



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 en Sciences Alimentaires

Spécialité: Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème :

Synthèse bibliographique sur la qualité physico-chimique du lait de chèvre de race locale

Présenté par : Khaldi Souhila & Khaldi Zineb

Soutenu devant le jury :

Mme Bouharoud R

Dr Abbas LAOUN

Pr Yabrir B

Dr Hamiroune M

MAA

MCA

Pr

MCA

Université de Djelfa

Université de Djelfa

Université de Djelfa

Université de Djelfa

Président

Promoteur

Examineur

Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Au terme de ce modeste travail

Nous tenons à remercier en premier lieu Allah le tout puissant de nous avoir donné la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements particuliers à notre promoteur Docteur LAOUN Abbas d'avoir proposé ce sujet, accepté de nous encadrer et de diriger notre travail ainsi que pour son aide et ses précieux conseils et ses encouragements.

Nous remercions les employés de bibliothèque pour leur gentillesse tout au long du voyage d'étude et pour nous avoir fourni les livres nécessaires.

Nous remercions également tous les enseignants de la faculté SNV qui ont participé à notre formation.

Nous remercions le président et les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

Nous ne pourrions terminer ces remerciements sans oublier nos familles pour leur aide et les encouragements qu'ils apportés avec amour et patience.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail aux mes chers parents qu'ont tant rêvé de m'avoir arrivé au bout
de ce long chemin*

A tous les membres de ma famille, mes frères, mes sœurs et mes chers amis

*Enfin je remercie mon amie et mon binôme Zineb qui a contribué à la réalisation de ce
modeste travail.*

Khaldi Souhila

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail aux mes chers parents qu'ont tant rêvé de m'avoir arrivé au bout
de ce long chemin*

A tous les membres de ma famille, mes frères, mes sœurs et mes chers amis

*Enfin je remercie mon amie et mon binôme Souhila qui a contribué à la réalisation de ce
modeste travail.*

Khaldi Zineb

Sommaire

Liste des Abréviations	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Introduction	1

Chapitre I : Généralités sur l'élevage caprin

1. Définition	3
2. Taxonomie (systématique)	3
3. Anatomie	3
4. Habitat des caprins.....	4
4.1 Types de bâtiment	4
4.1.1 Bâtiment en dur	5
4.1.1.1 Conception longitudinale	5
4.1.1.2 Conception transversale	5
4.1.2 Bâtiment tunnel	5
4.2 Ambiance.....	6
4.3 Eclairage	6
5. Comportement alimentaire	7
5.1 Sur parcours.....	7
5.2 Sur prairie	7
5.3 A l'auge	7
6. Alimentation	7
6.1 Besoins nutritifs	7
6.1.1 Besoins d'entretien	7
6.1.2 Besoins de production.....	8
7. Nature des besoins	8
7.1 Eau	8
7.2 Minéraux	8
7.3 Vitamines.....	8
7.4 Protéines	9
7.5 Azote.....	9
7.6 Énergie.....	9
8. Méthodes d'alimentation	9
8.1 Pâturage libre	9
8.2 Affouragement supplémentaire	10
8.3 Elevage hors-sol	10
8.3.1 Quantité de nourriture	10
8.3.2 Digestion ruminale des nutriments	10
8.3.2.1 Digestion des glucides	10
8.3.2.2 Digestion des matières azotées	11
8.3.2.3 Digestion des matières grasses	11
9. Conduite d'alimentation	11
9.1 Règles générales.....	11
9.2 Conduite alimentaire.....	12
9.3 Mode de distribution.....	12

Chapitre II : Le lait de chèvre

1. Définition	13
2. Procédés de la traite	13
2.1 Traite manuelle	13
2.1.1 Etapes.....	13
2.1.1.1 Etape 01 : Réparation les équipements	14
2.1.1.2 Etape 02 : Immobilisation de la chèvre.....	14
2.1.1.3 Etape 03 : Lavage de la mamelle.....	14
2.1.1.4 Etape 04 : Lavage les mains	14
2.1.1.5 Etape 05 : Utilisation du bain de pis	14
2.1.1.6 Étape 06 : Traite la chèvre	14
2.2 Traite mécanique.....	15
2.3 Lactoduc	15
2.4 Plate-forme	16
2.5 Règles de traite.....	16
3. Hygiène de la traite	17
3.1 Règles d'hygiène.....	17
4. Composition du lait de chèvre	18
4.1 Eau	18
4.2 Matière grasse	19
4.3 Protéines	21
4.3.1 Classification des protéines	22
4.3.1.1 Caséines	22
4.3.1.1.1 Micelle de caséine.....	23
4.3.1.2 Protéines de lactosérum	23
4.4 Lactose.....	23
4.5 Minéraux	24
4.6 Enzymes	25
4.7 Vitamines.....	25
5. Composants indésirables	26
5.1 Antibiotique.....	26
5.2 Pesticides	27
5.3 Métaux	27
5.4 Polychlorodiphényles	27
5.5 Radioéléments	27

Chapitre III : Qualité physicochimique du lait de la chèvre

1. Présentation.....	28
2. Propriétés physicochimique du lait	28
2.1 Le pH	28
2.2 L'acidité titrable.....	29
2.2.1 L'acidité naturelle	30
2.2.2 L'acidité développée.....	30
2.3 La masse volumique	30
2.4 La densité	30
2.5 Le point de congélation	31
2.6 Le point d'ébullition	32

3. Facteurs de variation de la composition du lait.....	32
3.1 Les facteurs intrinsèques	32
3.1.1 Les facteurs génétiques.....	32
3.1.2 L'âge.....	33
3.1.3 Le stade de lactation	33
3.1.4 L'état sanitaire.....	33
3.2 Les facteurs extrinsèques.....	34
3.2.1 L'alimentation	34
3.2.2 Les facteurs climatiques et saisonniers.....	35

Chapitre IV : Caractérisation physico-chimique du lait caprin en Algérie

1. Elevage caprin en Algérie.....	36
2. Répartition et évolution	36
2.1 Répartition	36
2.2 Evolution	37
3. Les races caprines locales	38
3.1 La race Arabia	38
3.1.1 Type sédentaire	39
3.1.2 Type transhumant.....	39
3.2 La race Makatia.....	40
3.3 La race Kabyle	41
3.4 La race M'zab	41
4. Qualité physicochimique du lait caprin Algérien.....	42
4.1 Données physicochimique de la race Arabia	42
4.2 Données physicochimiques de la race Makatia	43
4.3 Données physicochimiques de la race Kabyle	43
4.4 Données physicochimiques de la race M'zab	44
Conclusion	45
Références bibliographiques	46
Résumé	

Liste des Abréviations

AGV : Acides gras volatiles
AJR : Apports journaliers recommandés
 α -Lb : α -lactalbumine
ANP : Azote non protéique
AP : Azote protéique
AT: Azote totale
 β : Bêta
Ba-140: Barium-140
 β -Lg : β -lactobumine
°C : Degré Celsius
Ca: Calcium
Ca_{abs} : Calcium absorbables
Cl : Chlore
Cm : Centimètre
CO₂: Dioxyde carbone
D° : Degré Dornique
DMA 35: Densimètre portable
FAD: Flavin adénine dinucléotide
FAO: Food and Agriculture Organization
g : Gramme
g/l : Gramme par litre
g/ml : Gramme par millilitre
H⁺ : Ion hydrogène
H₂O : Monoxyde dihydrogène
H/E : huile dans l'eau
I-131: Iodine-131
Ig : Immunoglobuline
J : Jour
 κ : Kappa
K: Potassium
Kg : kilogramme
Kg/l : Kilogramme par millilitre
L : Litre
Lf : Lactoferrine
M : Masse
m : mètre
Mg: Magnésium
MG : Matière grasse
MG/kg : Matière grasse par kilogramme
Ms : Matière sèche
N° : numéro
nm: Nanomètre
 ρ : Densité
P: Phosphore
P_{abs} : Phosphore absorbables
PCB : polychlorobiphényles

PDI : Protéines digestibles dans l'intestin
PH : potentiel hydrogène
PPM : Partie par million
SAB : Sérum albumine bovine
SNG : Solides non gras
Sr-89: Strontium-89
T : Température
TB:Taux butyreux
TP : Taux protéique
UHT: Traitement haute température
UV: Ultraviolet
U/Kg : Unités internationales par kilogramme
V: Volume
W: Watts
WHO: World health organization



Liste des figures

Figure 1: Morphologie extérieure de la chèvre	4
Figure 2: Traite manuelle de la chèvre	15
Figure 3: Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait.....	18
Figure 4: Structure polaire de l'eau	19
Figure 5: Formation d'un triglycéride	20
Figure 6: Structure d'un globule de matière grasse	20
Figure 7: Pourcentages des différentes protéines du lait	21
Figure 8: Micelle de caséine et sous micelle de caséine.....	23
Figure 9: La synthèse du lactose	24
Figure 10: Composition de l'acidité titrable totale du lait.....	29
Figure 11: Evolution de l'effectif caprin en Algérie.....	37
Figure 12: La race Arabia	39
Figure 13: La race Makatia	40
Figure 14: La race Kabyle	41
Figure 15: La race M'zab	42

Liste des tableaux

Tableau I: Pourcentage d'eau dans différents laits.....	19
Tableau II: Pourcentage de la matière grasse dans différents laits	20
Tableau III: Pourcentage des protéines dans différents laits.....	22
Tableau IV: Pourcentage du lactose dans différents laits	24
Tableau V: Pourcentage des minéraux dans différents laits	25
Tableau VI: Pourcentage des vitamines dans différents laits	26
Tableau VII: PH des différents laits.....	29
Tableau VIII: Acidité titrable des différents laits	30
Tableau IX: Densité des différents laits	31
Tableau X: Point de congélation des différents laits	32
Tableau XI: Répartition de l'élevage caprin en Algérie	37
Tableau XII: Principaux caractères de race Arabia.....	39
Tableau XIII: Principaux caractères de race Makatia.....	40
Tableau XIV: Principaux caractères de race Kabyle	41
Tableau XV: Principaux caractères de race M'zab	42

Introduction

Introduction

Les chèvres jouent un rôle important dans les systèmes de production alimentaire des pays en voie de développement. Ce sont des bêtes très appréciées parce qu'elles s'adaptent facilement à des climats très divers (adaptation écologique) et parce qu'il y a de nombreuses raisons d'en faire l'élevage, elles se nourrissent essentiellement en broutant et mangent les feuilles des arbres et des buissons là où la végétation est abondante et sont capables de subvenir assez bien à leurs besoins dans des conditions difficiles, grâce au premier compartiment de son estomac, L'élevage de chèvres se fait aussi bien dans les régions tropicales et subtropicales que dans les régions tempérées (**JANSEN et VAN DEN BURG, 2002**).

En Algérie, l'élevage de l'espèce caprine « *Capra hircus* » se caractérise par un effectif estimé à plus de quatre millions de têtes. Cette catégorie d'élevage qui assure une production de 1 750 000 tonnes de viande et 237 700 000 millions litres de lait (**AISSAOUI et al., 2019**), est localisée dans des zones difficiles, principalement les régions montagneuses du nord, les étendues steppiques et les zones subdésertiques du grand sud ; représentant ainsi une activités agricoles traditionnelles et une activité économique importante et qui se déroule principalement sous forme d'un mode d'élevage extensif (**AISSAOUI et al., 2014**). La population locale caprine est représentée essentiellement par quatre principale races locales : l'Arabia, la Makatia, la Kabyle et la M'zab.

Le lait caprin, comme tout autre type de lait, est défini comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, important d'une alimentation équilibrée et fournit toute l'énergie. Il doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires, est le premier aliment du jeune qui vient de naître et l'aliment le mieux adapté à ses besoins physiologiques ; les caractéristiques de cette sécrétion varient au cours des premiers jours suivant la naissance et différent selon les espèces (**JEANTET et al. 2008 ; BELITZ et GROSH, 2013**). D'un point de vue physicochimique, une connaissance approfondie de la composition, de la structure et des propriétés physiques et chimiques d'un type de lait est indispensable à la compréhension des procédés de transformations lors des différents traitements industriels (**VIGNOLA, 2002**).

Cette composition varie selon les espèces avec des différences dans la teneur en eau, la présence des globules gras, des micelles de caséine et des protéines dans le lactosérum qui représente une solution aqueuse de lactose, de minéraux et de quelques autres composés mineurs. Ses propriétés physiques et chimiques dépendent de facteurs intrinsèques de

composition et de structure tels que les potentialités génétiques, l'âge, le stade de lactation, l'état sanitaire et de facteurs extrinsèques tels que l'alimentation, les conditions climatiques et saisonnières (**MCSWEENEY et FOX, 2009 ; KUKOVICS, 2018**).

Pour faire le point sur les principales caractéristiques physico-chimique du lait caprin, une recherche bibliographique poussée a été mener pour déterminer les principaux paramètres qui agissent sur la variation de cette qualité et de faire une comparaison entre les différentes études physico-chimiques réaliser sur le lait caprin des races locales Algériennes.

Chapitre Premier

Généralités sur l'élevage caprin

Chapitre I : Généralités sur l'élevage caprin

1. Définition

La chèvre a toujours fait partie du quotidien de l'homme et ce depuis au moins 7000 à 7500 ans avant notre ère (**BABO, 2000**). Cet animal domestique, est un ruminant comme les bovins et les ovins (**JENSEN, 2009**). Donc c'est un herbivore qui possède plusieurs poches pour digérer la cellulose contenue dans les fourrages, l'herbe, le foin, et également les racines et les tubercules. La femelle donne du lait qui contient de 27 à 37 grammes de matières azotées et de 30 à 42 grammes de matières grasses au litre. En moyenne une chèvre de 60 kg de poids vif donne dix fois son poids en lait chaque année (**BABO, 2000**).

2. Taxonomie (systématique)

La chèvre domestique ou l'espèce *Capra hircus* est un petit ruminant appartenant au règne animal, embranchement des vertébrés, classe des mammifères, ordre des artiodactyles, sous-ordre des ruminants, famille des Bovidés, sous-famille des caprinés et enfin au genre capra (**BABO, 2000 ; FOURNIER, 2006**).

3. Anatomie

La chèvre (figure n° 1) se caractérise comme la plupart les bovidés par la présence chez les deux sexes de cornes simples formées d'un étui de kératine recouvrant une cheville osseuse. Ces cornes sont parfois droites, recourbés, spiralés, courtes ou longues mais toutes ont une extrémité pointue. Les chèvres ont des sabots « fendus » sous forme de deux doigts centraux. La queue est petite et triangulaire, ou longue et touffue ; le pelage est lisse, long ou épais. Les chèvres possèdent des yeux latéraux qui leur offrent une bonne vision, de longues oreilles mobiles et un odorat développé (**BURNIE, 2002**).

Selon **FOURNIER (2006)**, la chèvre est un mammifère qui, pèse à l'âge adulte (selon les races) entre 50 et 70 kg pour une taille au garrot comprise entre 70 et 85 cm avec une silhouette osseuse assez caractéristique à colonne vertébrale saillante et une large poitrine sans muscle rebondis ; sa tête au profil variable selon les races. Le même auteur (**FOURNIER, 2006**) ajoute que contrairement à la vache, la chèvre possède une petite langue pour un herbivore. À l'âge adulte ; la bouche de la chèvre est munie de trente-deux dents qui se répartissent en douze molaires à la mâchoire supérieure, et autant à la mâchoire inférieure, huit incisives, toutes à la mâchoire inférieure. La chèvre arrache donc sa nourriture à l'aide de la langue pour être broyée entre les incisives inférieures et un bourrelet dépourvu de dents de la mâchoire supérieure (**BURNIE, 2002**).

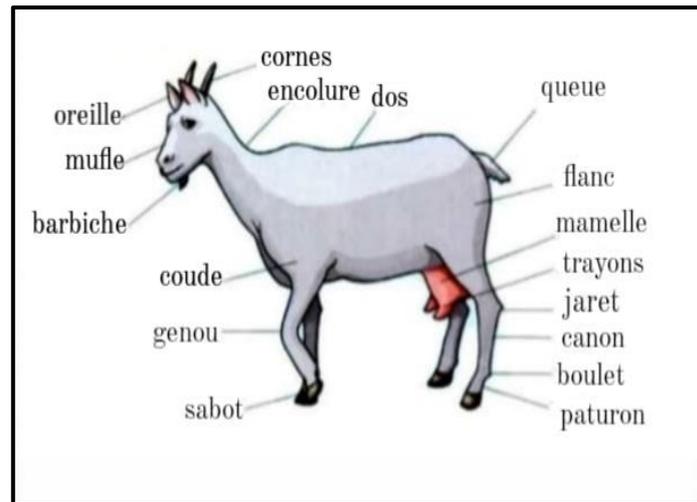


Figure 1: Morphologie extérieure de la chèvre (FOURNIER, 2006).

4. Habitat des caprins

Selon MAGALI (2014), la construction retenue pour un bâtiment d'élevage caprin, en dur ou en structure dite « légère » (tunnel), avec ou sans aménagement intérieur (stabulation libre intégrale ou en lots) et le mode de distribution des aliments sont très importants dans la conception d'un bâtiment mais un des éléments clef est le nombre d'animaux à loger en prenant en compte les éventuelles évolutions déjà envisageables.

D'une façon générale, le même auteur (MAGALI, 2014) ajoute que la structure et le bardage en bois semblent être plus sains pour l'ambiance notamment au niveau de la condensation et de les chevrettes gestantes, qui sont généralement logées dans le même bâtiment que les chèvres, ainsi qu'une petite marge de sécurité concernant l'évolution de l'isolation. L'effectif d'animaux à loger dans le bâtiment des chèvres, qui passe par 120 à 125 % de l'effectif moyen de chèvres présentes sur l'exploitation pour prendre en compte cheptel.

4.1 Types de bâtiment

Les bâtiments en dur à structure pierre ou béton, bois ou métallique sont adaptés à tous les types de troupeaux quelle que soit leur taille et leur conception peut être de deux types, des bâtiments en dur ou des en structure légère sous forme de tunnels (MAGALI, 2014).

4.1.1 Bâtiment en dur

4.1.1.1 Conception longitudinale

La conception longitudinale se caractérise par des lots positionnés les uns à la suite des autres de part et d'autre d'un couloir central avec un bloc technique contenant la salle de traite situé à une des extrémités du bâtiment ou, le plus souvent, de façon latérale. Les avantages en sont conception simple et une distribution rapide de l'alimentation, mais les principaux inconvénients en sont moins adapté à la circulation des animaux et n'offre pas de possibilité d'extension (MAGALI, 2014 ; BELAID, 2016).

4.1.1.2 Conception transversale

Cette conception se caractérise par des lots positionnés côte à côte et séparés deux par deux par un couloir d'alimentation, la salle de traite contenue dans le bloc technique se situe toujours à une des extrémités du bâtiment. Ses principaux avantages en sont une alimentation modulable par lots, une facilité d'accès à la salle de traite avec une facilité d'extension (MAGALI, 2014).

4.1.2 Bâtiment tunnel

Selon MAGALI (2014), le bâtiment à une structure légère, anciennement appelé « tunnel », est une formule à la fois simple, pratique et économique. En effet, il est constitué d'armatures métalliques sur lesquelles repose une double bâche plastique renfermant une isolation pour lutter à la fois contre le froid mais aussi le chaud, il permet d'offrir aux animaux un confort suffisant à conditions toutefois de bien respecter les normes de densité et de contrôle d'ambiance ce qui suppose la mise en place à l'intérieur du tunnel d'un système de ventilation naturelle transversale ou de ventilation dynamique par extraction. Il n'est cependant adapté qu'à des troupeaux d'effectif inférieur à 150 chèvres.

L'aménagement de ces structures légères peut se faire aussi bien sous forme des stabulation libre intégrale ou de stabulation libre en lots, la constitution de ces lots se faisant essentiellement à partir de la mise en place de barrières au niveau des aires de vie situées généralement de part à l'autre du couloir d'alimentation centrale. Le choix de la largeur du tunnel est fonction de l'aménagement de la chèvrerie et notamment de la disposition intérieur des lots, mais le bloc traite est toujours situé à une extrémité du bâtiment comme le montre (MAGALI, 2014).

4.2 Ambiance

Selon **MARIE PAULIS et al. (2012)**, un bâtiment bien ventilé, dans lequel l'air est renouvelé, est d'abord un bâtiment qui respire, au travers duquel l'air peut circuler, sans vitesse excessive, en l'absence de ventilation mécanique, le vent est le principal acteur de cette circulation de l'air pour qu'il puisse jouer son rôle il lui faut pouvoir entrer et sortir du bâtiment sans difficulté.

Pour garantir les bonnes conditions de ventilation et d'ambiance intérieure, il faut prendre en considération les points suivants (**MARIE PAULIS et al., 2012**) :

- L'existence d'ouvertures ventilées en toiture et au moins sur chaque long pan du bâtiment.
- La maîtrise de l'ambiance du logement.
- L'orientation du bâtiment par rapport au soleil et au vent dominant.
- Une bonne maîtrise de l'humidité qui est un facteur qui renforce les sensations de froid et de chaud et favorise le développement microbien et les problèmes respiratoires.
- Assurer les besoins de ventilation des animaux en fonction de leur nombre et leur âge et sans courants d'air.

4.3 Eclairage

Une bonne luminosité est favorable à la reproduction et le travail dans des conditions plus confortables et efficaces. Il faut veiller à favoriser les apports de lumière naturelle et à installer un éclairage artificiel performant et économique en énergie (**MARIE PAULIS et al., 2012**).

Les mêmes auteurs ajoutent (**MARIE PAULIS et al., 2012**) que les ouvertures ventilées latérales y contribuent, mais il est recommandé de les compléter avec :

- Des panneaux translucides répartis de manière homogène en toiture pour 10 à 15 % de la surface ;
- Un éclairage artificiel fluorescent de 2 Watts/m² avec des sources lumineuses disposées régulièrement, et au moins tous les 10 m ;
- Un éclairage plus important, de l'ordre de 6 à 10 Watts/m², dans les zones d'intervention sanitaire et de manipulation ;
- Des veilleuses, pour faciliter la surveillance en période de mises bas ;
- Des éclairages extérieurs pour faciliter et sécuriser la circulation des intervenants et du matériel ;

5. Comportement alimentaire

D'après **CHUNLEAU (1995)** dans son manuel pratique d'élevage caprin, la chèvre trie sa nourriture. Que ce soit sur parcours, prairie ou à l'auge, la chèvre choisit avec soin, dans le fourrage disponible, ce qu'elle va ingérer.

5.1 Sur parcours

Le comportement sélectif de la chèvre est un avantage. Ceci, combine avec son aptitude à se dresser sur ses pattes arrière et à valoriser une végétation ligneuse de strates variées, lui permet de tirer profit de milieux difficiles.

5.2 Sur prairie

Le pâturage libre provoque une importante quantité de refus. On peut remédier à cet inconvénient en régulant, à l'aide d'une clôture mobile, la surface allouée chaque jour ; ceci en fonction de la capacité d'ingestion du troupeau et en maintenant une forte charge.

5.3 A l'auge

L'importance du tri, et donc des refus, sera fonction du type, de la quantité et de la qualité des fourrages offerts et aussi du temps dont disposent les chèvres pour le consommer.

6. Alimentation

Selon **MARIE PAULIS et al. (2012)**, l'alimentation d'un troupeau de chèvres consiste à prévoir la nature, la quantité et la qualité des aliments à distribuer de façon à couvrir les besoins des animaux en énergie, en protéines, en minéraux, en vitamines et en eau. Bien nourrir c'est faire ingérer à toutes les chèvres des quantités suffisantes et équilibrées d'aliments, malgré la variabilité des besoins et des comportements alimentaires à l'intérieur du troupeau.

6.1 Besoins nutritifs

MARIE PAULIS et al. (2012) distinguent deux grands types de besoins :

6.1.1 Besoins d'entretien

Une chèvre qui ne produit rien a des besoins essentiels liés à sa survie métabolique (respiration, digestion, température corporelle...) et ses déplacements, augmentent avec le poids vif et l'activité de l'animal.

6.1.2 Besoins de production

Ces besoins sont ceux dus à l'accroissement du poids corporel (graisse pour les adultes, muscles et squelette pour les jeunes), au développement du ou des fœtus dont les besoins sont significatifs au-delà du quatrième mois de gestation, et la production du lait. Les besoins de production journaliers augmentent proportionnellement à la quantité de lait ou à la croissance.

7. Nature des besoins

7.1 Eau

La chèvre a besoin en moyenne d'un apport de 3 à 5 litres d'eau par kg de matière sèche (MS) ingérée et intervient dans tous les échanges nutritifs et dans la production laitière (MARIE PAULIS *et al.*, 2012).

7.2 Minéraux

D'après plusieurs auteurs (AGABRIEL, 2010 ; LEBORGNE *et al.*, 2013 ; KOESLAG *et al.*, 2015), les apports journaliers recommandés (AJR) en phosphore (P) et calcium (Ca) sont exprimés en P et Ca absorbables (P_{abs} et Ca_{abs}). Les AJR de P et Ca (entretien et production de lait et autres éléments majeurs, ont été déterminés pour les différents stades de production selon une méthode factorielle, dissociant les besoins pour chaque fonction physiologique. Les minéraux et le sel, en petite quantité, sont indispensables au régime de la chèvre. Une alimentation variée fournit en principe tous les minéraux dont la chèvre a besoin. Des carences peuvent cependant apparaître pendant les périodes de pâturage ou lorsque les chèvres reçoivent peu ou pas d'aliments concentrés. Les minéraux comme le sel, le calcium et le phosphore jouent un rôle important dans le bon fonctionnement des organes vitaux. Une carence n'est visible à l'œil nu que lorsque la chèvre a épuisé ses réserves. Elle existe donc bien avant qu'on ne s'en rende compte. Une carence en minéraux se traduit par une perte d'appétit, un poil terne, une mauvaise croissance et une réduction de la fertilité. L'animal se met à lécher ou même à manger toutes sortes d'objets à la recherche d'un apport en minéraux.

7.3 Vitamines

Les besoins en vitamines A, D et E des chèvres varié selon la proportion de concentré dans la ration qui influencent l'intensité de dégradation des vitamines dans le rumen. Plus le pourcentage de concentré est élevé, plus les apports alimentaires recommandés

augmentent. Ces derniers sont exprimés en unités internationales par kilogramme de matière sèche (UI/kg de MS) (LEBORGNE *et al.*, 2013).

7.4 Protéines

Les protéines sont indispensables à la croissance, à la constitution de la graisse et aux fonctions essentielles du corps. Curieusement, c'est le propre système digestif de la chèvre qui lui fournit le montant minimum nécessaire de protéines. Cet apport permet de maintenir la chèvre en vie, mais il est insuffisant pour assurer la production de lait ainsi que de chevreaux en quantité. La chèvre a besoin pour cela de protéines supplémentaires qu'il est très important de lui fournir (JANSEN *et VAN DEN BURG*, 2002).

7.5 Azote

L'azote est essentiel pour fabriquer les protéines corporelles (enzymes, hormones, muscles, sang, os, etc.) et les protéines du lait 3% environ. L'animal fabrique des protéines constituées de 20 acides aminés, dont certains ne sont fournis que par les aliments consommés et par les microorganismes du rumen (méthionine, lysine, etc.). Les besoins en azote sont exprimés en protéines digestibles dans l'intestin (PDI). La chèvre a des besoins en PDI d'origine microbienne ou alimentaire (MARIE PAULIS *et al.*, 2012).

7.6 Énergie

Selon JANSEN *et VAN DEN BURG* (2002), les chèvres ont besoin avant tout d'aliments énergétiques. L'énergie assure le bon fonctionnement de leur corps et maintient leur température à un niveau normal. Elles en ont aussi besoin pour rester actives. De plus, l'énergie est indispensable à leur développement et à leur reproduction (à l'alimentation du fœtus puis à la production de lait), les détails concernant leurs besoins.

8. Méthodes d'alimentation

Les méthodes d'alimentation dépendent en fait des conditions locales de la saison, des types d'aliments disponibles, des possibilités de cultiver et de stocker du fourrage et des moyens financiers dont on dispose pour acheter des aliments, il existe trois méthodes possibles (JANSEN *et VAN DEN BURG*, 2002) :

8.1 Pâturage libre

Dans cette pratique alimentaire, les chèvres trouvent elles mêmes leur nourriture, elles broutent et paissent, éventuellement attachées à une longue, si l'herbe est fraîche et verte, elle suffira à leurs besoins (JANSEN *et VAN DEN BURG*, 2002).

8.2 Affouragement supplémentaire

Les chèvres cherchent leur nourriture en plein air une partie de la journée, mais on les rentre pour leur donner la partie la plus importante de leur ration. Elles satisfont à certains de leurs besoins en broutant, mais l'alimentation qu'on leur donne est la plus importante. Au cours de la saison sèche, les chèvres ne trouveront dehors que des plantes sèches ou des résidus de culture dans les champs, Ils leur fourniront de l'énergie, mais leur teneur en protéine sera très faible (**JANSEN et VAN DEN BURG, 2002**).

8.3 Elevage hors-sol

Il est aussi possible de garder les chèvres à l'étable et de leur fournir leur ration complète. Il faudra alors couper ou ramasser la nourriture avant de l'apporter aux animaux, en y ajoutant éventuellement des compléments alimentaires. Quel que soit le système choisi, Il sera peut-être nécessaire de fournir aux chèvres du foin engrangé, de l'ensilage ou de la paille et urée (**JANSEN et VAN DEN BURG, 2002**).

8.3.1 Quantité de nourriture

JANSEN et VAN DEN BURG (2002) précisent que la quantité de nourriture nécessaire à une chèvre dépend :

- De sa taille (une grande chèvre mangera davantage qu'une petite) ;
- De ses activités (doit-elle dépenser de l'énergie à chercher de la nourriture dans les arbustes, on lui est-elle apportée dans l'enclos ou la chèvrerie) ;
- De ce qu'elle doit produire (une femelle en lactation aura des besoins nettement supérieurs à ceux d'une chèvre à viande) ;

8.3.2 Digestion ruminale des nutriments

Après avoir été ingérés puis ruminés, abondamment mastiqués et imprégnés de salive, les aliments subissent la digestion ruminale. Celle-ci va produire des nutriments qui vont servir à alimenter la flore bactérienne mais aussi la chèvre (**MARIE PAULIS et al., 2012**).

8.3.2.1 Digestion des glucides

Selon **MARIE PAULIS et al. (2012)**, les végétaux de la ration sont constitués pour une grande part de glucides. Il s'agit de sucres plus ou moins complexes dont font partie les fibres des parois végétales. Ils sont dégradés en sucres simples et fermentés par les bactéries

du rumen. Ces fermentations forment notamment des acides gras volatiles (AGV), du gaz carbonique CO₂ et du méthane.

Les AGV acidifient le contenu du rumen et sont absorbés par la paroi de ce dernier. Ils donnent des nutriments essentiellement énergétiques à la chèvre avec rejet du CO₂ et du méthane dans l'atmosphère.

8.3.2.2 Digestion des matières azotées

Pour les mêmes auteurs (**MARIE PAULIS et al., 2012**), environ 65 % des matières azotées des végétaux sont dégradées dans le rumen cette digestion génère de l'ammoniac, de l'énergie et des composés carbonés qui sont utilisés par les bactéries en multiplication pour synthétiser leurs propres protéines cellulaires. L'azote des protéines ainsi que l'azote non protéique (urée) sont potentiellement dégradables en ammoniac et servent à la constitution des protéines bactériennes et la transformation de l'azote non protéique en protéines microbiennes.

8.3.2.3 Digestion des matières grasses

Les matières grasses de la ration sont également pour partie dégradées dans le rumen une partie des lipides, le glycérol, est dégradé pour former des AGV fournisseurs d'énergie. L'autre partie des lipides, les acides gras, est partiellement transformée pour la constitution des microorganismes du rumen, des graisses corporelles et du lait (**MARIE PAULIS et al., 2012**).

9. Conduite d'alimentation

D'après plusieurs auteurs (**CHUNLEAU, 1995 ; IBNELBACHYR et al., 2012**), la conduite alimentaire des chèvres est basée sur un rationnement dont l'objectif est fournir à la chèvre une ration qui correspond à ses besoins alimentaires selon son stade physiologique.

9.1 Règles générales

Pour une bonne pratique alimentaire, la ration doit contenir :

- Des aliments grossiers (fourrages verts, foin,...) riches en cellulose, qui sont nécessaires au bon fonctionnement du rumen et couvrent au minimum les besoins d'entretien ;
- Des aliments concentrés (graines de céréales, de protéo-oléagineux, les tourteaux, ..), qui sont des aliments de complément et couvrent les besoins de production ;
- De l'eau disponible à volonté et de bonne qualité ;
- Des aliments ni moisissés ni souillés ;

- De la " pierre à lécher " (pour assurer l'apport en sel et en minéraux) en libre service ;

Cette ration doit aussi assurer la reconstitution des réserves dès la fin de la lactation et immédiatement après le tarissement avec la distribution de fourrage très appétent vers la fin de gestation et introduire progressivement le concentré et l'augmentation de la distribution quantitative du concentré au début de lactation (les besoins en énergie et en azote sont élevés) (CHUNLEAU, 1995 ; IBNELBACHYR *et al.*, 2012).

9.2 Conduite alimentaire

La conduite alimentaire des caprins est déterminée par (CHUNLEAU, 1995 ; IBNELBACHYR *et al.*, 2012) :

- Le mode d'alimentation (parcours affouragement à l'auge ...) ;
- Le type d'animal (poids, chèvres laitières ou allaitantes...) ;
- Le stade physiologique (chèvres tariées, en production...) l'état des ressources alimentaires disponibles (estimation de leurs valeurs) ;
- La période de l'année ;
- Les objectifs et le niveau de production ;
- Le comportement de l'animal ;

9.3 Mode de distribution

Les élevages spécialisés en production laitière, pratiquant l'alimentation à l'auge, il n'est pas souhaitable de distribuer une même ration à tout le troupeau. En effet généralement la différence de production entre générations (1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} lactation...) et entre animaux. Une alimentation identique pour tous conduit à suralimenter les moins productifs et à sous-alimenter les meilleurs. Deux stratégies peuvent être mises en œuvre ; constitution de lots homogènes et distribution d'une même ration à tout le lot. Cette solution nécessite un bâtiment adapté et elle est, de ce fait, assez coûteuse et la distribution d'une ration de base à tout le troupeau et suppléments des meilleures laitières sur la base de leur niveau de production (CHUNLEAU, 1995 ; IBNELBACHYR *et al.*, 2012).

Chapitre deuxième

Le lait de chèvre

Chapitre II : Le lait de chèvre

1. Définition

Le lait de chèvre est un liquide blanc, opaque est due à la réfraction de la lumière sur les particules de protéines regroupées sous forme sphère ou micelles, très caractéristique en raison de pigments caroténoïdes et dont la saveur est plus prononcée, constitué principalement d'eau 90 %, de protéines, de matière grasse (lipides) de sucres et de minéraux. Ce lait est consommé par les être humains depuis les temps préhistoriques, il n'a pas besoin d'être homogénéisé car ses globules gras de très petit diamètre, ont tendance à rester en suspension plutôt qu'à se précipiter en surface (AMERIQUE, 1996 ; VIGNOLA, 2002 ; PRADAL, 2012).

Selon **législateur Algérienne N° 69 (1993)**, le lait défini comme « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ».

2. Procédés de la traite

D'après plusieurs auteurs (CHUNLEAU, 1995 ; MOSCONI et *al.*, 2005 ; INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2006 ; MARIE PAULIS et *al.*, 2012), la majorité des éleveurs (95% environ) commence par trois traites par jour pendant 2-3 mois, en fonction du début de la lactation, on distingue plusieurs modalités de traite et qui peuvent être effectués manuellement ou mécaniquement :

2.1 Traite manuelle

La traite manuelle doit respecter l'anatomie de la mamelle. Les tissus mammaires sont fortement irrigués et assez fragiles, ce qui impose des gestes mesurés (CHUNLEAU, 1995).

2.1.1 Etapes

Selon COOPER (2012), la traite n'est pas difficile, mais elle demande une certaine pratique efficace et rapide. Chaque chèvre en lactation doit être traite deux fois par jour, à environ 12 heures d'intervalle. Certains exploitants laitiers traitent trois fois pour encourager l'augmentation de la production, mais deux fois par jour est la norme.

2.1.1.1 Etape 01 : Réparation les équipements

Placement du seau à lait propre (commencé chaque traite séparément avec un seau propre), des chiffons propres et un seau d'eau chaud savonneuse dans la zone de traite avec le placement d'un désinfectant pour bain de trayons à portée de main (COOPER, 2012).

2.1.1.2 Etape 02 : Immobilisation de la chèvre

Avant de traire une chèvre, l'immobilisation de la femelle en lactation avec une cordelette sous surveillance car la chèvre peut rapidement s'emmêler et s'étrangler (COOPER, 2012).

2.1.1.3 Etape 03 : Lavage de la mamelle

Avant la traite procédez à un brossage pour enlever les poils ou la saleté qui pourrait tomber dans le seau à lait. A l'aide d'eau chaude savonneuse et d'un chiffon propre, nettoyage des débris de fumier ou la saleté du pis. Après avoir enlevé la saleté visible, vaporisation des trayons avec un désinfectant à l'aide d'un flacon pulvérisateur (COOPER, 2012).

2.1.1.4 Etape 04 : Lavage les mains

Lavage des mains avant de traire chaque chèvre afin que les bactéries ne soient pas transférées d'une chèvre à l'autre en utilisant une bonne lotion pour les mains ou l'utilisation des gants jetables (COOPER, 2012).

2.1.1.5 Etape 05 : Utilisation du bain de pis

Trempage des pis dans un bain et essuyage avec un essuie-tout jetable. Un excès de trempette peut altérer le gout du lait. (COOPER, 2012).

2.1.1.6 Étape 06 : Traite la chèvre

De nombreux propriétaires de chèvres apprécient le processus de traite à la main. C'est un moment paisible et calme, toujours du même côté de la femelle en lactation avec la disponibilité d'une bonne ration de céréales. Après le placement du seau de lait sous la mamelle, on commence par saisir légèrement chaque pis d'une main et tirer fermement, mais légèrement. Cela permet à la chèvre de faire descendre son lait. Cette pression doit être appliquée avec un mouvement descendant régulier et doux sans tirer. Au début de chaque pression de main, on utilise d'abord la pression du pouce et de l'index (figure n° 2a) pour empêcher le lait qui coule vers le bas de remonter dans le canal. Maintenir cette pression

constante tout en fermant le troisième doigt dans la poignée (figure n° 2b), puis le quatrième et enfin toute la main (figure n° 2c) (COOPER, 2012).

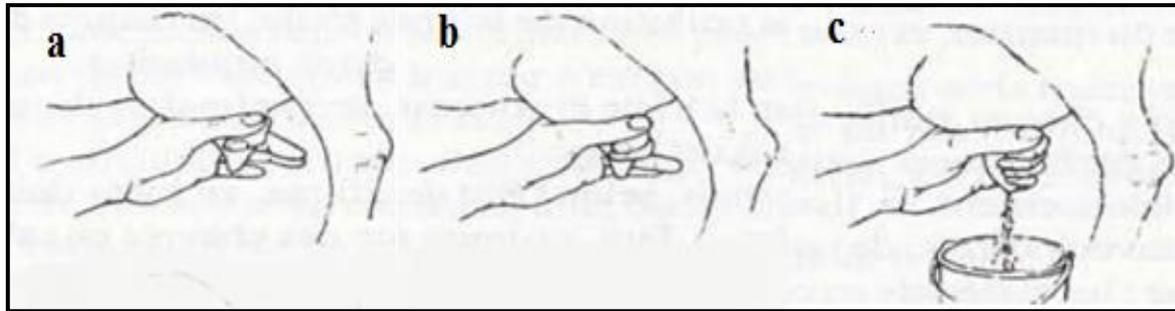


Figure 2: Traite manuelle de la chèvre (CHUNLEAU, 1995).

2.2 Traite mécanique

La traite mécanique en salle de traite avec lactoduc est encore peu répandue. Elle ne s'impose que dans de grands troupeaux spécialisés et lorsque l'on manque de main-d'œuvre. Les équipements de traite mécanique doivent être entretenus et réglés précisément et régulièrement. Par contre l'utilisation de chariot trayeur est particulièrement économique car le matériel de traite est très simple et il évite l'investissement dans un local spécifique, elle peut être effectuée avec un ou plusieurs pots équipés d'un ou deux faisceaux trayeurs. Elle peut également être réalisée au champ, sous réserve d'une pompe à vide, traditionnellement alimentée par l'électricité peut être équipée d'un moteur thermique. Sur le plan du travail, elle impose des conditions pénibles dues aux mauvaises postures adoptées pendant la traite, aux nombreux déplacements du trayeur et au transport des bidons qui sont particulièrement lourds une fois pleins. Elle n'est envisageable que dans des troupeaux de petite taille, dans la mesure où elle ne permet pas de traite plus de 60 chèvres par heure (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2006 ; MARIE PAULIS *et al.*, 2012).

2.3 Lactoduc

D'après plusieurs auteurs (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2006 ; MARIE PAULIS *et al.*, 2012 ; PIERRE ELLIES *et BORDEAUX SCIENCES AGRO*, 2014), trois positions sont possibles pour l'installation du lactoduc :

- **En ligne basse**, C'est-à-dire sous le niveau des pieds des animaux. C'est la position la plus sûre. Elle permet de respecter au mieux les trayons pendant la traite, est la plus utilisée (47 %), et permet quand la machine fonctionne bien de traite à un niveau de vide relativement peu élevé, juste adapté à la bonne ouverture du sphincter des animaux. En fin de traite, limite les risques de congestion des extrémités des trayons.

En règle générale, avec cette disposition du lactoduc, on peut utiliser un seul faisceau trayeur pour deux ou trois chèvres.

- **En ligne haute**, c'est-à-dire 1,25 et 2m au-dessus des pieds des animaux. Cette disposition étant moins répandue (28%) car légèrement plus contraignante même si elle présente des avantages meilleure efficacité des faisceaux trayeurs et permettre avec le même nombre de postes de traite est plus faible qu'en ligne basse pour une cadence égale, et comme il déjà été évoqué, à nombre de postes égal, les cadences sont 20 à 25% plus élevées. L'inconvénient réside dans le fait que pour faire monter le lait jusqu'au lactoduc, il est nécessaire d'utiliser un niveau de vide plus élevé qu'en ligne base avec un risque plus important de lésions de la mamelle.
- **En ligne intermédiaire**, C'est-à-dire entre 0 et 1,25 m au-dessus des pieds des chèvres. Ce système permet de limiter les inconvénients de la ligne haute si l'installation est bien réglée, tout en conservant ses avantages.

2.4 Plate-forme

Pour limiter les inconvénients mauvaises postures de travail, nombreux déplacements, une solution consiste à aménager dans une partie de la chèvrerie qui peut être parfois appelée « Salle de traite » même si elle n'est pas physiquement séparée de l'aire de logement des animaux. Le nombre de chèvres traites par heure dépend du nombre de pots trayeurs, des temps de circulation des animaux de leur aire de couchage au lieu de traite et bien entendu de la main d'œuvre, une plate-forme sur laquelle 6 à 12 chèvres peuvent être traites en même temps, soit avec des pots trayeurs, soit avec un lactoduc. Un tel système permet de traire jusqu'à 90 chèvres par heure (**INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2006 ; MARIE PAULIS et al., 2012**).

2.5 Règles de traite

Pour une bonne pratique de la traite, il faut respecter les règles suivantes (**CHUNLEAU, 1995**) :

- La traite doit se dérouler dans le calme : les chèvres stressées ne donnent pas complètement leur lait car la rétention de lait peut causer un risque de mammite.
- Elle a lieu à heures régulières, en respectant un écart minimum de 10 heures entre deux traites.
- La durée de traite de chèvre ne devrait pas excéder 3 minutes pour bénéficier pleinement de " l'effet ocytocine ".

- Elle doit être complète, pour profiter de la richesse (matière utile) du dernier lait, et pour prévenir les mammites. Une traite incomplète provoque également une baisse de production de l'animal.
- Elle ne doit pas être agressive.

3. Hygiène de la traite

L'hygiène c'est l'ensemble des principes et des pratiques qui visent à préserver ou favoriser la santé, la traite constitue un moment essentiel de la contamination des mamelles par les germes pathogènes (responsables de mammites cliniques et sub-cliniques) présents sur la peau des trayons et dans les mamelles infectées. Une bonne hygiène lors de la traite mais aussi un bon fonctionnement du matériel de traite associé à sa bonne utilisation doivent permettre de limiter le risque de contamination des mamelles durant la traite (**CHUNLEAU, 1995 ; REMY, 2010**).

3.1 Règles d'hygiène

Pour obtenir une bonne hygiène de traite, plusieurs auteurs (**CHUNLEAU, 1995 ; PRADAL, 2012**) avancent qu'il faut respecter les règles suivantes :

- La traite doit avoir lieu dans un local spécifique et réglementer la circulation des animaux avec une aire d'attente, un couloir d'entrée suffisamment large et un couloir de sortie.
- L'alimentation des chèvres en salle de traite est déconseillée causant une augmentation des risques de pollution du lait par les poussières.
- Le trayeur doit se laver les mains avant la traite et porter un vêtement (blouse) réservé à cet usage.
- La mamelle est habituellement propre mais, selon l'état de la litière, il peut être nécessaire de la laver.
- Evacuer les premiers jets pour s'assurer de l'état sanitaire du quartier et pour éliminer les premières gouttes de lait qui sont souvent contaminées.
- A la fin de la traite, décrocher les manchons trayeur dès que la mamelle est vide pour éviter la sur-traite.
- Tremper les trayons dans une solution antiseptique iodée enfin de traite pour stimuler la fermeture du sphincter et limiter la pénétration des germes.
- Surveiller le bon fonctionnement de la machine à traire.
- Le lait est filtré immédiatement après chaque traite, chèvres après chèvre.

- Les matériels en contact avec le lait sont nettoyés, désinfectés, rincés à l'eau propre et mis à égoutter dans un endroit propre et protégé.

4. Composition du lait de chèvre

Le lait est un système complexe constitué essentiellement des matières grasses à l'état d'émulsion, des matières protéiques à l'état colloïdal, des matières minérales, et des matières glucidiques à l'état de solution (figure n° 3). Les principaux éléments solides du lait sont la matière grasse (MG), les protéines et les glucides, les sels minéraux, les enzymes, les vitamines et les oligoéléments ne se trouvent dans le lait qu'en quantités infimes, mais ils n'en jouent pas moins un rôle essentiel dans l'alimentation humaine (**CENTRE INTERNATIONAL POUR L'ELEVAGE EN AFRIQUE, 1987 ; VIGNOLA, 2002**).

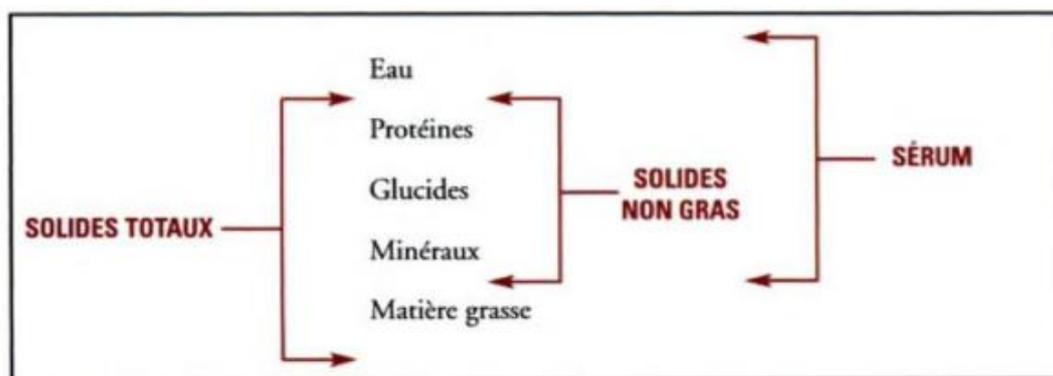


Figure 3: Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait (VIGNOLA, 2002).

4.1 Eau

L'eau est la molécule constituant le plus abondant du lait qui contient deux atomes d'hydrogène liés à un seul atome d'oxygène. Ce qui rend cette molécule si spéciale, c'est qu'elle possède quatre régions distinctes de faible charge électrique, deux régions chargées positivement et deux régions chargées négativement, la présence d'un dipôle et doubles d'électrons libres lui confère un caractère polaire (figure n° 4). Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau (H/E). Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides. Et la quantité d'eau est contrôlée par la quantité de lactose synthétisé par les cellules sécrétoires de la glande

mammaire (tableau n° I) (VIGNOLA, 2002 ; KINDSTEDT et CHEESE COUNCIL, 2005 ; GUETOUACHE et al., 2014).

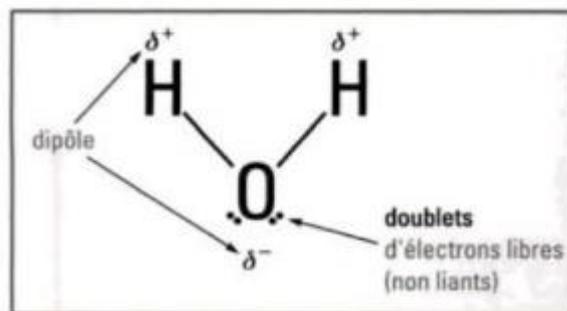


Figure 4: Structure polaire de l'eau (VIGNOLA, 2002).

Tableau I: Pourcentage d'eau dans différents laits.

Espèce	Pourcentage d'eau	
	Entre...	Et...
Chèvre	87% (TALWAR et al, 2015)	87,5% (KUKOVICS, 2018)
Vache	87,2% (TALWAR et al, 2015)	87,5% (BOARD, 2012)
Brebis	81% (TALWAR et al, 2015)	82% (DEBRY, 2001)
Femme	86,7% (KUKOVICS, 2018)	87,6% (TALWAR et al, 2015)

4.2 Matière grasse

La matière grasse du lait obtenue par des moyens mécaniques représente le contenu des globules gras (tableau n° II). De ce fait, elle ne contient pas les lipides polaires ou complexes (FAO, 1995), se composé principalement de triglycérides représentent de 95 à 98 % du total (figure n° 5), de phospholipides et une fraction insaponifiable constitué en grande partie de cholestérol et de β -carotène (VIGNOLA, 2002), sécrétées par les cellules mammaires sous forme de globules gras réalisant ne émulsions lipidique finement dispersée. Ces globules (figures n° 4 et 6) se composent d'un corps de lipides hydrophobes (triglycérides essentiellement), entourés par une membrane pré-sécrétoire (dite secondaire) constitué de lipides polaires (phospholipides surtout) et de protéines (FREUND, 1997).

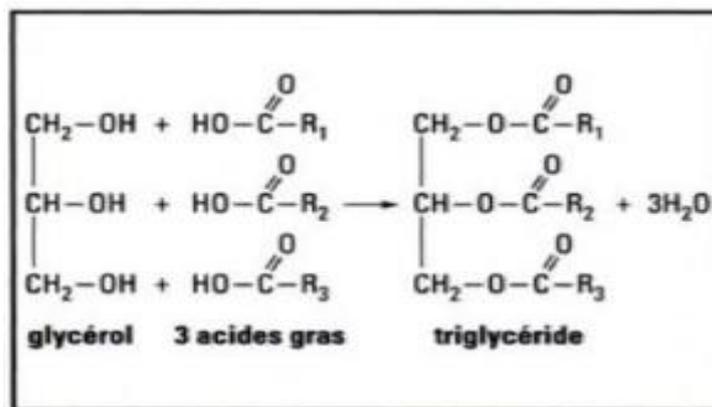


Figure 5: Formation d'un triglycéride (VIGNOLA, 2002).

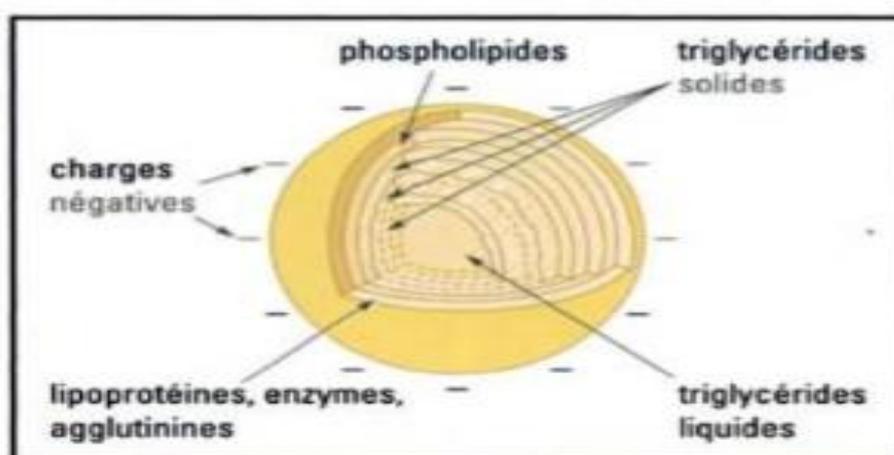


Figure 6: Structure d'un globule de matière grasse (VIGNOLA, 2002).

Tableau II: Pourcentage de la matière grasse dans différents laits.

Espèce	Matière grasse	
	Entre...	Et...
Chèvre	3,2 - 3,5% (CROGUENNEC et al., 2008)	3,8% (VIGNOLA, 2002)
Vache	3,7% (VIGNOLA, 2002)	4 - 4,3% (CROGUENNEC et al., 2008)
Brebis	7,4% (VIGNOLA, 2002)	7,6% (CROGUENNEC et al., 2008)
Femme	3,8% (DEBRY, 2001)	4,0% (PARK et al., 2007)

4.3 Protéines

Selon plusieurs auteurs (CAYOT et LORIENT, 1998 ; MATHIEU, 1998; DEBRY, 2001 ; VIGNOLA, 2002), les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers, se signalent par leurs activités biologiques et jouent un rôle de premier plan dans les propriétés physicochimiques du lait et sa stabilité. Il en existe deux sortes (d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité) : d'une part, les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6 ; et d'autre part, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur. Le dosage de l'azote dans le lait est obtenu par la méthode de Kjeldahl qui consiste en une minéralisation du lait par voie humide, suivie du dosage de l'azote total (AT = AP + ANP). Cette technique permet d'évaluer 95 % environ des protéines contenues dans le lait et pour 5 % seulement de matières non protéiques, Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéoses, des peptones et de l'urée (figure n° 7) (tableau n° III).

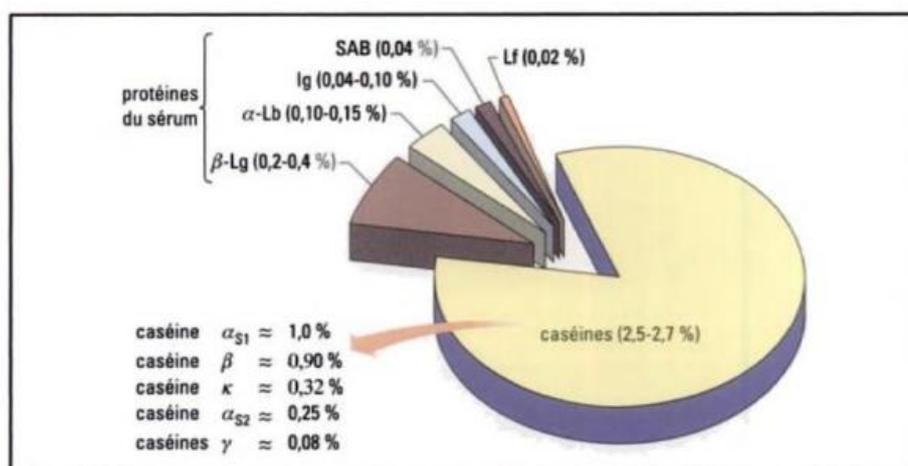


Figure 7: Pourcentages des différentes protéines du lait

β -Lg : β -lactobumine ; α -Lb : α -lactalbumine ; Ig : immunoglobuline ; SAB : sérum albumine bovine ; Lf : lactoferrine (VIGNOLA, 2002).

Tableau III: Pourcentage des protéines dans différents laits.

Espèce	Protéines du lait	
	Entre...	Et...
Chèvre	2,9% (VIGNOLA, 2002)	4,2% (YABRIR <i>et al.</i> , 2011)
Vache	3,20% (YABRIR <i>et al.</i> , 2011)	3 - 3,4% (CROGUENNEC <i>et al.</i> , 2008)
Brebis	4,6% (DEBRY, 2001)	5,3% (VIGNOLA, 2002)
Femme	0,9% (DEBRY, 2001)	1,3% (KUKOVICS, 2018)

4.3.1 Classification des protéines

Selon DEBRY (2001) dans son ouvrage « Lait, nutrition et santé », les protéines du lait sont subdivisées en deux grandes catégories : les caséines et les protéines du lactosérum :

4.3.1.1 Caséines

D'après plusieurs auteurs (CAYOT et LORIENT, 1998 ; DEBRY, 2001 ; VIGNOLA, 2002 ; PRADAL, 2012 ; ABBAS *et al.*, 2014), la caséine du lait est un complexe protéique phosphoré à caractère acide qui est précipité à un pH 4,6, représente environ 80 % de protéine totale. Il s'agit d'une substance hétérogène même si elle a été long temps considérée comme une protéine pure et homogène en raison de la constance de sa composition élémentaire, et forment la micelle de caséine.

Les caséines, subdivisées en caséine α_s , la caséine β et la caséine κ .

- La caséine α_s et la caséine β sont des phosphoprotéines qui contiennent de l'acide phosphorique. Ces deux types de caséines sont identiques mais généralement le lait de chèvre plus pauvre en α_{s1} -caséine et plus riche en β caséine.
- La caséine κ est une phospho (glyco) protéine qui peut renfermer une partie prosthétique glucidique, joue un rôle déterminant lors de la coagulation du lait par la présure car c'est elle qui forme avec les autres caséines des complexes stables en présence d'ions calcium et phosphore et qui assure la répulsion entre les micelles de caséine.

4.3.1.1 Micelle de caséine

La Micelle de caséine former une couche protectrice à la surface de chaque micelle sphérique. Le diamètre de micelle de caséine de chèvre était de 50 et 75 nm (figures n° 8). Il est composé de sels (phosphate, calcium, magnésium, citrate dans l'espace intersubmicellaire) (DEBRY, 2001 ; ABBAS *et al.*, 2014).

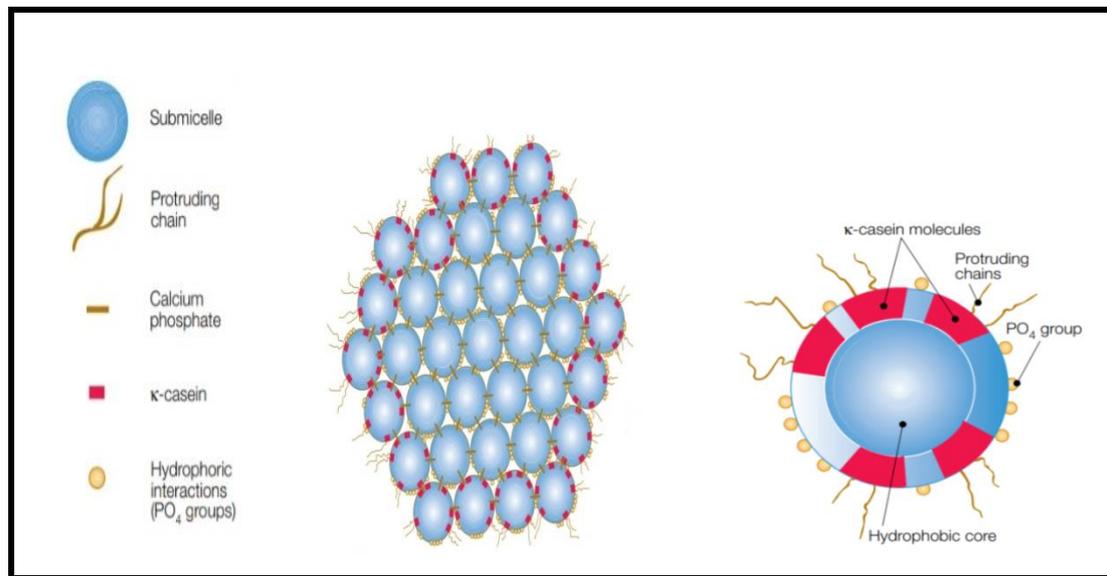


Figure 8: Micelle de caséine et sous micelle de caséine (BYLAND, 1995).

4.3.1.2 Protéines de lactosérum

Les protéines solubles dites protéines du lactosérum, qui ne précipitent pas lors de la coagulation du lait, après ajout de chymosine (présure) ou lors d'une acidification, représente environ 20 % de protéine totale. Subdivisé β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine sont des holoprotéines constituées par un assemblage d'acides α -aminés (FAO, 1995 ; CAYOT et LORIENT, 1998 ; DEBRY, 2001).

4.4 Lactose

Le lactose est le principale glucide libre identifié dans le lait de chèvre (GETANEH *et al.*, 2016), il est synthétisé (figure n° 9) par la glande mammaire au départ de glucose prélevé dans le sang (FAO, 1995). Le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux, d'autres glucides peuvent être présents en faible quantité comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse de lactose (tableau n° IV) (VIGNOLA, 2002).

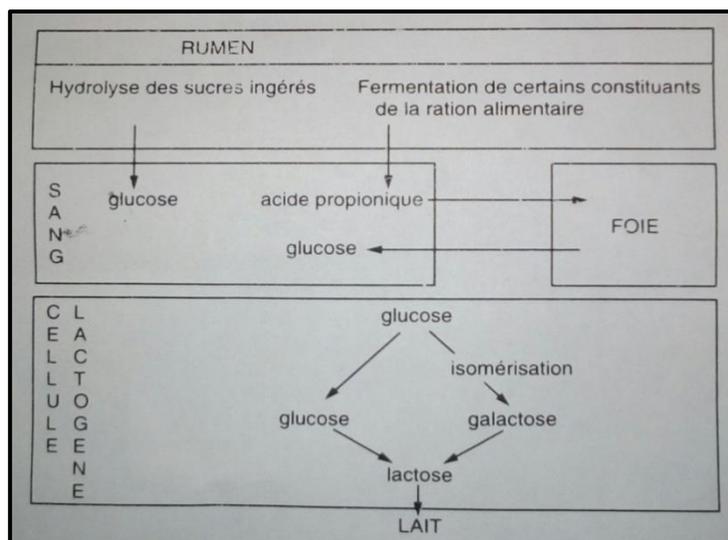


Figure 9: La synthèse du lactose (MATHIEU, 1998).

Tableau IV: Pourcentage du lactose dans différents laits.

Espèce	Lactose du lait	
	Entre...	Et...
Chèvre	4,3% (CROGUENNEC et al., 2008)	4,5% (BOARD, 2012)
Vache	4,4% (CROGUENNEC et al., 2008)	4,83% (YARIR et al., 2011)
Brebis	4,4% (CROGUENNEC et al., 2008)	4,8% (TALWAR et al., 2015)
Femme	7% (TALWAR et al., 2015)	7,1% (DEBRY, 2001)

4.5 Minéraux

Les minéraux entièrement apportés par notre alimentation, ont un rôle structural et fonctionnel, ils sont souvent impliqués dans des mécanismes physiologique (régulation nerveuse ou enzymatique, etc.). Le lait apporte de nombreux minéraux importants sont : le calcium (Ca), le phosphore (P), le potassium (K), le magnésium (Mg), le chlore (Cl) (JEANTET et al., 2008). Les minéraux présents dans le lait de chèvre et le lait de vache sont identiques, toutefois on rapporte un pourcentage de sodium et de citrate légèrement inférieur dans le lait de chèvre (VIGNOLA, 2002). La carence en minéraux chez les chèvres peut avoir des effets négatifs à long terme sur le niveau de production laitière (tableau n° V) (CANNAS et al., 2008).

Tableau V: Pourcentage des minéraux dans différents laits.

Espèce	Minéraux du lait	
	Valeur	Auteur
Chèvre	0,8%	DEBRY, 2001; CROGUENNEC <i>et al.</i> , 2008
Vache	0,8%	VIGNOLA, 2002
Brebis	0,9%	DEBRY, 2001; CROGUENNEC <i>et al.</i> , 2008
Femme	0,2%	DEBRY, 2001; CROGUENNEC <i>et al.</i> , 2008

4.6 Enzymes

Les principales enzymes du lait peuvent être classées en deux groupes, les hydrolases et oxydoréductases. Ces enzymes proviennent du sang, Certaines possèdent un rôle protecteur en limitant le développement bactérien alors que d'autres altèrent le lait en dégradant certains constituants. Des enzymes dont l'activité en fonction de la température est parfaitement déterminée ont été choisies comme indicateur (phosphatase, lactoperoxydase, etc.) de l'intensité du traitement thermique appliqué au lait (CROGUENNEC *et al.*, 2008). Il est bon de noter que le lait de chèvre contient environ trois fois moins de phosphatase alcaline que le lait de vache (VIGNOLA, 2002).

4.7 Vitamines

JEANTET *et al.* (2008), distinguent d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantités constantes, et d'autres part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) en quantités variables dépendant de facteurs exogènes (race, alimentation, radiations solaires, etc.) :

- **Vitamine A** ou rétinol est active dans la transmission de la lumière par la rétine de l'œil, joue un rôle dans la protection de la peau et des muqueuses et a une action sur la croissance. Elle est thermosensible et sensible aux UV.
- **Vitamine B₁** ou thiamine intervient dans de nombreuses réactions du métabolisme intermédiaire et sa carence est responsable du béribéri. C'est la plus thermosensible des vitamines.
- **Vitamine B₂** ou riboflavine entre dans la composition d'un coenzyme transporteur d'hydrogène, le FAD, elle est très sensible à la lumière.
- **Vitamine B₁₂** ou cobalamine, la quantité contenue dans un litre de lait couvre 100% les besoins journaliers.

- **Vitamine D** ou calciférol est la vitamine antirachitique. Elle intervient sur le métabolisme du calcium et du phosphore.
- **Vitamine E** a une activité antioxydante.

Le lait de chèvre est particulièrement plus pauvre en vitamines C, D pyridoxine, B₁₂ et acide folique, Le manque de ces deux dernières vitamines peut entraîner l'anémie chez les nourrissons alimentés au lait de chèvre (tableau n° VI) (**VIGNOLA, 2002**).

Tableau VI: Pourcentage des vitamines dans différents laits (**SOLAIMAN, 2010**).

Espèce	Chèvre	Vache	Femme
Vitamine A	185	126	190
Vitamine D	2,3	2,0	1,4
Thiamine	0,068	0,045	0,017
Riboflavine	0,21	0,16	0,02
Niacine	0,27	0,08	0,017
Acide pantothénique	0,31	0,32	0,20
Vitamine B₆	0,046	0,042	0,011
Acide folique	1,0	5,0	5,5
Biotine	1,5	2,0	0,4
Vitamine B₁₂	0,065	0,357	0,03
Vitamine C	1,29	0,94	5,00

5. Composants indésirables

La présence de résidus ayant des répercussions sur la qualité, l'innocuité et la transformation du lait, le lait doit en être exempt (**VIGNOLA, 2002**).

5.1 Antibiotique

L'usage des antibiotiques chez les animaux d'élevage en fait des constituants sporadiques du lait, et donc une source de sélection de souches résistantes et d'accidents allergiques pour le consommateur (**FAO, 1995**). La présence de résidus de médicaments (principalement les antibiotiques) dans le lait représente un danger d'ordre chimique pour le consommateur. Le délai d'attente est établi en fonction de la posologie et de la voie d'administration de l'antibiotique (**VIGNOLA, 2002**).

5.2 Pesticides

La pollution du lait par les résidus de pesticides (insecticides, fongicides...), ingérés accidentellement par les animaux, peut être une cause d'intoxication humaine, notamment à long terme. Les mesures prises par les pouvoirs publics pour lutter contre cette pollution, ont permis de diminuer considérablement ces risques (**DUPIN et al., 1992**).

Les limites maximales codex de résidus pour les pesticides liposolubles dans le lait et les produits laitiers sont exprimées sur la base du produit entier (**JOINT FAO/ WHO FOOD STONDARDS PROGRAMME CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1992**).

5.3 Métaux

Pour la présence des métaux, il convient de distinguer entre la découverte d'un antagoniste naturellement présent dans le lait et une contamination par cette même substance en quantités inutiles, voire dangereuses. Par exemple, on accepte dans les crustacés un taux d'arsenic de 50 ppm, mais on s'inquiète d'en trouver plus de 0,05 ppm dans du lait. Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé, on peut citer le sélénium, l'arsenic, le plomb, le mercure et le cadmium (**FAO, 1995**).

5.4 Polychlorodiphényles

La présence de certains produits chimiques comme les phtalates, les esters de l'acide sébacique et certains polychlorobiphényles (PCB), présentent un degré certain de toxicité pour l'homme, d'autant plus que ces substances sont stables dans l'organisme où elles s'accumulent dans le tissu adipeux (**FAO, 1995**).

5.5 Radioéléments

Les aliments et l'absorption des radioéléments en premier lieu, et compte tenu des conditions dans lesquelles s'effectue la contamination, c'est le lait qui revêt le plus d'importance pour l'absorption des principaux radioéléments, en particulier ceux possédant une période brève (I-131, Ba-140 et Sr-89) (**Anonyme, 1988**).

Chapitre troisième

Qualité physicochimique du lait de la chèvre

Chapitre III : Qualité physicochimique du lait de la chèvre

1. Présentation

D'une manière générale, la qualité du lait est définis par l'aptitude du produit à satisfaire les besoins donnés, c'est-à-dire à répondre à des attentes des utilisateurs. Cette qualité est un tout qui ne doit pas présenter de discontinuité, elle commence au niveau du cheptel (état de santé des animaux, alimentation, hygiène de traite...) en passant par la conservation du lait et les conditions de stockage et la transformation (**CAUTY et MARIE PERREAU, 2009 ; PRADAL, 2012**). Les qualités et les propriétés du lait varient nécessairement selon les animaux dont il provient. Elles varient encore chez un même animale suivant bon nombre de circonstances, telles que la race, l'âge, le régime alimentaire (**LARBALETRIER, 2015**).

La mesure de certaines propriétés physico-chimiques est utilisée pour évaluer la qualité du lait et de ses dérivés qui sont déterminants dans l'optimisation des procédés développés pour leur transformation et leur stabilisation (**CROGUENNEC et al., 2008 ; MCSWEENEY et FOX, 2009**). La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait (PH, Acidité...) est essentielles pour la conservation, le maintien de la qualité nutritionnelles et le développement des propriétés organoleptiques. Ces propriétés physico-chimiques sont donc liées à la composition du lait (protéine, matière grasse, lactose) et toute modification de sa composition ou de l'un des procédés utilisés entraînent une modification des propriétés du produit final.

2. Propriétés physicochimique du lait

Selon **VIGNOLA (2002)**, les principales propriétés physicochimiques utilisées dans l'industrie laitière est la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point de l'ébullition et l'acidité.

2.1 Le pH

Le pH (le potentiel d'hydrogène) d'un lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution. Les valeurs du pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH

qui influence la solubilité de protéines, c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique (tableau n° VII) (VIGNOLA, 2002).

Tableau VII: PH des différents laits.

Espèce	pH du lait	
	Valeur	Auteur
Chèvre	6,4 – 6,8	MATHIEU, 1998
Vache	6,6 – 6,8	HAMIDI <i>et al.</i> , 2020
Brebis	6,5 – 6,85	HAMIDI <i>et al.</i> , 2020
Femme	6,4 – 7,6	FAO, 1995

2.2 L'acidité titrable

Selon VIGNOLA (2002), l'analyse de l'acidité titrable prend en compte tous les ions H⁺ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés, c'est-à-dire ionisés ou non, ainsi on déplace les équilibres chimiques pour neutraliser tous les ions H⁺ des acides faibles. La mesure d'acidité titrable s'exprime couramment de deux façons : soit en pourcentage (%) d'équivalents d'acide lactique soit en degré Dornique (D°). Cette acidité représente la mesure de deux acidités, l'acidité naturelle et acidité développée (figure n° 10) (tableau n° VIII).

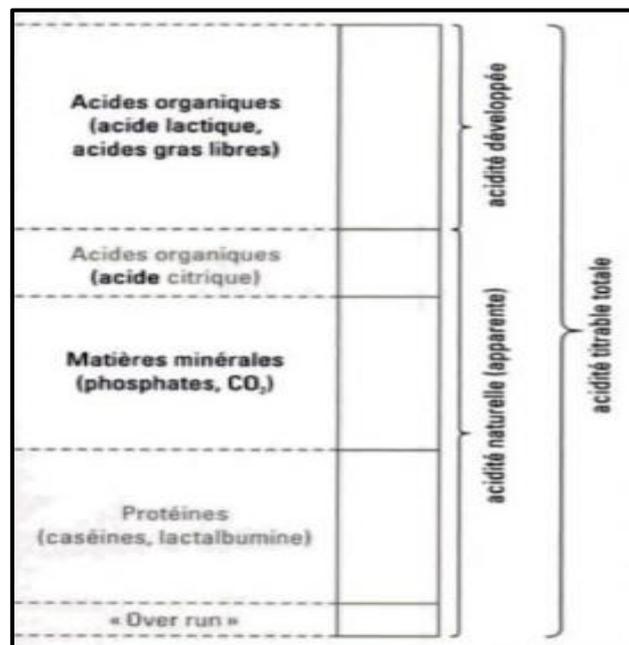


Figure 10: Composition de l'acidité titrable totale du lait (VIGNOLA, 2002).

Tableau VIII: Acidité titrable des différents laits (FAO, 1995).

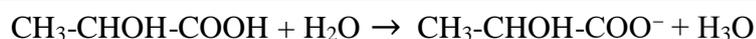
Espèce	Acidité en °D
Chèvre	14 à 18
Vache	15 à 17
Brebis	22 à 25

2.2.1 L'acidité naturelle

D'après quelques auteurs (VIGNOLA, 2002 ; MAHMOUD et USMAN, 2010), cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates et le CO₂ et d'acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. On l'appelle l'acidité apparente ou l'acidité naturelle, dans le lait de chèvre elle varie entre 0,14 et 0,18 %.

2.2.2 L'acidité développée

Selon MATHIEU (1998), l'acidité développée est due à l'apparition de divers acides organiques dont le plus abondant, l'acide lactique, provient de la dégradation du lactose par des micro-organismes: Des leur apparition les molécules d'acide lactique se dissocient :



2.3 La masse volumique

Selon VIGNOLA (2002), la masse volumique, le plus souvent exprimée en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, est une propriété physique qui varie selon la température, puisque le volume d'une solution varie selon la température. Pour diminuer l'effet de la température, on utilise souvent la densité relative (ou densité). Cette propriété se définit comme suit :

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

Où : $d \frac{T}{T}$ = densité relative, m. v. = masse volumique, T = Température

2.4 La densité

La densité est définie comme la masse par unité de volume indiqué par le symbole ρ (rho) et étudiée à plusieurs reprises : elle varie peu avec la race et l'âge de l'animal, sous l'influence de l'alimentation, du travail et de présente, parfois des variations brusques et

accentuées chez le même animal. La densité est déterminé à l'aide d'un thermo lactodensimètre (Paar DMA 35), elle est toujours mesurée à 20°C et varie de 1,028 à 1,035 pour une moyenne de 1,0320 chacun des constituants agir sur la densité du lait, on sait que la crème à 35 % possède une densité de 0,996 et le lait écrémé une densité de 1,036. Etant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matières grasses, plus sa densité sera basse. De plus les solides non gras (ou SNG) ont tous une densité supérieure à 1, par conséquent plus la teneur en solides non gras est élevée plus la densité du produit laitier sera élevé. On peut donc affirmer qu'un écrémage du lait augmentera sa densité et qu'un mouillage ou une addition d'eau la diminuera (tableau n° IX) (**KOPACZEWSKI, 1948 ; VIGNOLA, 2002 ; MCSWEENEY et FOX, 2009 ; SBOUI et al., 2009**).

Tableau IX: Densité des différents laits.

Espèce	Densité du lait	
	Valeur	Auteur
Chèvre	1,0263 – 1,0335	ABBAS et al., 2014
Vache	1,028 – 1,033	FAO, 1995
Brebis	1,034 – 1,039	FAO, 1995
Femme	1,026 – 1,037	FAO, 1995

2.5 Le point de congélation

Le point de congélation du lait est le seul paramètre fiable pour vérifier l'adultération avec de l'eau, il convient également de mentionner que lorsque le lait est exposé à des traitements à haute température (traitement UHT ou stérilisation), précipitation de certains phosphates feront monter le point de congélation. La pression interne ou osmotique définit également la différence de point de congélation entre la solution et le solvant (eau) de sorte que le point de congélation la dépression est une mesure de cette pression osmotique. Quand la composition du lait se modifie en raison de causes physiologiques ou pathologiques (par ex lactation tardive et mammite respectivement), il est appelé lait anormal, mais la pression osmotique et donc le point de congélation restent constants (**BYLAND, 1995**). Il peut varier de -0,530 °C à -0,575 °C avec une moyenne à -0,555 °C, un point de congélation supérieure à -0,530 °C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'un cryoscope (Tableau n° X) (**VIGNOLA, 2002**).

Tableau X: Point de congélation des différents laits.

Espèce	Point de congélation	
	Valeur	Auteur
Chèvre	-0,550 à -0,583	FAO, 1995
Vache	-0,54 à -0,59	BYLAND, 1995
Brebis	-0,57	FAO, 1995
Femme	-0,519 à -0,550	FAO, 1995

2.6 Le point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale la pression appliquée. Ainsi comme le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés, ils sont légèrement supérieur au point d'ébullition d'eau, soit 100,5°C. Cette propriété physique diminuant avec la pression on applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (VIGNOLA, 2002).

3. Facteurs de variation de la composition du lait

La qualité du lait est dépendante de nombreux facteurs en élevage, principalement les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques (COLLECTIF, 2018).

3.1 Les facteurs intrinsèques

Un certain nombre de facteurs intrinsèques qui agissent sur la variation de la composition du lait sont bien connus quel que soit le système d'élevage comme la race, l'âge et le stade de lactation de la femelle (RAGOT, 2011).

3.1.1 Les facteurs génétiques

Les facteurs génétiques agissent davantage sur la composition chimique du lait que sur la quantité produite. Le coefficient d'héritabilité des teneurs en matières grasses et en protéines varie de 0,45 à 0,70 ; alors que celui de la quantité de lait est de l'ordre de 0,25. Une sélection sur les taux est donc relativement efficace dans la limite de leur plage de variation. Elle est plus efficace sur le taux butyreux que sur le taux protéique. D'une manière générale, les races les plus laitières présentent des taux butyreux et protéiques les plus faibles. Ce qui justifie le choix des éleveurs qui se détournent des races ayant un lait riche au profit de celles ayant une production élevée. Le choix d'une race reposant sur un bilan économique global qui

tient compte de la composition du lait mais aussi des critères de fertilité ou de l'aptitude bouchère (KAUCHE, 2019).

3.1.2 L'âge

D'après plusieurs auteurs (DEBRY, 2001 ; SOLAIMAN, 2010 ; KAUCHE, 2019), l'âge est une source importante de variation de la production laitière et se classe deuxième après la saison et le lait de jeunes chèvres a tendance à avoir une teneur en matières grasses plus élevée que celle des plus vieux chèvres. La production laitière maximale est atteinte à l'âge de 4 ans, lorsque les chèvres ont atteint un poids corporel adulte. L'effet de l'âge ou du numéro de lactation est difficile à mesurer, on peut considérer que l'effet de l'âge est faible : sur les quatre premières lactations, on observe une diminution du taux butyreux de 1 % et du taux protéiques de 0,6%.

3.1.3 Le stade de lactation

Selon SINHA (2007), la production laitière de la chèvre laitière à de la mise bas démarre à un niveau relativement élevé et continue d'augmenter jusqu'à un pic d'environ 3 à 4 semaines après la mise bas, où une tendance similaire avec un pic à 36 semaines se produiraient chez les vaches laitières. La production élevée peut être maintenue pendant quelques semaines, puis la production laitière diminue progressivement vers la fin de la lactation.

Les teneurs en matières grasses, en matières sèches non grasses et en protéines du lait de vache sont élevées en début de lactation, diminuent rapidement et atteignent un minimum au cours du deuxième au troisième mois de lactation, puis augmentent vers la fin de la lactation. Il en résulte une relation inverse entre le rendement en lait et la composition en pourcentage de ces composants. Dans le lait de chèvre, les teneurs en matières grasses et en protéines diminuent du début de la lactation jusqu'au quatrième ou cinquième mois puis restent faibles pendant une durée variable, augmentant en fin de lactation. La teneur en lactose du lait de chèvre et de vache montre quelques fluctuations au cours de la lactation, ce qui est différent des teneurs en matières grasses et en protéines, commençant d'abord bas, augmentant au milieu de la lactation et diminuant à nouveau à la fin de la lactation (SINHA, 2007).

3.1.4 L'état sanitaire

D'une manière générale, les troubles sanitaires lorsqu'ils affectent la production laitière, peuvent modifier indirectement la composition du lait. Lorsqu'il y a infection mammaire, les cellules de l'épithélium sécrétoire peuvent être altérées et détruites et la

perméabilité vasculaire et tissulaire peut être augmentée. Ces deux phénomènes entraînent une diminution de la capacité de synthèse et un passage accru dans le lait d'éléments venant du sang (**KAUCHE, 2019**). Un indicateur rapide largement accepté de la santé de la mamelle est le nombre de cellules somatiques dans le lait. Cependant la sécrétion de lait chez les chèvres est apocrine, tandis que chez les vaches elle est mérocrine, ce qui explique pourquoi le lait de chèvre peut avoir des taux de cellules somatiques très élevés, en particulier dans les laits de fin de lactation ou dans les derniers vidanges de lait sans aucun lien avec la mammite (**GETANEH et al., 2016**).

3.2 Les facteurs extrinsèques

La qualité du lait notamment la composition en matière grasse et en protéines est influencée par différents facteurs extrinsèques, les principaux concernent l'alimentation, la traite et la saison (**RAGOT, 2011**).

3.2.1 L'alimentation

La modification de la composition du lait sous l'effet des différents facteurs alimentaires qui jouent un rôle majeur dans la variation de sa qualité physicochimique, et leurs effets se manifestent aussi bien à travers le type d'aliment distribué à l'animal que son mode de présentation et de distribution. L'alimentation est importante par sa portée sur les propriétés nutritionnelles, notamment les profils des acides gras du lait. La composition en matière grasse du lait est plus modifiée par la quantité et composition des graisses alimentaires que tout autre composant (**KAUCHE, 2019**).

C'est un des facteurs les plus importants de la variation de composition du lait, pour éviter des chutes de taux et conserver un certain équilibre entre les TB et TP, les règles générales suivantes doivent être respectées (**PRADAL, 2012**) :

- Veiller aux transitions alimentaires aux équilibres nutritionnels : Un bilan négatif prolongé entraîne une hausse du TB et une chute du TP.
- Apporter des éléments fibreux dans la ration sous forme non broyée (lest digestif) pour augmenter le TB car c'est la cellulose contenue dans les fourrages qui est à l'origine des acides gras contenus dans le lait : la proportion de fourrage de la ration doit être supérieure à 30%.
- Eviter les rations très énergétiques riches en céréales, donc en amidon, qui peuvent provoquer une baisse du TB.

- Assurer un apport suffisant de matières grasses pour éviter une chute du TB : les besoins journaliers sont estimés 1g de MG/kg de poids vif.
- Connaître et savoir utiliser les aliments qui peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur les taux (herbe jeune, ensilage, betterave....).

L'apport de matières azotées dans l'alimentation n'a par contre pratiquement pas d'influence sur le TP, à conditions évidemment que les besoins journaliers en protéines soient couverts, car ce TP est essentiellement défini par des facteurs génétiques et pour ce qui est de l'origine alimentaire, la synthèse des protéines du lait par l'organisme est liée à l'apport énergétique de la ration et non à son apport en matières azotées (**PRADAL, 2012**).

3.2.2 Les facteurs climatiques et saisonniers

La composition du lait fluctue pendant l'hiver, l'été et la saison des pluies. En hiver, le lait est normalement plus riche en solides. Ce phénomène a été lié à la consommation d'aliments et de fourrage disponible durant cette saison. Les matières grasses du lait et les solides non gras sont les plus élevés en hiver et les plus faibles en été (**TALWAR et al, 2015**). L'élevage naturel entraîne généralement un rafraîchissement des chèvres au début du printemps, bien que des méthodes d'élevage artificielles soient pratiquées pour la traite toute l'année. Les variations saisonnières de la composition du lait sont impliquées de manière concomitante avec les stades de lactation dans les fluctuations globales observées des constituants du lait (**SINHA, 2007**).

Chapitre Quatrième

*Caractérisation physicochimique du
lait caprin en Algérie*

Chapitre IV : Caractérisation physico-chimique du lait caprin en Algérie

1. Elevage caprin en Algérie

L'élevage caprin en Algérie, qui est estimés à 2,5 millions de têtes (**SAHRAOUI et al., 2016**), compte parmi les activités agricoles les plus répandues en régions difficiles et montagneuse en raison de son adaptation aux milieux accidentés. Il permet de transformer leurs ressources pastorales en produits de qualité ; le lait de chèvre et la viande caprine sont en effet des sources nutritionnelles intéressantes, et participent ainsi aux revenus des populations rurales. Cet élevage est pratiqué surtout dans les zones montagneuses, les étendues steppiques et dans les oasis (**FELIACHI, 2003 ; KADI et al., 2014 ; SAHRAOUI et al., 2016**).

En Algérie, statistiquement le lait de chèvre représente une part négligeable dans la production nationale de lait avec une faible progression en termes de quantité produite avec un système d'élevage qui demeure extensif et il est considéré souvent comme une activité rurale secondaire qui assure une liquidité financière en cas de besoin (**GUINTARD et al., 2018**).

2. Répartition et évolution

2.1 Répartition

Selon **FELIACHI (2003)**, la chèvre ayant déjà la réputation de rusticité qui lui permet de tirer le meilleur profit des régions pauvres. Les troupeaux sur les parcours sylvo-pastoraux 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 (tableau n° XI).

Tableau XI: Répartition de l'élevage caprin en Algérie (MADANI *et al.*, 2015 ; AISSAOUI *et al.*, 2019).

Zones	pourcentage de répartition %
Montagneuses	13,2
Sud	26,6
Tell	28,3
Steppique	30,7

2.2 Evolution

SADOUD (2020) avance qu'à l'instar des pays voisins, les dynamiques du cheptel caprin sont peu connues en Algérie du fait du caractère extensif de cet élevage. La fiabilité des données statistiques est faible mais elles peuvent, néanmoins, donner une tendance. Le cheptel caprin algérien a connu une croissance, passant de 286 670 têtes en 2005 à 381 882 têtes en 2017 (figure n° 11). Cette évolution en effectif est le résultat de l'introduction des espèces à haut rendement mis en place par l'Etat algérien et au fait que l'espèce caprine est entraînée par l'espèce ovine. Cette évolution s'explique aussi par l'insuffisante production des viandes en l'Algérie qui favorise la production de viande caprine.

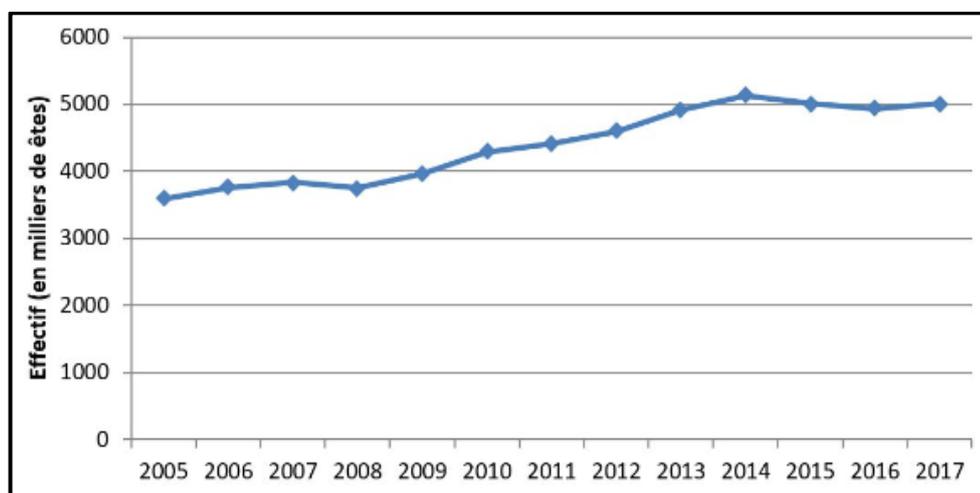


Figure 11: Evolution de l'effectif caprin en Algérie (SADOUD, 2020).

3. Les races caprines locales

D'après plusieurs auteurs (**FELIACHI, 2003; KEBBAB, 2016 ; GUINTARD et al., 2018**), les populations caprines locales ont été classées en trois races en tenant compte du contexte économique et sociologique de l'élevage caprin, celui-ci influençant les objectifs de sélections des éleveurs et dénote l'immense diversité phénotypique de cette ressource. La population locale est représentée essentiellement par les races Arabia, Makatia, Kabyle et la chèvre du M'Zab dite M'zabit. Malheureusement le cheptel caprin algérien est peu connu, sa conformation et ses aptitudes ne sont pas encore définies et standardisée sur le plan génétique comme d'ailleurs c'est le cas pour la ressource cameline et à un degré moindre ovine. Cette étude phénotypique et génétique est essentielle pour que toutes les lignées de notre cheptel soient reconnues à l'échelle internationale comme étant des races à part entière. Toutefois, les populations caprines d'Algérie sont classées par les spécialistes dans le rameau caprin nord-africain proche du type Kurde et Nubio-syrien.

Pour leur part **GUINTARD et al. (2018)**, la large variabilité des populations locales illustre leurs facultés d'adaptation au climat rude par des amplitudes thermiques et des pics de chaleur importants. Les croisements d'absorption réalisés entre la chèvre locale et les races amélioratrices visent la création de nouveaux génotypes caprins ayant une bonne productivité dans les oasis, mais risque, à terme, de faire disparaître les races locales traditionnelles.

3.1 La race Arabia

Selon **GUINTARD et al. (2018)**, la plus importante de ces populations locales algériennes est la chèvre Arabe dite encore population Arabo-maghrébine ou Arabia (figure n° 12). Elle se localise en zone steppique, semi-steppique et dans les hauts plateaux, localisée principalement dans la région de Laghouat. Son phénotype offre des caractères assez homogènes : sa hauteur au garrot est faible (de 50-70 cm en moyenne) et elle possède une tête dépourvue de cornes dans un tiers des cas environ, avec des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs de 12-15 cm. La robe noire prédomine, avec souvent des pattes blanches au dessus du genou, des raies blanches et fauves sur la face, des taches blanches à l'arrière des cuisses. Cet animal est parfaitement adapté aux contraintes des parcours et possède de bonnes aptitudes de reproduction (elle est saisonnée). Cette chèvre est principalement élevée pour la viande de chevreaux même si son lait, produit en faible quantité (1,5 litre par jour), représente un intérêt indéniable ». On distingue deux morphotypes (le sédentaire et le transhumant (tableau n° XII).



Figure 12: La race Arabia (MOULA et al., 2014).

Tableau XII: Principaux caractères de race Arabia.

Caractéristiques selon les auteurs								
FELIACHI, 2003; KEBBAB, 2016; GUINTARD et al., 2018; SAHI et al., 2018 et CHEKIKENE et al., 2021					TEFIEL et al., 2018			
Race	Localisation	Couleur	Taille	Aptitudes	Cornes	Oreilles	Poils	lait (litre)
Arabia	Hauts plateaux, Steppes, Laghouat	Brun foncé, noir, fauve	Petite	Viande > Lait	Présence	Longue, large	Long	0,5 à 1

3.1.1 Type sédentaire

La taille moyenne du type sédentaire de la race Arabia est de 70 cm pour le mâle et de 63 cm pour la femelle, alors que leurs poids respectifs sont de 50 kg et 35 kg. Le corps est allongé avec un dessus rectiligne et un chanfrein droit. Le poil est long, de 10 à 17 cm, pie noir ou brun. La tête est soit d'une couleur unie soit avec une liste, elle porte des cornes moyennement longues et dirigées vers l'arrière, et des oreilles assez longues (17 cm), la production laitière est de 0,5 litre par jour (GUINTARD et al., 2018).

3.1.2 Type transhumant

La taille moyenne du type transhumant de la race Arabia est de 74 cm pour le mâle et de 64 cm pour la femelle, donc légèrement plus élancé que le type précédent et leurs poids respectifs sont de 60 kg et 42 kg. Le corps est allongé, le dessus droit et rectiligne, mais parfois convexe chez certains sujets. Les poils sont longs de 14 à 21 cm et la couleur pie noir domine. La tête porte des cornes assez longues dirigées vers l'arrière (surtout chez le mâle)

dont les oreilles sont très larges. La production laitière est comprise entre 0,25 et 0,75 litre par jour (GUINTARD *et al.*, 2018).

3.2 La race Makatia

La Makatia dont l'origine est controversée, est apparentée aux chèvres sahéliennes, elle se localise dans les hauts plateaux et dans certaines zones du nord. Elle est de grande taille avec une hauteur au garrot moyenne de 72 cm pour les mâles (pesant 60kg) et 62 cm pour les femelles (pesant 40kg) (figure n° 13). Elle est cornue avec de longues oreilles tombantes et une barbiche et porte souvent des pendeloques. La robe aux poils ras, varie du beige au brun en passant par le gris et le blond. Elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et plus spécialement pour la peau et le cuir (tableau n° XIII) (FELIACHI, 2003 ; GUINTARD *et al.*, 2018 ; CHEKIKENE *et al.*, 2021).



Figure 13: La race Makatia (MOULA *et al.*, 2014).

Tableau XIII: Principaux caractères de race Makatia.

Caractéristiques selon les auteurs								
FELIACHI, 2003; KEBBAB, 2016; GUINTARD <i>et al.</i> , 2018; SAHI <i>et al.</i> , 2018 et CHEKIKENE <i>et al.</i> , 2021					TEFIEL <i>et al.</i> , 2018			
Race	Localisation	Couleur	Taille	Aptitudes	Cornes	Oreilles	Poils	lait (litre)
Makatia	Hauts Plateaux	fauve, gris foncé, brun, blanc, blond	Grande	Lait > Viande	Présence	Longue	Court	1 à 2

3.3 La race Kabyle

D’après plusieurs auteurs (FELIACHI, 2003 ; KEBBAB, 2016), la chèvre de Kabylie est petite de taille (figure n° 14). Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Son poil est long de couleur généralement brun foncé, parfois noir ; la tête de profil courbé, est surmontée de cornes. L’effectif total est d’environ 427.000 têtes avec 307.000 femelles reproductrices et 23.500 mâles utilisés pour la reproduction. Elle est surtout appréciée pour sa viande qui est d’une très bonne qualité, ceci contrairement à sa production laitière qui est médiocre et parfois très faible (tableau n° XIV).



Figure 14: La race Kabyle (MOULA et al., 2014).

Tableau XIV: Principaux caractères de race Kabyle.

Caractéristiques selon les auteurs								
FELIACHI, 2003; KEBBAB, 2016; GUINTARD et al., 2018; SAHI et al., 2018 et CHEKIKENE et al., 2021					TEFIEL et al., 2018			
Race	Localisation	Couleur	Taille	Aptitudes	Cornes	Oreilles	Poils	lait (litre)
Kabyle	Montagne de Kabylie, Aurès et Dahra	Noirâtre, gris foncé, fauve, roux, pie rouge	Petite	Viande > Lait	Présence	Longue	Long	0,5 à 1

3.4 La race M’zab

La chèvre du M’zab, comme son nom l’indique, elle peuple la vallée du M’zab (Ghardaïa) ainsi que la partie septentrionale du Sahara où l’on compte un grand effectif de cette chèvre du côté de Metlili et de Touggourt qui compte un grand effectif. Cette chèvre, est décrite comme étant une chèvre de taille moyenne (65 cm), au corps allongé, droit et rectiligne avec une tête fine et cornée, sa robe est à poils courts et présente trois couleurs : le

chamois, le blanc et le noir. Le chamois est dominant avec une ligne noire régulière sur l'échine (figure n° 15), pouvant produire jusqu'à 4 litres/j avec une volumineuse mamelle frôlant parfois le sol lorsqu'elle est gorgée de lait. La couleur de robe dominante des chèvres de Ghardaïa est le beige avec 32% puis le blanc avec 27%, et la majorité des femelles sont cornues (63%) (tableau n° XV) (KEBBAB, 2016 ; CHEKIKENE et al., 2021).



Figure 15: La race M'zab (MOULA et al., 2014).

Tableau XV: Principaux caractères de race M'zab.

Caractéristiques selon les auteurs								
FELIACHI, 2003; KEBBAB, 2016; GUINTARD et al., 2018; SAHI et al., 2018 et CHEKIKENE et al., 2021					TEFIEL et al., 2018			
Race	Localisation	Couleur	Taille	Aptitudes	Cornes	Oreilles	Poils	lait (litre)
M'zab	Metlili, Touggourt et Ghardaïa	Chamois, noire, brun, fauve	Petite	Lait > Viande	Présence	Longue, Tombante	Court	2 à 2,56

4. Qualité physicochimique du lait caprin Algérien

Le lait de chèvre, dont la production commence à se développer en Algérie ces dernières années, présente un certain nombre d'atouts qui même lui permettre de remplacer le lait de vache. C'est une source de bienfaits pour la santé des humains (DJEBLI et al., 2020).

4.1 Données physicochimique de la race Arabia

L'analyse du lait de chèvre Arabia dans l'étude de DJOUZA et CHAHMA (2018) a révélée une acidité de 18,2 °D avec un niveau de graisse de 3,48 % et un taux de sels de l'ordre de 0,63 %. Les valeurs moyennes des protéines totales est de 3,01% et 4,55% pour la teneur

en lactose. La densité a été estimée à 1,032 avec une valeur moyenne de l'extrait sec total de 89 g/l.

Pour **LAHRECH (2019)** la contenance en matière grasse et en matière minérale de l'ordre de $21,70 \pm 0,26$ g/l et de $8,03 \pm 0,08$ g/l respectivement. Les protéines ont une valeur de $35,4 \pm 0,17$ g/l et le lactose avec $52,13 \pm 0,28$ g/l et une densité à 25 °C de l'ordre de $1,0273 \pm 0,01$ avec un pH à la même température de $6,50 \pm 0,08$.

Selon **HAMIROUNE et al. (2020)**, les résultats de leur étude sur le lait de chèvre Arabia, ont montré que la contenance en matière grasse est de $3,23 \pm 0,79$ %, 7, une valeur de $12 \pm 3,32$ % pour la matière sèche non grasse et de $2,76 \pm 1,27$ % pour les protéines, $4,05 \pm 1,84$ % pour le lactose et une densité de $1,0204 \pm 0,0118$ avec un point de congélation de $-0,252 \pm 0,106$ °C et un pH de $6,63 \pm 0,13$.

4.2 Données physicochimiques de la race Makatia

Le peu d'information sur les données physicochimique de la race caprine steppique Makatia reflète le peu d'intérêt au patrimoine génétique local d'où l'intérêt des valeurs avancées par **LAHRECH (2019)** dans son étude sur le lait de chèvres locales et entre-autre la race Makatia, qui montre que la contenance du lait de cette chèvre en matière grasse est de l'ordre de $28,15 \pm 0,22$ g/l, 7 avec une valeur de $34,15 \pm 0,28$ g/l pour les protéines et $48,70 \pm 0,70$ g/l le lactose et une densité à 25 °C de $1,0267 \pm 0,0008$ avec un pH de $6,53 \pm 0,05$.

4.3 Données physicochimiques de la race Kabyle

Selon l'étude d'**AMROUN** et de **ZERROUKI (2014)** sur l'effet de la saison sur la composition biochimique du lait de chèvres kabyles ; Les teneurs en protéines totales et en matières grasses, enregistrées au cours de la période estivale, présentent respectivement des différences significative ($P < 0,001$) et très hautement significative ($P < 0,0001$) par rapport aux taux enregistrés au cours de la période hivernale. Le taux des protéines enregistre $69,82 \pm 5,61$ g/l en été contre $43,84 \pm 5,36$ g/l en hiver et un taux matière grasse de $64,60 \pm 2,64$ g/l en été contre $31,82 \pm 5,64$ g/l en hiver. En revanche, la teneur en lactose est significativement plus importante durant la période hivernale comparativement aux échantillons de lait collectés en période estivale avec les valeurs de $30,12 \pm 2,10$ g/l été contre $22,54 \pm 0,15$ hiver.

Dans une autre étude sur les races caprine locale (**LAHRECH, 2019**), on constate que la contenance en matière grasse et en matière minérale de l'ordre de $22,10 \pm 0,26$ g/l et de $7,33 \pm 0,58$ g/l respectivement. Les protéines ont une valeur de $37,6 \pm 0,64$ g/l et le lactose

avec $46,6 \pm 0,01$ g/l et une densité à 25 °C de l'ordre de $1,0416 \pm 0,001$ avec un pH à la même température de $6,55 \pm 0,04$.

4.4 Données physicochimiques de la race M'zab

Comme c'est le cas pour la race caprine steppique Makatia, le manque de données nous a poussé à prendre en considération que les valeurs avancées par **LAHRECH (2019)** dans son étude sur le lait de chèvres locales et qui montre que la race M'zab se caractérise par une contenance en matière grasse et en matière minérale de l'ordre de $22,30 \pm 0,15$ g/l et de $8,00 \pm 0,15$ g/l respectivement. Les protéines ont une valeur de $39,5 \pm 0,35$ g/l et le lactose avec $42,97 \pm 0,74$ g/l et une densité à 25 °C de l'ordre de $1,0329 \pm 0,01$ avec un pH à la même température de $6,58 \pm 0,04$.

Conclusion

Conclusion

En Algérie, les races caprines indigènes jouent un rôle majeur dans l'exploitation des ressources disponibles sous les systèmes de production extensifs dans les zones dites marginales, contribuant ainsi à la stabilité environnementale et socio-économique. Cette population caprine locale est représentée essentiellement par la race Arabia dans les régions steppiques, la race Makatia dans les hauts plateaux et dans certaines zones du Nord, la race Kabyle dans les régions montagneuses et la race M'Zab dans les zones sahariennes.

Le lait de chèvre, comme celui d'autres espèces, est un liquide physiologique blanc, opaque très complexe sécrété par les glandes mammaires des mammifères femelles et il est considéré comme une source importante qui contient presque tous les nutriments nécessaires au maintien de la vie.

La caractérisation physico-chimique du lait se base sur la détermination du pH, de l'acidité, de la masse volumique, de la densité, des points de congélation et d'ébullition en plus de détermination de la composition chimique principalement la quantification des lipides, constitués essentiellement de graisses ordinaires (triglycérides), les protéines (caséine, protéine de lactosérum), les glucides, essentiellement le lactose, et enfin les minéraux.

La teneur des ces nutriments est influencée par des facteurs intrinsèques principalement l'espèce, la race, l'âge et la période de lactation en plus des facteurs extrinsèques comme la saison et le type d'alimentation. A ces caractéristiques s'ajoute le fait de ne pas trouver de composants indésirables comme les résidus d'antibiotiques, les pesticides, ou les polychlorobiphényles.....

Cette étude bibliographique fait le point sur ces paramètres de qualité physico-chimique en focalisant notre intérêt sur les races caprines locales.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. ABBAS H.M., HASSAN F.A.M., ABD EL GAWAD M.A.M., ENAB A.K., 2014- Physicochemical characteristics of goats. *Life science journal*, Vol. 11(1s): 307-317.
2. AGABRIEL J., 2010- Alimentation des bovins, ovins et caprins : besoins des animaux, valeurs des aliments. Editions Quae, Paris, France, 311p.
3. AISSAOUI M., DEGHTOUCHE K., BEDJAOUI H., BOUKHALFA H.H., 2019- Caractérisation morphologique des caprins d'une région aride du sud-est de l'Algérie, *Revue Méd. Vét.*, Vol. 170: 7-9, 149-163.
4. AISSAOUI M., DEGHTOUCHE K., BOUKHALFA H.H., SAIFI I., 2014- Growth performance of goat local breed reared in southeastern Algeria, *World Journal of Environmental biosciences*, Vol. 2: 59-66.
5. AMERIQUE Q., 1996- L'encyclopédie visuelle des aliments. Québec Amérique Inc, Montréal, Canada, 688p.
6. AMROUN T.T. et ZERROUKI N., 2014- Caractérisation de la composition biochimique du laits de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie, *Renc. Rech. Ruminants*, Vol. 21: 293.
7. Anonyme., 1988- Considérations générales liés à la contamination par des radioéléments des animaux et des produits animaux destinés à l'alimentation humaine : propositions pour une méthode simple de détection de l'irradiation et de l'évolution de la dose intégrée (cas des produits de fission), *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, Vol. 7(1): 81-89.
8. BABO D., 2000- Races ovines et caprines françaises. France Agricole Editions, Paris, France, 302p.
9. BELAID D., 2016- *L'élevage caprin en Algérie*. Référentiel technique de l'élevage caprin, ANOC Maroc, 16-30.
10. BELITZ H.D. and GROSH W., 2013- Food chemistry. Springer science & business media. New York, Verling Berlin Heidelberg, 993p.
11. BOARD N., 2012- Detailed project profiles on dairy & dairy products (2nd Edn.). Niir Project Consultancy Services, Delhi, India, 152p.
12. BURNIE D., 2002- Le règne animal « encyclopédie universelle ». Editions France loisirs, Paris, France, 623p.

13. BYLAND G., 1995- Dairy processing handbook. Tetra pak processing ABS, Sweden, Lund, 436p.
14. CANNAS A., PULINA G., FRANCESCONI A.H.D., 2008- Dairy goats feeding and nutrition. Avenue Media, CABI, Bologna, Italy, 293p.
15. CAUTY I. et MARIE PERREAU J., 2009- La conduite du troupeau bovin laitier, France agricole éditions, Paris, France, 334p.
16. CAYOT P. et LORIENT D., 1998- Structures et techno fonctions des protéines du lait. Lavoisier Tec & Doc, Paris, France, 363p.
17. CENTRE INTERNATIONAL POUR L'ELEVAGE EN AFRIQUE., 1987- Bulletin du CIPEA N°27, ILRI (aka ILCA and ILRAD), Ethiopia, Addis-Abeba, 47p.
18. CHEKIKENE A.H., SOUAMES S., MEKLATI F., IDRES T., BENHENIA K., LAMARA A., 2021- Les chèvres locales algériennes : Etat des lieux de leur élevage et de leur caractérisation morphogénétique, *Livestock research for rural Development*, Vol. 33 (4).
19. CHUNLEAU Y., 1995- Manuel pratique d'élevage caprin. ACCT, Paris, France ,123p.
20. COLLECTIF., 2018- Prairies au service de l'élevage (Les): Comprendre, gérer et valoriser les prairies, Educagri éditions, Paris, France, Dijon, 328p.
21. COOPER C., 2012- The Complete beginner' guide to raising small animals : Everything you need to know about raising cows, sheep, chickens, ducks, rabbits, and more , Atlantic publishing company, Florida, Ocala, United States of America. 384p.
22. CROGUENNEC T., JEANTET R., BRULE G., 2008- Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Editions Lavoisier Tec et doc, Paris, France, 176p.
23. DEBRY G., 2001- Lait, nutrition et santé. Editions Lavoisier Tec & Doc, Paris, France, 566p.
24. DJEBLI I., AMEUR AMEUR A., GAOUAR S B S., 2020- General characteristics of goat milk cheeses (Feta) in the region of the Tlemcen, Algeria, *Genetics and biodiversity journal*, Vol. 4(2): 60-73.
25. DJOUZA L. and CHEHMA A., 2018- Production characteristics of Arabia goats in Biskra wilaya, Algeria, *Livestock research for rural development*, Vol. 30 (7): 1-9.
26. DUPIN H., LOUIS CUQ J., MALEWIAK M.I., LEYNAUD ROUAUD C., BERTHIER A.M., 1992- Alimentation et nutrition humaines. ESF éditeur, Paris, France ,1533p.

27. FAO., 1995- Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Food and Agriculture Organization, Rome, Italie, 271p.
28. FELIACHI K., 2003- *Commission nationale AnGR*. Rapport national sur les ressources génétiques animales, Algérie, 46p.
29. FOURNIER A., 2006- L'élevage des chèvres Elevage facile. Editions Artemis, Presov, Slovaquie, 95p.
30. FREUND G., 1997- Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre : Niort (France). Editions Quae, Paris, France, 199p.
31. GETANEH G., MEBRAT A., WUBIE A., KENDIE H., 2016- Review on goat milk composition and its nutritive value. *Journal of nutrition and health sciences*, Vol. 3: 1-10.
32. GUETOUACHE M., GUESSAS B., MEDJEKAL S., 2014- Composition and nutritional value of raw milk, *Issues in Biological sciences and pharmaceutical research*, Vol. 2(10): 115-122.
33. GUINTARD C., RIDOUH R., THORIN C., TEKKOUK ZEMMOUCHI F., 2018- Etude Osteometrique des métapodes de chèvres (*Capra hircus*, L., 1758) d'Algérie : cas de la race autochtone Arabia, *Revue méd. Vét*, Vol. 169: 10-12, 221-232.
34. HAMIDI M., HACHI M., BENCHERIF K., LAHRECH A., CHOUKRI A., YABRIR B., 2020- Physico-chimie et composition biochimique de laits crus de vaches, brebis, chèvres et dromadaires locaux des steppes en Algérie, *Livestock research for rural development*, Vol. 32(8).
35. HAMIROUNE M., KOUSKOUS M., KEBAILI A N., 2020- Contribution to the evaluation of the physicochemical quality of raw goat milk in the steppe region of Djelfa (Algeria): What risks on public health?, *International Journal of horticulture, Agriculture and food science (IJHAF)*, Vol. 4: 164-167.
36. IBNELBACHYR M., BOUJENANE I., CHIKHI A., 2012- Développement d'un système de 3 chevrotages en 2 ans chez la race caprine Draa. *L'élevage caprin acquis recherche, stratégie et perspectives de développement*, 71-79.
37. INSTITUT DE L'ELEVAGE., 2006- Installations de traite pour les chèvres. Editions France Agricole, Paris, France, 156p.
38. JANSEN C. et VAN DEN BURG K., 2002- L'élevage des chèvres sous les tropiques. Fondation Agromisa, Wageningen, Pays-Bas, 103p.

39. JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P., BRULE G., 2008- Les produits laitiers. Editions Lavoisier Tec & Doc, Paris, France, 200p.
40. JENSEN P., 2009- The Ethology of domestic animals: An introductory text. CABI, London, United Kingdom, 246p.
41. JOINT FAO/ WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION., 1992- Codex alimentarius, Codex alimentarius series joint FAO/ WHO Food standards program. Food and Agriculture Organization. Rome, Italie, 29p.
42. JORAP N° 69/1993. Arrêté interministériel correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, Alger, Algérie.
43. KADI S.A., HASSINI F., LOUNAS N., MOUHOUS A., 2014- Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie, *Options méditerranéennes*, Vol. 108: 451-456.
44. KAUCHE S., 2019- Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière. *Revue Agriculture*, Vol. 10(1): 43-54.
45. KEBBAB S., 2016- Un appui potentiel à la filière lait Outre la vache, la chèvre laitière, *L'élevage caprin en Algérie* : 12-15.
46. KINDSTEDT P. and CHEESE COUNCIL V., 2005- American farmstead cheese: The complete guide to making and selling artisan cheeses. Chelsea Green publishing, United States, Vermont, 276p.
47. KOESLAG J., DEN HERTOOG G., BLAUW H., 2015- L'élevage de chèvres. Fondation et Agromisa et CTA, Wageningen, Proud press, Barneveld, pays-BAS, 103p.
48. KOPACZEWSKI W., 1948- Etude physico-chimique du lait. *HAL archives-ouvertes*, Vol. 28 (273-274): 114-141.
49. KUKOVICS S., 2018- Goat science. Bode books on demand, London, United Kingdom 412p.
50. LAHRECH A., 2019- *Aptitudes fromagères du lait de chèvres locales « Makatia, Arbia, M'zab et naine de Kabyle »*. *Etudes des propriétés fonctionnelles des protéines laitières*. Thèse de Doctorat, Ecole nationale supérieure d'agronomie, El Harrach, Algérie, 137p.
51. LARBALETRIER A., 2015- Traité pratique de laiterie : lait, crème, beurre, fromages, Maison d'édition Maxtor, Saint pères, Paris, France, 266p.

52. LEBORGNE M C., BRECHET C., DELTEIL L., FOURNIER E., 2013- Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Educagri Editions, Paris, France, 356p.
53. MADANI T., SAHRAOUI H., BENMAKHLOUF H., 2015- L'élevage caprin en Algérie : Systèmes d'élevage, performances et mutations, *Workshop national sur valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs*, 1-25.
54. MAGALI P., 2014- Le guide de l'éleveur de chèvres : De la maîtrise à l'optimisation du système de production. Lavoisier Tec & Doc, Caen, Paris, France, 568p.
55. MAHMOUD A. and USMAN S., 2010- A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat Pakistan, *Pakistan Journal of nutrition*, Vol. 9(12): 1192-1197.
56. MARIE PAULIS A., MARIE GOURREAU J., CHATELIER D., 2012- L'élevage des chèvres. Editions France Agricole, Paris, France ,330p.
57. MATHIEU J., 1998- Initiations à la physicochimie du lait. Lavoisier Tec & et Doc, Paris, France, 214p.
58. MCSWEENEY P.L.H. and FOX P.F., 2009- Advanced dairy chemistry: volume 3: lactose salts and minor constituents. Springer science et business media, Spring Street, New York, United States of America, 778p.
59. MOSCONI C., ROSATI A., GEORGOUDIS A., 2005- Animal production and Natural resources utilisation in the Mediterranean mountain areas. Wageningen academic publishers, wageningen, Netherlands, 640p.
60. MOULA N., FRANÇOIS-XAVIER P., AIT KAKI A., LEROY P. et ANTOINE-MOUSSIAUX N., 2014, *Les ressources génétiques caprines en Algérie*, 12^{ème} Journées Internationales des Sciences Vétérinaires, ENSV, Alger, Algérie.
61. PARK Y.W., JUAREZ M., RAMOS M., HAENLEIN G.F.W., 2007- Physico-chemical characteristics of goat and Sheep milk, *Small ruminant research*, Vol. 68: 88-113.
62. PIERRE ELLIES M et BORDEAUX SCIENCES AGRO., 2014- Les filières animales françaises caractéristiques enjeux perceptives. Lavoisier Tec & Doc, Lassay-Les châteaux, Paris, France, 75p.
63. PRADAL M., 2012- La transformation fromagère caprine fermière Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Editions Tec & Doc, Lavoisier Paris, Péronnas, France, 295p.

- 64.** RAGOT M., 2011- Produire du lait biologique : Conversion et témoignages, Educagri éditions, Grands-Augustins, Paris, France 351p.
- 65.** REMY D., 2010- Les mammites. Editions France Agricole, Paris, France, 259p.
- 66.** SAHI S., AFRI-BOUZEBDA F., BOUZEBDA Z., DJAOUT A., 2018- Etude des mensurations corporelles de caprins dans le nord-est algérien, *Livestock research for rural development*, Vol. 30(8): 1-21.
- 67.** SADOUD M., 2020- Perception de la viande caprine par le consommateur de la région de Chleff en Algérie, *Le revue scientifique viandes & produits carnés*, Vol. 36-3-5 :1-12.
- 68.** SAHRAOUI H., MADANI T., KERMOUCHE F., 2016- Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne : un atout pour un développement régional durable en Algérie, *The value chain in mediterranean sheep and goats. Industry organisation, marketing strategies, feeding and production systems*, Vol. 115 : 677-681.
- 69.** SBOUI A., KHORCHANI T., DJEGHAM M., BELHADJ O., 2009- Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du sud tunisien ; variation du PH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique science*, Vol. 05(2): 293-304.
- 70.** SINHA N.K., 2007- Hand book of food products manufacturing, 2 Volume set. John wily et sons. INC, United States of America, 2308p.
- 71.** SOLAIMAN S.G., 2010- Goat science and production. John wiley & Sons, Avenue, Ames, Iowa, Singapore, 444p.
- 72.** TALWAR G.P., HASNAIN S.E., SARIN S.K., 2015- Text book of biochemistry, Biotechnology, Allied and Molecular medicine, Phi learning Pvt. Ltd, Haryana, Sonapat, Delhi, 1632p.
- 73.** TEFIEL H., ATA N., CHAHBAR M., BENYAROU M., FANTAZI K., YILMAZ O., CEMAL I., KARACA O., BOUDOUMA D., GAOUAR S B S., 2018- Genetic characterization of four Algerian goat breeds assessed by microsatellite markers, *Small ruminant research*, Vol. 160: 65-71.
- 74.** VIGNOLA C.L., 2002- Science et technologie du lait. Ed. presses inter polytechnique, Québec, Canada, 600p.
- 75.** YABRIR B., HAKEM A., LAOUN A., SI AHMED S., MATI A., 2011- Caractérisation physico-chimique du lait cru ovin collecte localement en milieu steppique. Influence de l'étage bioclimatique, *1^{ère} Séminaire sur le lait et ses*

dérivées : « Entre réalité de production et réalités de transformation et de consommation », 1-10.

Résumé

Résumé

Le cheptel caprin algérien qui est très hétérogène, est composé de plusieurs populations locales, présenté par la race Arabia peuplant principalement 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'Zab, localisée dans la partie septentrionale du Sahara.

Le lait de chèvre qui ne représente en Algérie qu'une infime part de la production nationale avec un faible taux de consommation et de transformation, d'où le peu d'intérêt pour son étude ou son exploitation industrielle ou semi-industrielle.

L'identification de la qualité physico-chimique doit prendre en considération les critères chimiques (matières grasses, protéines, minéraux..) et les critères physiques (masse volumique, densité, point de congélation...). Cette qualité peut être influencée par les effets combinés de plusieurs facteurs, dont on distingue principalement des facteurs intrinsèques (facteur génétique, âge, stade de lactation, état sanitaire) et des facteurs extrinsèques (l'alimentation, facteurs climatiques et saisonniers), et qui doit être exempt de toutes autre matière étrangère (antibiotiques, pesticides, métaux lourds...).

Mots-clés : Lait caprin, race locale, qualité physico-chimique.

Summary

The Algerian goat herd, which is very heterogeneous, is made up of several local populations, presented by the Arabia breed mainly populating the region of Laghouat, the Kabyle breed, occupying the mountains of Kabylie and Aurès; the Makatia breed, located in the highlands and in certain areas of the North; and finally the M'Zab race, located in the northern part of the Sahara.

Goat's milk, which in Algeria represents only a tiny share of national production with a low rate of consumption and processing, hence the little interest for its study or its industrial or semi-industrial exploitation. The identification of the physicochemical quality must take into consideration the chemical criteria (fats, proteins, minerals, etc.) and the physical criteria (density, density, freezing point, etc.). This quality can be influenced by the combined effects of several factors, of which we mainly distinguish intrinsic factors (genetic factor, age, stage of lactation, health status) and extrinsic factors (diet, climatic and seasonal factors), and which must be free from all other foreign matter (antibiotics, pesticides, heavy metals, etc.).

Keywords: Milk Caprine, Local breed, Quality Physico-chemical.

ملخص

قطعان الماعز في الجزائر غير متجانسة وتتكون من عدة مجموعات محلية و المتمثلة في السلالة العربية المتمركزة أساسا في منطقة الأغواط، السلالة القبائلية التي تحتل جبال القبائل والأوراس، السلالة المقاطية الموجودة في المرتفعات وفي مناطق معينة من الشمال وأخيرا السلالة المزابية المتمركزة في الجزء الشمالي من الصحراء.

يمثل حليب الماعز في الجزائر جزء ضئيل من الإنتاج الوطني مع انخفاض معدل الإستهلاك و التحويل وبالتالي قلة الإهتمام بدراسته واستغلاله الصناعي أو الشبه الصناعي. ولتحديد الجودة الفيزيوكيميائية يجب أن نميز المعايير الكيميائية (دهون، بروتينات، معادن) والمعايير الفيزيائية (الكثافة، الكتلة الحجمية، نقطة التجمد ٠٠٠٠) حيث يمكن أن لجودة الحليب أن تتأثر من خلال مجموعة من العوامل المتمثلة في العوامل الداخلية (العوامل الوراثية، العمر، مرحلة الرضاعة، الحالة الصحية) والعوامل الخارجية (التغذية، العوامل المناخية والموسمية) بشرط أن يكون خاليا من المواد الغريبة (المضادات الحيوية، المبيدات والمعادن الثقيلة ٠٠٠٠).

الكلمات المفتاحية: حليب الماعز، السلالات المحلية، الجودة الفيزيوكيميائية.