille des globules gras intéresse aussi bien les physiologistes que les technologues de l'industrie laitière. Les globules gras de dimension réduite sont plus facilement digérés par attaque enzymatique humaine ou microbienne (**HUEBNER, 2012**). Alors que les caractéristiques morpho métriques des globules gras sont liées aussi bien au rendement fromager qu'aux paramètres de coagulation du lait (**MARTINI et al., 2008**) ainsi qu'à la stabilité de l'émulsion laitière (**CROGUENNEC et al., 2008**). La composition en acides gras (AG) influence aussi bien les propriétés technologiques des matières grasses (par leur point de fusion) que les propriétés organoleptiques des produits laitiers (proportions variables d'AG, oxydation...) (**SCHMIDELY et SAUVANT, 2001**). Selon **CLARK (2009)**, la richesse du lait de brebis en acides gras à courte et moyenne chaîne lui confère un caractère organoleptique spécifique qui se caractérise par une flaveur piquante et une rancidité plus élevées que celui de la vache. En fromagerie, les matières grasses contribuent à la saveur et à la texture de la pâte. En effet, et contrairement au lait de vache, le seul débouché du lait de chèvre est le fromage. Donc, l'éleveur de chèvre doit s'intéresser de très près au TP car il détermine directement le rendement fromager, qui doit être maximum pour que l'atelier fromager soit le plus rentable possible (**ZELLER, 2005**).

Il est admis que plus la teneur en caséines n'augmente, plus l'aptitude du lait à la transformation fromagère est meilleure. C'est ainsi que le ratio caséines/protéines totales est considéré comme critère conditionnant la qualité fromagère du lait (**ASSENAT, 1985**). Selon (**REMEUF, 1993**), le type de caséine α_1 du lait de chèvre a un effet marqué sur les dimensions des micelles de caséine et sur le plan du comportement technologique, des différences importantes sont relevées en ce qui concerne la fermeté maximale du gel présure et sa vitesse de raffermissement.

5. Particularités des laits étudiés

5.1. Particularités du lait de brebis

Le lait de brebis se singularise par des teneurs en lipides et protides, en moyenne deux fois plus élevées que celles rencontrées dans les laits des autres espèces laitières (bovin et caprin) lui conférant ainsi une très bonne valeur nutritionnelle.

Le lait de brebis est plus riche en caséines que le lait des autres ruminants (vache, chèvre) (CAYOT et al., 1998). Elles se retrouvent dans lait essentiellement sous formes de particules sphériques dites micelles de dimensions légèrement réduites par rapport à celles du lait de chèvre mais supérieures à celle du lait de vache (PARK et al., 2007). Il est plus riche en α -CN que le lait de chèvre mais plus pauvre que celui de la vache. Les caséines α 1, α 2 ovines présentent les plus hauts niveaux de phosphorylation (GIAMBRA, 2011).

Le lait de brebis est réputé pour sa richesse en matière grasse. La matière grasse laitière de la brebis se caractérise par certains paramètres physiques qui la distinguent de celle de la vache. Selon (HUEBNER, 2012), l'absence de β -carotène dans la matière grasse laitière du lait ovin contribue à la blancheur de ce dernier. Le lait ovin se caractérise par sa richesse en acides gras à courte chaîne (AGCC) (de C4 à C10) (CASTRO et al., 2009), (BIONDI et al., 2008).

Le lactose que l'on trouve dans le lait de brebis est plus facile à digérer (TENG et al., 2020). L'avantage du lait de brebis est sa teneur en calcium, plus importante que les deux autres laits (CARDENAS, 2018).

Le lait ovin constitue un produit à grande valeur nutritionnelle et à impacts technologiques et commerciaux prouvés dans bien des régions de par le monde qui le mettent en valeur dans l'élaboration notamment de fromages très prisés répondant au label d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC).

Enfin, malgré que le lait de brebis est riche en vitamines et minéraux, malheureusement son prix est élevé et les brebis produisent chaque année 15 fois moins que les vaches.

5.2. Particularités du lait de chèvre

Le lait de chèvre présente des particularités par rapport au lait de vache : pourcentage plus élevé d'azote non protéique, proportion plus faible de protéines coagulables, grande variabilité des caractéristiques physico-chimiques des laits et de leur aptitude à la coagulation, sensibilité aux traitements thermiques, système lipolytique différent.

La découverte du polymorphisme génétique de la caséine $\alpha S1$ montre qu'il n'existe pas un lait de chèvre, mais des laits génétiquement différents, ayant leurs caractéristiques propres (**RICORDEAU, 1993**).

Le lait de chèvre contient plus d'acides caproïque, caprylique et caprique (**ST-GELAIS et al., 1999**) que le lait de vache ; sa teneur en acides gras à chaîne moyenne contribue à favoriser la digestion du lait qu'ils requièrent moins d'enzymes. Si vous avez un terrain propice aux allergies, le lait de chèvre apparaît comme une alternative plus saine et moins grasse que le lait de vache (**IGLESIAS, 2018**).

Le lait de chèvre apparaît comme un choix santé de par ses multiples qualités nutritionnelles, sa richesse en vitamines (A, C et D) et ses vertus thérapeutiques au cours des différents âges de la vie. Pendant la grossesse, il aide à soulager certains problèmes gastriques de par sa richesse en minéraux. En effet, le lait de chèvre possède moins de caséine que le lait de vache, une protéine allergénique. Ce lait est celui qui ressemble le plus au lait maternel. D'ailleurs, pendant des siècles, la chèvre a remplacé les mères ne pouvant allaiter leurs bébés !

Le lait de chèvre se singularise aussi par :

- Plus grande variabilité de la teneur des constituants du lait de chèvre (plus grande hétérogénéité des troupeaux de chèvre, effet des races, dont les races croisées)
- Profil des caséines différent
- Profil des protéines sériques différent
- Propriétés physico-chimiques et technologiques différentes

5.3. Particularités du lait de vache

Sans indication de l'espèce, la mention lait se réfère au lait de vache, qui est considéré comme référence.

- Excellente source de calcium.
- Riche en lactose.
- Bonne source de protéines.
- Favoriserait la santé cardiovasculaire.
- Contribue à prévenir l'ostéoporose.

Le lait contient plusieurs vitamines et minéraux, dont le calcium et la vitamine D (ajoutée), essentiels au maintien de la santé osseuse. De plus, le calcium laitier pourrait jouer un rôle dans la prévention de diverses maladies telles les maladies cardiovasculaires, l'hypertension artérielle et l'obésité. D'autres composés bioactifs sont présents dans le lait et auraient eux aussi des effets sur la santé. C'est le cas de la lactoferrine, une protéine qui joue

un rôle dans la lutte contre les infections. Elle protégerait aussi contre certains types de cancers.

Le lait, qui contient des acides gras saturés et du cholestérol, a longtemps été soupçonné de causer les maladies cardiovasculaires. Cependant, il contient aussi du calcium. De plus en plus d'études confirment que la consommation de lait et de calcium ne serait pas associée aux maladies cardiovasculaires et à l'infarctus du myocarde. Une faible consommation de lait a même été reliée, dans certaines études, à une augmentation du risque de maladies cardiovasculaires. La quantité de lait à consommer pour prévenir les maladies cardiovasculaires n'est pas déterminée pour l'instant, bien que les risques semblent augmenter pour les individus qui consomment moins de deux portions de lait par jour (**IGLESIAS, 2018**)

Conclusion

Le lait est un aliment très important, il est très riche en nutriments, c'est le premier apport en protéines et aussi il est considéré comme un aliment naturel complet. Il contient les protéines et les nutriments essentiels au bon développement du corps humain et animal. Il est indispensable à la survie de tous les mammifères. En effet, il est le seul aliment du nouveau-né. Aussi l'homme se nourrit du lait de différents mammifères : vache, chèvre, brebis, ...

L'objectif de ce travail était de comparer les trois types de lait issu des espèces laitières de brebis, de chèvre et de vache. Cette étude comparative de la composition des laits met en évidence une similitude des composants, malgré leur présence en quantité variable d'un lait à l'autre.

A la lumière de notre étude, les résultats trouvés durant notre investigation montrent que le lait de brebis est de loin le plus riche et le plus concentré en tous les éléments constitutifs, à quelques exceptions très rares. Le lactose semble être l'élément le plus constant. La matière grasse et les protides les composants les plus variables.

Généralement, l'ordre d'importance des éléments constitutifs du lait est le suivant : lait de brebis > lait de chèvre > lait de vache. En revanche, Les quantités de lait produit suit l'ordre complètement inverse. Il est à signaler que le lait de vache est considéré comme lait de référence. C'est le lait le plus produit et le plus consommé, donc très disponible.

En technologie laitière, sauf celle fromagère, le lait de vache est le plus prisé et plus valorisé. En technologie fromagère, le lait de brebis prend le relais avec des fromages le plus souvent d'Appellation d'Origine Contrôlée, suivi de celui de chèvre.

Suite à cette petite recherche bibliographique, nous constatons que chaque type de lait a fait l'objet de plusieurs investigations de par le monde, en particulier dans le bassin méditerranéen (surtout pour les petits ruminants : berceau d'élevage) d'une part et que, le lait bovin est le plus utilisé en raison de sa disponibilité en grande quantité, le lait de chèvre s'approche plus ou moins du lait humain et que le lait de brebis est le plus valorisé en technologie fromagère, d'autre part.



Références bibliographiques

A

ABADA., BECIREVIC D., BOUCAUD P., LEROY J. P., LUBICZ V., MESCIA F. (2001). Heavy→ light semileptonic decays of pseudoscalar mesons from lattice QCD. *Nuclear Physics B*, 619(1-3), 565-587.

ABDELGUERFI A., LAOUAR M. (2001). Situation et possibilités de développement des productions fourragères et pastorales en algérie. Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en algérie, pp. 36-48.

ABOUTAYEB. (2009). Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>; consulté le 13 Aout 2021.

ADRIAN J., POYUS J., FRANGNER., (1995). La science alimentaire de A à Z. Techniques et documentation Lavoisier. Les cahiers de l'ENSBANA, vol 8, pp 1-23 . Paris.

AFNOR., (1980). Lait produit laitiers: méthodes d'analyse, AFNOR, paris, 1998.AFNOR, 1986.

ALAACHI MERIEM., & KELOUCHE HANANE. (2018). Mémoire de fin d'étude : Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des différents laits (chamelle, chèvre, brebis, vache), Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

Alais C, Linden G et Miclo L. (2008). Biochimie alimentaire, Dunod 6ème édition. Paris.

ALMI ANESS OUSSAMA. (2019). Mémoire de fin d'étude master : l'élevage caprine dans la région aride cas wilaya de Biskra. État des lieux et perspectives de développement. Université Mohamed khieder. Biskra.

AMIOT J., FOURNIER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait, in : « Science et Technologie du Lait » Ed. Presses Internationales Polytechnique. Canada.

AMELLAL R. (1995). La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In: Allaya M. (ed.). Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Montpellier: Ciheam, pp. 229-238.

ANGR (anonyme). (2003). Rapport national sur les ressources génétiques animales. Algérie. P29-37.

ANNABELLE IGLESIAS, (2018). « *Vache, chèvre, brebis : tous les laits d'origine animale se valent-ils ?* » Sur [Doctissimo](#), 30 mai 2018.

ASSENAT. (1985). Le lait de brebis: composition et propriétés. Lait et Produits Laitiers, 1985. Ed. FM Luquet. Technique et Documentation–Lavosier APRIA. Paris, 46-53.

B

BAKELLI AISSA. (2016). Mémoire de fin d'étude master : Les caractères phénotypiques des Chèvres dans la région de Ghardaïa. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

BENCHARIF A. (2001). Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: Etats des lieux et problématiques In: Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée Etat des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche. Options Méditerranéennes. Série B. Etudes et Recherches n°32 P 25-45.

BENCHTRIT. (1956). Les sols d'Algérie. *Revue de géographie alpine*, 44(4), 749-761.

BENHOUCINE FATIMA., SELMA SOUMIA. (2015). Mémoire de fin d'étude : le lait de chèvre, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

BENYOUCEF M. T. (2005). Diagnostic systémique de la filière lait en Algérie : organisation et traitement de l'information pour l'analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages. Thèse de doctorat. Institut Nationale Agronomique d'El-Harrach, Alger, 396 p.

BELAIB ISSAM. (2012). Mémoire de fin d'étude master : Caractérisation morphologique des troupeaux ovins. UNIVERSITE FARHAT ABBAS – SETIF.

BELDJILALI FATIMA ASSMA. (2015). Mémoire de fin d'étude : Contribution à l'étude microbiologique et sanitaire du lait cru de brebis de la région ouest de l'Algérie. Université d'Oran 1.

BELHADIA M., YAKHLEF H., BOURBOUZ A., DJERMOUN A. (2009). La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du moyen Cheliff. *Revue Nature et Technologie* 01 juin 2009. Pp : 54-62.

BELITZ H D., GROSCH W., SCHIEBERLE P. (2004). Food chemistry. Food chemistry, (Ed. 3).

BIONDI L., VALVO M. A., DI GLORIA M., SCINARDO TENGGI E., GALOFARO V. and PRIOLO A. (2008). Changes in ewe milk fatty acids following turning out to pasture. *Small Ruminant Research*, 75, 17-23.

BOUDJIR, IMANE ; ZEHAR, SELMA., (2019). Mémoire de fin d'étude : Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de brebis. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

BOUCHARDAT M., QUEVENNE A. (1857). Les matières albuminoïdes du lait. *Le Lait*, 1(4), 161-170. Paris.

BOUMEDIENE., FARIDA. (2013). Mémoire de fin d'étude : Influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait de chèvre. Aptitude à la coagulation. Ecole nationale supérieure agronomique-el Harrach. Alger.

BOUZID AMEL., LABIDI HANA. (2016). Caractérisation physico-chimique et organoleptique du lait des espèces laitières dans la région du Souf (wilaya d'El Oued). 2016.

BRULE G., LENOIR J., REMEUF F. (1997). La micelle de caséine et la coagulation du lait. *Le fromage*, partie 1, chap. 1, Edition Eck A., Gillis J. C. Techniques et documentation Lavoisier. Paris. PP 7-41.

C

CARDENAS JESUS.(2018). Entretien avec Audrey Aveaux, diététicienne-nutritionniste, directrice de l'agence de conseil Nutritionnellement 2018.

CASSU S., CARTA R., FLAMANT J. C. (1990). Genetic improvement of milk yield in Sardinian ewes. 1. Heritabilities and correlations between characters. In: *Annales de Genetique et de Selection Animale*. 1975.

CASTRO T., MANSO T., JIMENO V., DEL ALAMO M. and MANTECON A.R. (2009). Effect of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. *Small Ruminant Research*, 84, 47-53.

CAYOT P. et LORIENT D. (1998). Structures et Techno fonctions des Protéines du Lait. Ed. Tec. Et Doc., Lavoisier, Paris.

CLARK J. (2009). « Effects of sodium sesquicarbonate on dry matter intake and production of milk and milk component by Hholstein cows ». *Journal of dairy science*, 3354-3363.

CROGUENNEC T., JEANTET R. et BRULE G. (2008). Fondements Physicochimiques de la Technologie Laitière. Ed. Tec. Et Doc. Paris.

CHILLIARD YVES., CHABROT JOSIANE., DOREAU MICHEL. (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.

CHETOUNE S. (1982). Amélioration de la qualité bactériologique du lait cru, thèse d'ingénieur en agronomie. Mostaganem : ITA, 88p.

CODEX ALIMENTAIRUS. (1999). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. Pp: 1-4.

CORDON J.M., HABIB R., JACQUET F., SAUPANOR B. (2003). Bilan et perspectives environnementales de la filière arboriculture fruitière. *Dossiers de l'Environnement de l'INRA*, (23), 31-68.

D

DAHMANI MOHAMED., CHEBABHA SORIA. (2015). mémoire de fin d'étude master : Caractérisation de l'élevage caprin dans la région de M'sila. Université Mohamed Boudiaf Msila.

DEBRY G. (2001). Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation Lavoisier. Paris, 544 p.

DEDIEU., BENOIT., FAVERDIN., PHILIPPE., DOURMAD., JEAN—YVES ., et al. (2008). Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *Productions animales*, 2008, vol. 21, no 1, p. 45-58.

DE LA GRANGE., DUTERTRE M., MARTIN N., AUBOEUF D. (2005). FAST DB: a website resource for the study of the expression regulation of human gene products. *Nucleic acids research*, 33(13), 4276-4284.

DELACROIX-BUCHET AGNES., BARILLET FRANCIS., LAGRIFFOUL GILLES. (1994). Caractérisation de l'aptitude fromagère des laits de brebis Lacaune à l'aide d'un Formagraph. *Le lait*, 1994, 74.3: 173-186.

DILL., ALYASSA., JUNG., HOU-SUNG., SUN., TAI-PING. (2011). The DELLA motif is essential for gibberellins-induced degradation of RGA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2001, vol. 98, no 24, p. 14162-14167.

DJARI M S., GHRIECHE M T. (1981). Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'études, ITA Mostaganem.

DURTEURE G., OUDANANG M K, et NGABA S H. (2005). Les bars laitier de n'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloques, Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad: 20-22 novembre, Paris X-Nanterre.

E

EIGEL W. N., BUTHER J. E., ERNSTROM C. A. (1984). Nomenclature of proteins of cow's milk: fifth revision. *Journal of Dairy Science*, 67(8), 1599-1631.

F

FANTAZI K. (2004). Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins D'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister I.N.A. (Alger) ,145 p.

FANNI N., NOVAK R. (1987). Travaux pratique de la chimie laitière. *Journal of Current Issues & Research in Advertising*, 16(1), 49-66.

FAO. (1995). FAO Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l) 1995.

FAO. (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine .www.fao.org. consulté 16 juin .

FAO/OMS., (1970). Comité mixte d'expert de l'hygiène du lait. 3ème rapport. FAO(2012). Données statistique sur l'élevage. Genève.

FAO. (2014). Donnes statistique sue l'élevage .www.fao.org. consulté le 16 juin .

FAO. (2013). Données statistique sur l'élevage.www.fao.org. consulté le 16 juin

FARRIAUX J. P., GHISOLFI J., NAVARRO J., PUTET G., REY J., RICOURS C., VIDALHET M. (1993) . Sélénium in pediatric nutrition. *Archives françaises de pédiatries*, 50(8), 715-719.

FELIACHI. (2013). Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie. Commission nationale, point focal Algérien pour les ressources génétiques, Octobre, 46p.

FIL-NORM. (1991). Yaourt, identification des microorganismes caractéristiques : *Lactobacillus delbueckii subsp. bulgaricus* et *Streptococcus. Salivarius subsp. thermophilus*. Composition and clotting characteristics on chemical and sensory properties of reblochon de savoir cheese. J. Dairy Res., 64: 157-162.

G

GAST. (1969). Standard free energies of exchange for alkali metal cations on Wyoming bentonite. Soil Science Society of America Journal, 1969, 33.1: 37-41.

GIAMBRA I. J. (2011). Ovine milk proteins: DNA, mRNA, and protein analyses and their associations to milk performance traits. Thèse de Doctorat, Justus-Liebig-University Gießen, Allemagne.

GHOZLANE F., YAKHLEF H., & YAICI S. (2003). Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie.

GREDA., LUKASZ A., PREGLA., REINHOLD. (2002). Hybrid analysis of three-dimensional structures by the method of lines using novel nonequidistant discretization. In: 2002 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest (Cat. No. 02CH37278). IEEE, 2002. p. 1877-1880.

GAUCHERON F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Éditions Lavoisier, Le Lait, 84(5), 449-462. Paris.

GOURSAUD J. (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans laits et produits laitiers vaches, brebis, chèvre. Ed .tec & Doc Lavoisier .Paris. P50-150.

GUELMAOUI S., ABDERAHMANI H. (1995). Contribution à la connaissance des races. Algériennes. Cas de la race du M'Zab. Mém. Ing. Agro. INA. El Harrach, Alger. 107 p.

GUIRAUD. (1998). Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers an overview. Geological Society, London, Special Publications, 132(1), 217-229.

H

HAFIDE N. (2006). Mémoire de magister : L'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres sanguins. Université Batna.

HELLAL F. (1986). Contribution à la connaissance des races caprines algériennes : Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord. Thèse. Ing. Agro; INA. El Harrach.

HEINLEIN G F. W., CACCESE R. (2006). Goat milk versus cow milk. *Da Goat Journal*, 3, 1-5.

HUEBNER D. (2012). The art in the science of sheep cheese making. Proceedings of the 18th Annual Dairy Sheep, October 18 - 20, Virginia, USA.

HODEN A., et J.-B. COULON. (1991). Maîtrise de la composition du lait : Influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques INRA Prod.Anim. 4:361-367.

I

INRA., (1988). Tables de l'alimentation des bovins, ovins et des caprins. INRA, Paris, 192p.

INSTITUTUS DE L'ELEVAGE-GEB (2008): Journée défis et opportunités pour l'élevage ruminant en Europe. (08 Juin 2008)AA.

ITELV. (2001). Institut technique des élevages. Algérie. 10p.

J

JAQUE P. (1998). Alimentation et santé. Paris : INRA, 540p.

JAUBERT G. (1997). Biochemical characteristics and quality of goat milk. *CIHEAM*, Options Méditerranéennes, 25, 71-74.

JANDAL J. M. (1996). Comparative aspects of goat and sheep milk.pdf. Small Ruminant Res. 1996. Vol. 22, n° 2, pp. 177-185.

JEAN P., ROGER C. (1961). Le lait. INRA. La Revue 1 (2016): 74-77.Paris

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).

JOUAN P, (2002). Lactoprotéines et lactipeptides: propriétés biologiques. Ed. INRA.128 p.

K

KANOUN A., KANOUN M., YAKHLEF H., CHERFAOUI M A. (2007). Pastoralisme en Algérie : Pastoralisme en Algérie: systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins. *Rech. Ruminants*, 2007, vol. 14, p. 181-184.

KHALDOUN A. (1995). Les mutations récentes de la région steppique d'El-Aricha. Réseau Parcours, 59-54. La Steppe Algérienne, 1975. Centre Technique Forestier Tropical, Alger : 332 p.

KOUNIBA A., BERRADA M., EL MARAKCHI. (2007). A. Étude comparative de la composition chimique du lait de chèvre de la race locale Marocaine et la race alpine et évaluation de leur aptitude fromagère. *Revue Méd. Vét*, 2007, 158.03: 152-160.

KUCHTIK J., SUSTOVA K., URBAN T. and ZAPLETAL D. (2008). Effect of stage of lactation on milk composition, its properties and the quality of rennet curdling in East Friesian ewes. *Czech Journal of Animal Science*, 53, 55-63.

L

LAIT. (1910). la définition légal de lait Genève 1910, vol. 26, p. 138.

LAFITEDUPONT A. (2011). Les différents laits et leur complexité. Les protéines du lait de vache : aspect nutritionnel et allergie alimentaire. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Limoges, faculté de pharmacie. 146p.

LAROUSSE AGRICOL. (2002). Librairie Larousse, Paris, France 767p.

LAGRIFFOUL G., PACCARD P., GILLET I., CHILLIARD Y., KETSIA RAYANAL-LJUTOVAC. (2008). Composition of goats and sheep milk products; Small ruminant research. 79(1), 57-72, 2008.

LANDAIS E. (1994). D'une intuition holiste à une méthode de recherche, le cheminement d'un concept-In: C. Blanc-Pamard et J. Boutrais, 15-49, 1994.

LEBEUF Y., MICHEL J-C., MOINEAU S. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In: *Science et technologie du lait*. 2002.

LHOSTE P. (2001). L'étude et le diagnostic des systèmes d'élevage, Atelier de Formation des agronomes SCV, Madagascar, 13-23 mars 2001.

LILIANA FADUL PACHECO. (2016). Mémoire de fin d'étude : Relations entre la composition du lait et les facteurs alimentaires dans les troupeaux laitiers québécois. Université Laval. Canada.

LUQUET M.F. (1990). Laites et produits laitiers ; vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laines De la mamelle à la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition : Technologie et documentation- Lavoisier. Paris, 139p.

M

MADANI T. (2000). L'élevage caprin dans le nord est de l'Algérie. Gruner L et Chabert Y (Ed) .INRA et institut de l'élevage Pub, Tours 2000. Acte de la 7ème conférence Internationale sur les caprins, Tours(France) 15-21/05/00.

MADANI T., SAHRAOUI H., BENMAKHLOUF H. (2015). L'élevage caprin en Algérie: Systèmes d'élevage, performances et mutations. In Workshop national sur "Valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs", INRA" Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie", Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, Alger, Algérie (pp. 2-3).

MAHON D.J., BROWN R.J. (1984). Composition structure and integrity of casein micelles: a review of dairy Sci 67: 499.

MALACARNE., MARTUZZI F., SUMMER A., MARIANI P.(2002). Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. International Dairy Journal, 12(11), 869-877.

MANFREDINI M., MASSARI M. (1989). Small ruminant Milk. Technological aspects : stronge and processing. In : tisserand J-L (ed). Le lait dans la région méditerranéenne. Paris. CIHEM : 1989. P. 191-198.

MARTINI F., NICOLANTONIO D., MOLINARI M., SARTORE BIANCHI F., ARENA A., SALETT S. (2008). Wild-type BRAF is required for response to panitumumab or cetuximab in metastatic colorectal cancer. Journal of Clinical Ocology, 5705-5712.

MATHIEU J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).

MORGAN NEIL A., SPERA FRANK J. (2001). Glass transition, structural relaxation, and theories of viscosity: A molecular dynamics study of amorphous CaAl₂Si₂O₈. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2001, 65.21: 4019-4041.

MOUFFOK C. E., (2007). Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en régions semi aride de Sétif. Thèse de magister Agronome, Institut Nationale Agronomique d'El-Harrach, Alger, 187 p.

N

NEDJRAOUI., BEDRANI S. (2008). La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte. *VertigO*, 8(1), 15.

NEVILLE M.C., JENSEN R.G. (1995). The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R., *Handbook of milk composition-General description of milks*, Academic Press, Inc: 82 (919 pages).

O

ONS. (2008). Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008 sur le site de l'ONS, consulté le 19 juin 2021.

P

PANDAYA A., GHODKE K. (2007). Goat and sheep milk Products other than Cheeses and Yoghurt. *Small Ruminant Research*, 68, 193-206.

PARK Y.W., JUREZ M., RAMOS M., HAENLEIN G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small ruminant research*, 68(1-2), 88-113.

PAVIC V., ANTUNAC N., MIOC B., IVANKOVIC A., HAVRANEK J. L. (2002).Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech Journal of Animal Science*, 47 (2), 80-84.

PICAUD JEAN-CHARLES.(2008). Allaitement maternel et lait maternel: quels bénéfices pour la santé de l'enfant. *Nutrition clinique et métabolisme*, 2008, 22.2: 71-74.

POUGHEON S .et GOURSAUD J. (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., *Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

POUGHEON S. (2001). Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 31(102 pages).

PHILIPPE L. (1984). Les Cahiers de la Recherche-Développement .n 3-4, 1984 (Le diagnostic sur le système d'élevage).

PIRISI A., RAYNAL-LJUTOVAC K., DE CREMOUX R., GONZOLO C. (2007). Stomatics cells of goat and sheep milk : analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Ruminant Research*,68(1-2), 126-144.

R

RAYNAL-LJUTOVAC., LAGRIFFOUL G., PACCARD G., GUILLET I., CHILLIARD Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small ruminant research*, 79(1), 57-72.

REMEUF F., LENOIR J., DUBY C., LETILLY M. T., NORMAND A. (1989). Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Le Lait*, 69(6), 499-518.

REMEUF F. (1993). Influence du polymorphisme génétique de la caséine $\alpha s1$ caprine sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait. *Le Lait*, 73 (5-6), 549-557.

RICORDEAU. (1993). État des recherches sur le lait de chèvre en France. *Le Lait*, 73 (5-6), 443-453.

ROUDAUT H. et LEFRAN E. (2005). Alimentation théorique. *Sciences des aliments*.

R.L. et FABIEN R.J., (1998). Utilisation de l'isopropanol pour l'extraction de la matière grasse de produits laitiers et pour l'estérification subséquente des acides gras. *Le lait*, 69: 33-46.

RUTH B., JOACHIM B., ADEM P., MARJAN M., JEAN-DENIS V., MARK G. (2012). Modern taurine cattle descended from small number of near-eastern founder molecularbiology and evolution 2012 nterdisciplinary International Journal of the American Society 112.11 (2008): 2359-2367.

S

SADOUD M., CHEHAT F. (2011). Le marché du bétail et de viande rouge dans la région semi-aride algérienne. *Lait*, 3(542), 65-4.

SCHMIDELY P., SAUVANT D. (2001). Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matière grasses ou d'aliment concentré. *INRAE production animales*, 14(5), 337-354. <https://doi.org/10.20870/production-animales.2001.14.53760>.

SIMOS E.N., NIKOLAOU E.M., ZIOPOULOS P, E. (1996). Yield. Composition and physicochemical characteristics of milk the Epirus molar sheep breed, *smack Ruminant Research* 20, 67-74.

SIFI WISSAM., BENZIANE ASSIA. (2020). Mémoire de fin d'étude master : Etude de l'effet de la race sur la qualité du lait caprin dans la wilaya de Ghardaïa. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

SOLAIMAN., SANDRA G. (2010). (ed.). *Goat science and production*. John Wiley & Sons, *Small Ruminant Research* 93.2-3 (2010): 149-156.

STANCHEVA N., NAYDENOVA N et STAIKOVA G. (2009). Physicochemical, properties and technological characteristics of sheep milk from the Bulgarian dairy synthetic population. *Macedonian Journal of Animal Science*, 1, 73-76.

STORRY JOHON E., FORD GRAEME D. (1983). Some factors affecting the post clotting development of coagulum strength in renneted milk. *Journal of Dairy Research*, 1982, 49.3: 469-477.

ST-GELAIS D., BADA ALAI. O., TURCOT S. (1999). « Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation » Ministère de l'agriculture et agroalimentaire du Canada, 78p.

T

TENG F., REIS M. G., YANG L., MA Y., DAY L. (2020). Structural characteristics of triacylglycerols contribute to the distinct in vitro gastric digestibility of sheep and cow milk fat prior to and after homogenization. *Food Research International*, 130, 108911.

THIEULIN G., et VUILLAUME R. (1976) Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

U

UBERTALLE A., AMBROSOLI R., ERRANTE J. (1990). Tipizzazione lattodinamografica dei latte ovino. Sei Tee LettCasearia 41, 53-63.

V

VEINOGLU B. C., BOYAZOGLU E. S. (1982). Improvement in the quality of teleme cheese produced from ultra filtered cow's milk. International Journal of Dairy Technology, 1982, 35.2: 54-56.

VEISSEYRE R. (1975). Technologie du lait. Constituants, récolte, traitement et transformation du lait. Ed. Maison rustique. Paris. 112-133.

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

VILAIN. (2010). Qu'est-ce que le lait, Revue française d'allergologie, 50(3), 124-127.

Y

YEKHFLEF H., (1989). La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes - Série Séminaires, (6) : 135-139.

Z

ZELLER B. (2005). Le fromage de chèvre : spécificités technologiques et économiques. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. Université Paul-Sabatier de Toulouse. 81P.