

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Faculté des Sciences Biologiques et des sciences
Agronomique

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de Master En Sciences biologiques

Spécialité : Biologie des populations et des organismes

THEME

**Valorisation du lait de chèvres kabyles élevées en régions
montagneuses (Littoral)**

Réalisé par : AIT ABA CHERIF-GHILES

Devant le jury d'examen composé de :

Mme BOUGUENOUN	Présidente	MCB (UMMTO)
Mme AMROUN T	Promotrice	MCB(UMMTO)
Mme TALEB.K	Co-Promotrice	MCA (UMMTO)
Mme BRAHIMI.K	Examinatrice	Professeur(UMMTO)

Promotion : 2021/2022

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements les plus sincères à ma promotrice Madame Amroun ep Laga Thilali Thanina maître de conférences B, au Département des Sciences Agronomiques à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'U.M.M.T.O. Pour son aide, ses conseils, ses orientations, sa disponibilité et sa patience au long de l'élaboration de ce modeste travail.

À Madame Taleb K. Maître de conférences A à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de co-encadrer ce travail.

Nous vifs remerciements sont adressés à tous les membres de jury :

Particulièrement à Madame Bouguenoun I. Maître de conférences B à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de présider le jury.

À Madame Brahimi.K Professeur à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très cher Parents, que je ne pourrai remercier assez, pour leur soutien moral et leur compréhension, amour, tendresse, et sacrifices, que Dieu leurs offre la santé. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferais toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir.

Ma cher Sœur pour son aide précieuse, son amour et sa présence.

Pour mes grands-parents et toutes ma familles que dieux les protèges.

À ceux qui mon toujours aidée, écoutée, soutenue et encouragée mes amies et mes collègues.

À tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude.

Et à tous ceux que j'aime.

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

1^{ère} partie

Chapitre I : Le caprin

1. Historique et systématique	3
2. Elevage caprin dans le monde	3
3. Elevage caprin en Algérie	3
3.1. La population caprine en Algérie	4
3.2. Les races caprines Algériennes et leurs principales caractéristiques.	5
3.2.1. Les races locales	5
• Chèvre ARBIA	5
• Type sédentaire	5
• Type transhumant	5
• Chèvre MAKATIA	6
• Chèvre du M'ZABITE	7
• Chèvre KABYLE «Naine de Kabylie»	8
3.2.2. Races améliorées	8
4. Populations croisées	9
5. Physiologie la reproduction chez les caprins	10

Chapitre II : Lait Caprin

1. Généralités sur lait	12
1.1. Définition	12
1.2. Propriétés physico-chimiques du lait	12
1.2.1. Densité.....	12
1.2.2. Acidité	13
1.2.3. Ph.....	13
1.2.4. Point de Congélation	13
1.2.5. Point d'ébullition.....	14

2. Généralités sur le lait caprin.....	14
2.1. Définition	14
2.2. Composition du lait de chèvre.....	14
2.3. Caractéristiques du lait de chèvre.....	16
2.3.1. Organoleptiques	16
2.3.2. Physico-chimiques	17
2.3.2.1. Le ph.....	17
2.3.2.2. L'acidité	17
2.3.2.3. La densité	17
2.3.2.4. Teneur en eau	17
2.3.2.5. Composition minérale	17
2.3.2.6. Teneur en matière grasse.....	18
2.3.2.7. Teneur en protéines	18
• Les caséines.....	19
• Protéines sériques	19
3. Qualité du lait de chèvre.....	19
3.1. Qualité technologique	19
3.2. Qualité nutritionnelle.....	20
4. Comparaison entre le lait de chèvre et le lait des autres espèces	20

2^{ème} Partie

Matériel et méthodes

1. Zones de pâturage.....	22
2. Couverture végétale des zones de pâturage.....	23
3. Choix des animaux	23
4. Mode de reproduction	24
5. Echantillonnage.....	24
5.1. Congélation	25
5.2. Lyophilisation.....	25
6. Méthodes d'analyses	25
6.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques	25
• Mesures du pH et de l'acidité Dornic.....	25

• Densité	25
• Viscosité.....	25
6.2. Méthodes d'analyses biochimiques.....	26
• Dosage du taux protéique (TP)	26
• Dosage du taux butyreux (TB)	27
• Dosage de la teneur en lactose	27
6.3. Analyse des données	27
• Variables calculées et analysées.....	27
• Effets étudiés	27

Résultat et discussion

1. Paramètres physico-chimiques	29
2. Paramètres biochimiques.....	30
2.1. Composition biochimique moyenne.....	30
2.2. Composition biochimique saisonnière	31
Conclusion	34
Références Bibliographiques.....	35

Résumé

- %: pourcentage
- ± : plus au moins
- C° : Degrés Celsius
- D° : Degrés Dornic
- **ddl**: degré de liberté
- **FAO**: Food and Agriculture Organization
- **g** : gramme
- **g/l** : gramme par litre
- **h** : heure
- **Km** : Kilomètre
- **MG** : Matière grasse
- **mg/l** : milligramme par litre
- **Min** : minute
- **ml** : millilitre
- **MP** : Matière protéique
- **MSD** : matière sèche dégraissée
- **MST** : matière sèche totale
- **NS** : non significative
- **P** : valeur p
- **PH** : Potentiel hydrique
- **Sig** : significative
- **t** : t observé de test t
- **TB** : Taux butyrique
- **TP** : Taux protéique

Figure	Titre	Page
01	Chèvres de la race Kabyle élevée en région montagneuse.	03
02	Evolution de l'élevage caprin en Algérie	05
03	Chèvre de race Arbia	06
04	Chèvre d'une race Makatia	07
05	Chèvre d'une race M'zabite	08
06	Chèvre d'une race Kabylie	09
07	Représentation schématique de l'antagonisme physiologique de la lactation et de la gestation chez la chèvre régit par la photopériode	11
08	Localisation des zones de pâturages au sein de la localité de Tizi-Ouzou en Algérie	26
09	Mesures effectuées dans la sélection des troupeaux caprins de la race Kabyle	27
10	Le pycnomètre	29
11	Variation de la composition du lait de chèvres Kabyles collecté au cours des saisons estivale et hivernale	36

Tableaux	Titre	Page
01	Caractéristiques morphologiques et localisation de quelques populations caprines locales	10
02	Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru	12
03	Composition moyenne du lait de chèvre	16
04	Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l)	21
05	Caractéristiques du cheptel utilisé durant la période expérimentale et nombre d'échantillons de lait de chèvre Kabyles par saison	28
06	Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre Kabyle collecté différentes saisons	33
07	Composition biochimique moyenne du lait de chèvre Kabyle élevée en région montagnaise	35
08	Variation de la composition du lait de chèvres Kabyles collecté au cours des saisons estivale et hivernale	37

Première partie

Partie bibliographique

Introduction

Parmi tous les aliments et sur la base de son contenu nutritionnel, le lait de chèvre est considéré comme l'un des plus complets et des mieux équilibrés (DESJEUX, 1993 ; JENOT et al., 2000 ; EL MARRAKCHI ET HAMAMA, 2000).

Sur le plan biochimique, il se définit comme une émulsion de matières grasses sous forme de globules de gras dispersés dans une solution aqueuse (lactosérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum, etc...) et les autres sous forme colloïdale (caséines) ; enfin, certains éléments comme les minéraux peuvent être soit à l'état dissous dans le lactosérum, soit à l'état colloïdal lorsqu'ils sont associés aux micelles de caséines. Aussi, sa composition chimique de même que ses apports énergétiques le distinguent des autres laits (WEHRUMULLER ET RYFFEL, 2007).

Cependant, cette composition particulière varie grandement en fonction de plusieurs facteurs dont l'espèce ou les facteurs génétiques (RAZAFINDREKOTO ET AL 1993 ; FREUND, 1996, RICORDEAU et al.,1999), l'état physiologique de l'animal dont le stade de lactation (MESCHY, 2002, HAFID, 2006) mais aussi l'environnement proximal dont dépend l'alimentation directe de l'animal (MIETTON, 1986 ; DOYON, 2005 ; ALVAREZ et al., 2006 ; LEMELIN, 2008).

Plusieurs auteurs de divers pays rapportent des études sur différents paramètres environnementaux affectant la composition du lait de chèvre (ESPIE ET MULLAN, 1990 ; PAL et al., 1994 ; SORYAL et al. 2004) de races locales et conduites dans des conditions d'élevages souvent spécifiques à ces contrées.

En Algérie, notamment en Kabylie, les petites exploitations caprines situées au niveau des régions rurales sont d'une importance vitale pour les populations locales (ALARY et al., 2011 ; BENGOU MI et al., 2013 ; MOUHOUS ET AL 2015).

Malgré des conditions d'élevage difficiles, la chèvre Kabyle a été, des siècles durant, la principale pourvoyeuse de ces populations, en viande, en lait et dérivés (produits d'une manière artisanale). Parfaitement adaptée aux conditions climatiques locales (CKEKIKENE et al., 2021), elle pourrait s'accompagner par des caractéristiques qui se refléteront sur la qualité des produits, notamment la composition du lait, car même si les quantités produites restent très modestes, la composition biochimique de ce dernier pourrait s'avérer très intéressante, notamment de par ses aptitudes fromagères.

L'objectif de notre travail est l'étude de la valorisation du lait de chèvres kabyles élevées en régions montagneuses (région du littorale).

Son principal objectif consiste à valoriser et à encourager la production laitière caprine notamment celle des races autochtones (chèvre Kabyle) parfaitement adaptée aux conditions climatiques propres à la région Nord Algérienne.

Aussi, une bonne connaissance de la composition biochimique, du lait de chèvre Kabyle, de son intérêt nutritionnel seront des arguments fiables plaidant en faveur du développement de la production fromagère caprine alimentée par un lait doté d'une grande qualité produit par des animaux issus du patrimoine génétique local.

Notre étude est structurée en deux parties :

- La première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée en 2 chapitres :
 - ✓ Le premier chapitre présente des généralités sur le caprin
 - ✓ Le deuxième sur la production du lait ainsi que les constituants principaux du lait et leurs valeurs usuelles.
- La deuxième partie du manuscrit est la partie expérimentale dans laquelle on présentera :
 - ✓ Le matériel et les méthodes mise en œuvre dans le cadre de la réalisation de ce travail afin d'étudier quelques caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chèvre kabyle.
 - ✓ Les résultats obtenus au cours de cette étude.
 - ✓ Finalement, une conclusion générale récapitulant les principaux résultats de ce travail avec une présentation des principales perspectives envisagées pour la poursuite de cette thématique de recherche.

Chapitre I :

Le caprin

1-Historique et systématique

La chèvre a toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, elle est élevée essentiellement pour son lait, sa viande, et ses poils. Le bouquetin et le chamois peuvent être considérés comme étant les ancêtres de la chèvre domestique. Ces ancêtres sont apparus durant la période néolithique (8000 ans avant J.C.), alors que la chèvre fut domestiquée vers 7000 et 7500 ans avant J.C. Babo, (2000) ; Fantazi (2004).

Selon Holmes-Pegler (1966), Babo (2000) et Fantazi (2004), la chèvre domestique dont le nom scientifique est *Capra hircus*(Figure 1)appartient à :

- **Embranchement** : Vertébrés
- **Classe**: Mammifères.
- **Sous classe** :Placentaires.
- **Ordre**: Artiodactyles (Ruminants et Porcins)
- **Super famille**: Tauroidea
- **Famille** :Bovidae
- **Sous famille** : Caprinae
- **Groupe**: Caprins
- **Genre**: *Capra*
- **Espèce** : *Capra hircus*



Figure 1 : Chèvres de la race Kabyle élevée en région montagneuse (Photos personnelles2022)

2. Elevage caprin dans le monde

En 2018 le cheptel caprin mondial comptait près de 1.045 milliards de têtes réparties sur l'ensemble des cinq continents. Cet effectif est inférieur aux troupeaux bovins et ovins estimés respectivement à 1.489 et 1,209 milliard de tête. L'élevage caprin est très concentré dans le continent Asiatique avec un effectif de 57,1% de l'effectif mondial, suivi par le continent Africains avec (36.2%), de l'Amérique environ (4,2%), et enfin l'Europe avec (2,1%) de l'effectif mondial (FAO, 2018).

3. Elevage caprin en Algérie

L'élevage caprin algérien compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles, associé toujours à l'élevage ovin, localisé essentiellement dans les régions d'accès difficile (HAFID, 2006).

En raison de son adaptation aux milieux difficiles, cet élevage est pratiqué surtout dans 13,2 % dans les zones montagneuses, 28,3 % dans la zone du Tell, 30,7 % dans les zones steppiques et 26,6 % dans les zones du sud (GUINARD et al., 2018). Et ce cheptel est élevé dans des élevages de type traditionnel (SALAKO, 2006).

Les systèmes d'élevage sont strictement pastoraux et extensifs quel que soit la région et la taille des troupeaux, qui varient selon les disponibilités en ressources sylvo-pastorales. Avec une alimentation basée sur le pâturage, la productivité laitière des chèvres demeure toujours faible (MARICHATOU et al., 2002).

De point de vue statistique l'élevage caprin en Algérie vient en seconde position avec 4.9 millions de têtes, c'est-à-dire 7% du cheptel national (FAO, 2018). Il se trouve concentré essentiellement dans les zones montagneuses, les hauts plateaux et les régions arides (MAMI, 2013).

La figure 2 montre l'évolution de l'élevage caprin en Algérie depuis l'année 2000 jusqu'à l'année 2018.

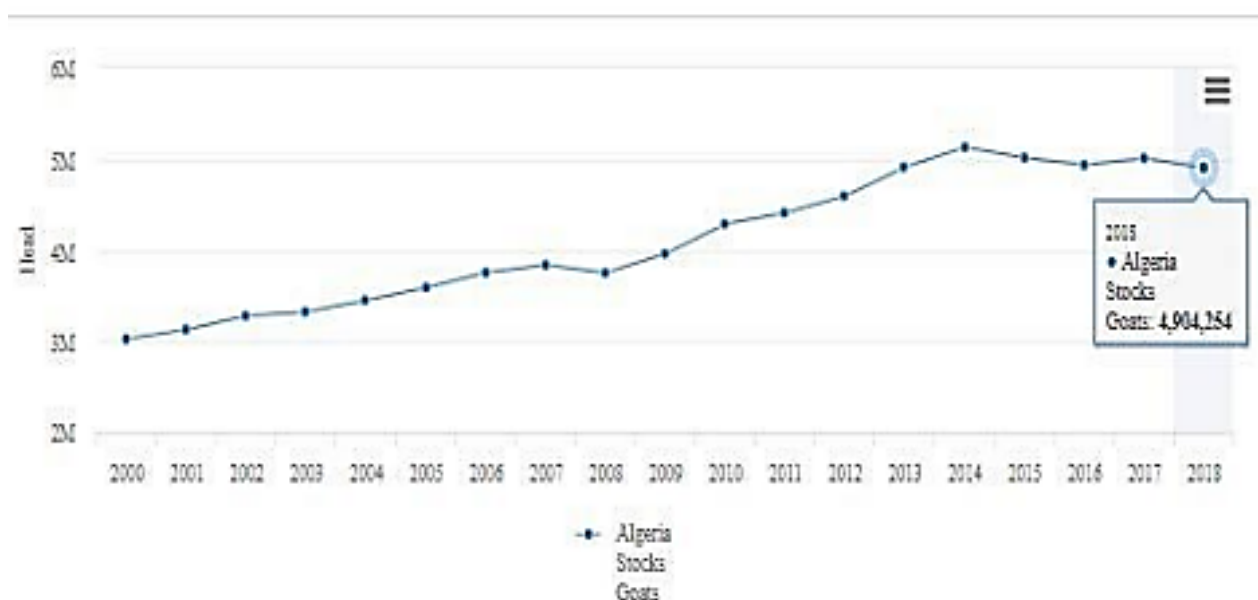


Figure 2 : Evolution de l'élevage caprin en Algérie (2000 – 2018) (FAO 2018).

3.1. Population caprine en Algérie

Le cheptel caprin algérien est très hétérogène, il se caractérise par une grande diversité pour les races locales.

Selon MADANI (2000), les populations existantes en Algérie sont de type traditionnel, dont la majorité entre elles sont soumises uniquement à la sélection naturelle. Elles sont composées par des animaux de population locale à sang généralement Nubien. Outre, les populations locales, on trouve aussi des populations introduites et des populations croisées (BEY et LALOU, 2005).

D'après HELLAL (1986), DEKKICHE (1987), SEBAA (1992) et TAKOUCHT (1998), le cheptel algérien est représenté par la chèvre Arbia, la Mekatia, la Kabyle et la M'zabit.

La composition raciale des populations du cheptel comprend les chèvres locales et les chèvres de races améliorées, en plus des individus résultants des croisements (Commission Nationale des ressources génétiques animales, 2003).

3.2 .Races caprines Algériennes et leurs principales caractéristiques

3.2.1. Races locales

- **Chèvre ARBIA**

C'est la population la plus dominante, qui se rattache à la race Nubienne, elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques (Figure 3).

Elle se caractérise par une taille basse de 50-70 cm, une tête dépourvue de cornes avec des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs de 12- 15 cm. La chèvre Arabe a une production laitière moyenne de 1.5 litre par jour.

D'après DEKKICHE (1987) et MADANI et al., (2003), on a deux types : le sédentaire et le transhumant.

- **Type sédentaire** : sa taille moyenne est de 70 cm pour le mâle et de 63 cm pour la femelle (Tableau 1), alors que leurs poids respectifs sont de 50 kg et 35 kg.

Le corps est allongé avec un dessus droit rectiligne dont le chanfrein est droit.

Le poil est long, de 10 à 17 cm, polychrome blanc, pie noir, et le brun. La tête soit d'une couleur unie ou avec des listes, porte des cornes moyennement longues et dirigées vers l'arrière, des oreilles assez longues (17 cm), la production laitière est de 0.5 litre par jour (HELLAL, 1986).

- **Type transhumant** : selon le même auteur, sa taille moyenne est de 74 cm pour le mâle et de 64 cm pour la femelle, leurs poids respectifs sont de 60 kg et 32 kg. Le corps allongé, dessus droit rectiligne, mais convexe chez certains sujets.

Poils longs de 14 à 21cm où 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 de 0.25-0.75 litre par jour (HELLAL, 1986).



Figure 3 : Chèvre de race Arbia (Photo personnelle, 2022).

- **Chèvre MAKATIA**

D'après GUELMAOUI et ABDEREHMANI (1995), elle est originaire d'OuledNail.

On la trouve dans la région de Laghouat. Elle est sans doute le résultat du croisement entre l'ARABIA et la CHERKIA), généralement elle est conduite en association avec la chèvre ARABIA sédentaire (DJARI et GHRIBECHE, 1981).

Selon HELLAL (1986), la chèvre MAKATIA (Figure 4) présente un corps allongé à dessus

Droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets, robe variée de couleur Grise, beige, blanche et brune à poils ras et fin, d'une longueur entre 3-5 cm.

La tête est forte chez le mâle, et chez la femelle elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, possède une barbiche et deux pendeloques (moins fréquentes) et de Longues oreilles tombantes qui peuvent atteindre 16 cm. Le poids est de 60 kg pour le mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 72 cm et 63 cm (Figure4).

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



Figure 4: Chèvre d'une race Makatia (Anonyme, 2008).

- **Chèvre du M'ZABITE**

Dénotmée aussi «la chèvre rouge des oasis» (**Figure 5**). Elle est originaire de Metlili ou Berriane, se caractérise par un corps allongé, droit et rectiligne, la taille est de 68cm pour le mâle, et 65 cm pour la femelle, avec des poids respectifs de 50 kg et 35 kg.

La robe est de trois couleurs : le chamois qui domine, le brun et le noir, le poil est court (37cm) chez la majorité des individus, la tête est fine, porte des cornes rejetées en arrière lorsqu'elles existent, le chanfrein est convexe, les oreilles sont longues et tombantes (15cm) (HELLAL, 1986).

La race MOZABITE est très intéressante du point de vue production laitière de l'ordre de 2.56 litres par jour.



Figure 5 : Chèvre d'une race M'zabite(FELIACHI et al., 2003)

- **Chèvre KABYLE «Naine de Kabylie»**

Selon GUELMAOUI et ABDEREHMANI (1995), la chèvre KABYLE (Figure 6) est considérée comme descendante de la chèvre Pamelcaprapromaza. C'est une chèvre autochtone qui peuple les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès. Elle est robuste, massive, de petite taille (66cm, pour le mâle, et 62 cm pour la femelle) d'où son nom « Naine de Kabylie », la longueur du corps est de 65-80 cm, avec des poids respectifs de 60 kg et 47 kg.

Le corps est allongé avec un dessus droit et rectiligne, la tête est fine, porte des cornes dirigées vers l'arrière, la couleur de la robe varie, mais les couleurs qui dominent sont : le beige, le roux, le blanc, le pie rouge, le pie noir et le noir.

Les oreilles sont petites et pointues pour les sujets à robe blanche, et moyennement longues chez les sujets à robe beige, le poil est long (46% des sujets entre 3-9cm) et court (54% des sujets) ne dépassant pas 3 cm.

Sa production laitière est mauvaise, elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable (PEDRO, 1952 ; HELLAÏ, 1986).

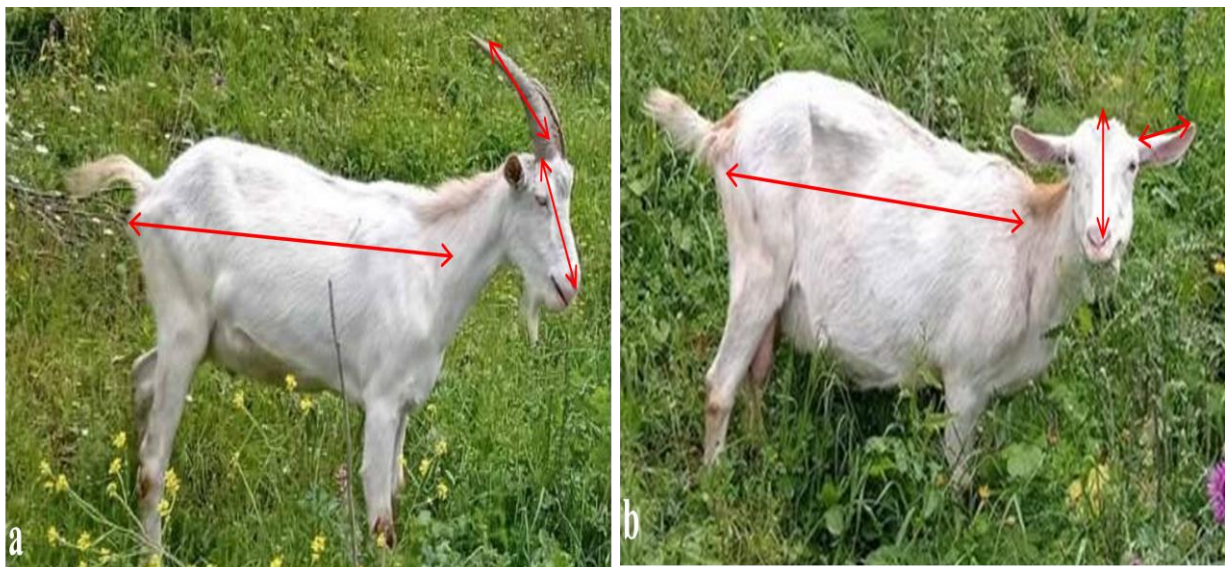


Figure 6 : Chèvre d'une race Kabylie (Photos personnelles).

3.2.2. Races améliorées

Les races améliorées sont des races introduites en Algérie depuis la période coloniale, dans le cadre d'une stratégie d'amélioration génétique du cheptel caprin, il s'agit de la Maltaise, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment l'Alpine et la Saanen.

Selon (KERKHOUCHE, 1979), la maltaise et la chèvre de Murcie ont été implantées à Oran et sur le littoral pendant la colonisation, d'autres essais d'introduction d'animaux performants ont été réalisés dans le territoire national après l'indépendance dans le Mitidja, à Tizi- Ouzou, à Sétif et dans le haut Chélif.

GEOFFROY (1919), HUART du PLESSIS (1919), DIFFLOTH (1926) notent que la chèvre de Malte était très répandue sur la littoral Algérien.

Selon DECAEN et TURPAULT (1969), la Maltaise se rencontre dans les zones côtières d'Annaba, Skikda, Alger ainsi qu'aux oasis. En Algérie, l'introduction de la première Alpine date entre 1924-1925 lors d'un essai (SADELER, 1949).

4. Populations croisées

Les populations croisées sont constituées par des sujets issus des croisements non contrôlés entre la population locale et d'autres races, mais les essais sont très limités. Les produits de ces croisements ont une taille remarquable, une carcasse pleine, souvent des gestations gémellaires et une production laitière appréciable, les poils sont généralement courts avec une grande sensibilité aux conditions climatiques locales et aux différentes pathologies (KHELIFI, 1997). Ces produits sont rencontrés principalement au sein des exploitations d'étatiques (CHELLIG, 1978).

Le tableau 1 ci-dessous récapitule les caractéristiques morphologiques des populations caprines locales ainsi que leurs localisations.

Tableau 1 : Caractéristiques morphologiques et localisation de quelques populations caprines locales (KERBAA, 1995).

Races	Principale Localisation	Hauteur au garrot moyen (cm) Males	Hauteur garrot moyen (cm) Femelle	Couleurs Principales	Caractères Particuliers
L'Arbia	Région Laghouat	70	67	Noire	Fronts droit Poils long Oreilles tombantes
La MAKATIA	Haut plateaux	72	63	Couleurs varié	Tailles grandes Poils courts Barbes courantes
La Kabyle	Montagne de Kabylie et Dahra	68	55	Unicolore et Multicolore Noire et Brune	Petites Tailles Poils longues Oreilles Longues
La Mozabite	Metilli et Région de Ghardaïa	68	65	Unicolore Chamoisé Dominante	Type Nubien Oreilles Longue et Tombantes

5- Physiologie la reproduction chez les caprins

L'activité sexuelle de la chèvre se concentre en automne lorsque la durée du jour diminue (FABRE-NYS, 2000 ; DELGADILLO et al., 1991, cités par LEMEITER, 2004) ; A l'approche de la saison naturelle de reproduction, les mécanismes hormonaux préparent le système reproducteur à l'ovulation et à la gestation (CHEMINEAU et DELGADILLO, 1994 ; MALPAUX et al., 1994, 1995).

Le cycle œstral chez la chèvre dure de 18 à 24 jours (21 jours en moyenne) et les chaleurs durent 24 à 48 heures. La saison naturelle de reproduction débute vers la mi-août et se termine en janvier-février (GERARD, 2003 ; GAYRARD, 2007). Le pourcentage de saillie fécondante est généralement moins élevé lors du premier cycle de chaleurs. La gestation dure 153 jours en moyenne (LEMELIN et al., 2002).

Les variations saisonnières se manifestent, chez la femelle, par l'existence d'une période de reproduction dite de chaleurs ou œstrus et d'un d'anoestrus ou repos sexuel saisonnier qui se traduit chez le mâle par une diminution du comportement sexuel, de la production spermatique en quantité et en qualité, entraînant ainsi des baisses plus ou moins importantes

de la fertilité et de la prolificité dans les troupeaux (Malpaux et *al.*, 1996 ; Lassoued et Rekik, 2005).

Ces variations sont liées aux changements dans la durée de l'éclairement quotidien (photopériode) (CHEMINEAU et al.,2009). Les jours courts sont stimulateurs de l'activité sexuelle et les jours longs sont inhibiteurs (CHEMINEAU et al., 1982 ,1988,1992 ; cité par LEMEITER ,2004) . Il n'existe aucune durée du jour constante permettant le maintien d'une activité sexuelle permanente (LEMELIN, 2005).

Les variations photopériodiques régissant la reproduction chez l'espèce caprine présentent un impact très important sur le déroulement de la lactation (CHEMINEAU et DELGADILLO, 1994 ; OUIN, 1997). En effet, la parturition déclenche la lactation qui induit la période de repos sexuel (LEMEITER, 2004).

La lactation se prolonge pendant l'œstrus pour s'achever par le tarissement de la glande mammaire (OLLIVER-BOUSQUET et DJIANE, 2000). Ce mécanisme est une étape indispensable au cours de laquelle il y a reconstruction de l'épithélium mammaire, prévoyant la prochaine période de lactation. La période de sèche (absence de lait) s'étale du tarissement et sur le reste de la gestation jusqu'à la mise bas (GAYRARD, 2007).

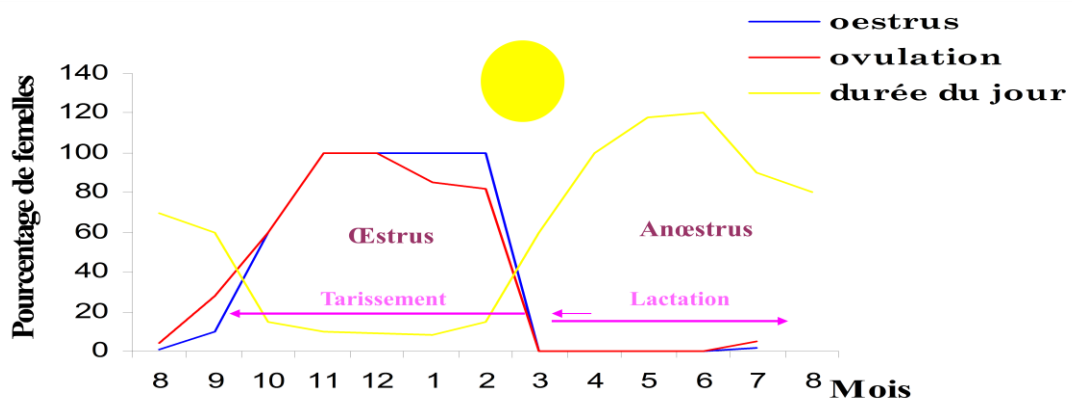


Figure 7 : Représentation schématique de l'antagonisme physiologique de la lactation et de la gestation chez la chèvre régité par la photopériode (AMROUN, 2010).

Chapitre II :
Lait caprin

1. Généralités sur lait

1.1. Définition

Le lait est un liquide blanc mat, ou plus ou moins jaunâtre, opaque à odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété particulièrement par la grande mamelle des animaux mammifères femelles pour nourrir leurs nouveaux nés (Larousse agricole).

C'est en 1908 que le Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève a défini ainsi le lait qui 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 doit

1.2. Propriétés physico-chimiques du lait

Les propriétés physico-chimiques du lait (Tableau 2) sont plus ou moins stables ; elles dépendent soit de l'ensemble des constituants, soit des substances en solution ou encore des concentrations en ions. Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la densité, le pH, l'acidité, le point de congélation et le point d'ébullition (VIGNOLA, 2002).

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru (MATHIEU, 1998).

Caractéristiques	Valeurs
Densité	1,028 à 1,035
Acidité en °D	16 à 18
pH (20°)	6.6-6.8
<i>Point de congélation</i>	-0,54 à -0,55 °C
Points d'ébullition	100,5°C

1.2.1. Densité

Selon POINTURIER (2003), la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg/m^3 dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée: $\rho = m/v$. La densité du lait varie entre 1,028 et 1,035 pour une moyenne de 1,032 à 15°C (VIGNOLA, 2002). Deux facteurs de variation opposés

déterminent la densité: la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse. La densité varie proportionnellement à la concentration des éléments dissous et en suspension mais varie de façon inverse à la teneur en graisse (ALAIS, 1984 ; BOUDIER et LUQUET ,1981).

1.2.2. Acidité

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait a une certaine acidité on l'appelle acidité naturelle. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et les lactalbumines, de substances minérales telles que les phosphates et le gaz carbonique, ainsi que des acides organiques, le plus souvent l'acide citrique (AMARIGLIO ,1986). Un lait frais normal a une acidité titrable de 16 à 18° degré Doronic c'est à dire 16 à 18 en décigrammes d'acide lactique par litre selon (VEISSEYRE ,1975), c'est une mesure indirecte de sa richesse en caséine et en phosphates.

Dans les laits en voie d'altération, cette acidité titrable augmente (en raison de la dégradation du lactose en d'autres acides en plus de l'acide lactique et des liquides) (AMARIGLIO, 1986).

1.2.3. pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH. A la traite, le pH du lait est compris entre 6,6 et 6,8 et reste longtemps à ce niveau. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites indiquent un cas anormal (AMARIGLIO ,1986).

1.2.4 Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre -0,54°C et -0,55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin (MATHIEU, 1998). Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ 0,0055°C (GOURSAUD, 1985), puisque le nombre de molécules, autres que celles de l'eau, et des ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement

du point de congélation (MATHIEU, 1997). Le point de congélation du lait est vérifié à l'aide d'un cryoscope (PIVETEAU, 1999).

1.2.5 Point d'ébullition

D'après AMIOT et al. (2002), le point d'ébullition est défini comme étant la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C.

2. Lait caprin

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

2.1. Définition

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

Le lait de chèvre frais possède une acidité, soit un pH de 6,6 (proche de la neutralité donc il n'y a pas d'acide lactique) environ ou 16° d'ont peut éviter le développement des germes de contamination (coliformes, pathogène) par l'acidification des produits laitiers, par abaissement du pH (CORCY ,1991).

2.2. Composition du lait de chèvre

Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes.

Le lait d'origine animal peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale (FAO, 2017).

Dans l'ensemble, le lait de chèvre se rapproche plus du lait de vache que celui de femme. De plus, il existe des différences en fonction du génotype et de l'environnement (variation saisonnière, rôle de l'alimentation sur la composition lipidique) (DES JEUX, 1993). En plus de ces facteurs, la saison influe sur le taux de matière sèche.

Ces variations dans la composition du lait pourraient avoir un impact sur son aptitude à la transformation et donc influencer la qualité des laitiers caprins (ST-GELAIS et al., 1999).

Selon FREDOT, (2009) le lait en général est constitué de quatre phases :

- **Une émulsion de matières grasses** constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- **Une phase colloïdale** qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
- **Une phase aqueuse** qui contient les constituants solubles du lait « Protéines solubles, lactose, vitamine (B, C), sels minéraux, azote non-protéique ».
- **Une phase gazeuse** composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

Ces phases sont en suspension les unes dans les autres. Il existe des facteurs qui permettent de rompre cette suspension (pH acide, présure) qui fait coaguler la phase colloïdale et qui sera utilisée lors de la fabrication des dérivés du lait.

On peut ajouter à cela les vitamines (E, K) et les enzymes (la lactoperoxydase, la phosphatase, les protéases, le lysozyme, la lactase) (Tableau 3).

Le lait de chèvre est particulièrement pauvre en vitamine A, ce qui lui donne une coloration blanche que les autres laits. Par ailleurs, l'eau représente 90 % du lait, mais il reste quelques variations quant à la teneur en matière sèche : le lait de chèvre en contient environ 136 grammes par kilogramme (g/kg) de lait alors que celui de la vache n'en contient que 125 (g/kg) (BRUNO, 2005).

Tableau 3 : Composition moyenne du lait de chèvre (FAVIER et al., 1995).

Nutriments	Teneur pour 100g de lait
Eau (g)	87,5
Protéines (g)	3,4
Glucides (g)	4,4
Lipides (g)	3,8
AG saturés (g)	2,5
AG mono-insaturés (g)	0,9
AG poly-insaturés (g)	0,1
Cholesterol (mg)	11
Sodium (mg)	45
Magnesium (mg)	14
Phosphor (mg)	103
Potassium (mg)	185
Calcium (mg)	120
Vitamine D (mg)	0,06
vitamine E (mg)	0,03
Vitamine C (mg)	2

2.3. Principales caractéristiques du lait caprin

2.3.1. Caractéristiques Organoleptiques

Comme le lait de vache, le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose , protéine de lactosérum...etc.), les autres sous forme colloïdale (caséines) (DOYON, 2005). Contrairement au lait de vache, l'absence de pigments caroténoïdes confère au lait et aux fromages de chèvre son couleur est très blanche par rapport aux produits des autres races. Le lait caprin a un goût légèrement sucré (DUTEURTRE et al., 2005). Il est caractérisé par une flaveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (JOOYANDEH et ABROUMEND, 2010).

2.3.2. Caractéristiques Physicochimiques**2.3.2.1. pH**

Un lait de chèvre dit normal à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité et a un pH de 6,5 qui peut varier jusqu'à 6,7. Toute valeur située en dehors de cet intervalle traduit une anomalie. Il en résulte la détection des mammites par simple mesure du pH ; tout lait mammiteux étant alcalin (pH > 7).

L'alcalinité est due à l'albumine et aux caséines des cellules somatiques du tissu mammaire (BOSSET et al., 2000). En effet, REUMEUF et al., (1989) donne un intervalle du pH du lait de chèvre allant de 6.45 à 6.90. Le lait de chèvre en raison d'un polymorphisme génétique important de ses protéines, se démarque par une variabilité du pH suivant le type génétique en question.

2.3.2.2. Acidité titrable

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

2.3.2.3. Densité

La densité du lait de chèvre est comparable à celle de lait de vache, avec une densité moyenne de 1030.05 à 15°C (BONASSI et al., 1998).

2.3.2.4. Teneur en eau

En règle générale, l'eau est le constituant principal du lait (LEBEUF et al., 2002).

D'après DESJEUX (1993), les laits de chèvre, de vache et humain montrent peu de différence.

2.3.2.5. Composition minérale

Le lait de chèvre est plus riche que d'autres laits en Calcium, Potassium, Phosphore et Magnésium (VANWERBECK, 2008). Les teneurs varient légèrement en fonction du stade de lactation, des races, de la saison et de l'alimentation. L'intérêt du lait de chèvre réside essentiellement en sa richesse en calcium (120 mg/100 ml) particulièrement bien absorbé (du fait notamment de la présence dans le lait des protéines, de peptides, de lactose...) et en phosphore (FID, 2008).

Les teneurs en Ca, en P et en caséines d'un lait ont une influence sur son pouvoir tampon. On définit le pouvoir tampon comme étant la capacité à résister à une variation de pH même en ajoutant de l'acide. Un lait de chèvre faiblement tamponné verra donc son pH passer de 6.6 à 6 avec une faible formation d'acide lactique tandis qu'il en faudra une grande quantité pour obtenir la même variation de pH sur un lait fortement tamponné, soit un lait riche en Ca, en P et en caséines. En termes de fabrication fromagère, cela implique qu'un lait faiblement tamponné coagulera plus rapidement qu'un lait fortement tamponné (ZELLER, 2005).

Le lait de chèvre contient aussi de nombreux oligo-éléments indispensables à l'organisme (fer, cuivre, sélénium, chrome, fluor) à l'état de trace. Le zinc est en revanche présent en quantité importante (2 à 5 mg/l) et est particulièrement bien absorbé du fait de la présence de lactose et de protéines, participant ainsi au bon fonctionnement de l'organisme. L'iode est aussi bien présent dans le lait de chèvre avec des teneurs variables selon les régions et les saisons (FID, 2008).

En général, en ce qui concerne la composition minérale du lait de chèvre, les niveaux mesurés des principaux éléments et l'utilisation nutritionnelle sont meilleurs que le lait de vache (MORENO, 1995 ; HAENLEIN, 2001; CAMPOS et al., 2003).

2.3.2.6. Teneur en matière grasse

Moins riche en matière grasse (ROUDJ et al., 2005), le lait caprin est aussi plus difficile à écrémer que le lait de vache, cette différence, leur confère une meilleure dispersion ainsi que l'obtention d'une phase plus homogène (ROUSSELOT et al., 1995).

La membrane du globule gras caprin est composée de protéines montrant une forte tendance à l'association aux caséines, qui ne se retrouve pas chez le bovin (CABO, 2010). Le contenu lipidique total du lait caprin, sujet à une forte variation (CERBULIS et al., 1982), se caractérise par une richesse en triglycérides à forte proportion d'acides gras à chaîne courte, notamment en C8 et C10, qui représentent de 11 à 12 % des acides gras totaux caprins, contre 3 à 4 % chez les bovins. On y trouve aussi des triglycérides polyinsaturés à chaîne moyenne (VEINGLOU et al., 1982).

2.3.2.7. Teneur en protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (WANGOH et al., 1998). Les protéines du lait de chèvre comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommées caséines (représentant environ 80%) se précipite à pH 4,2 pour le lait de chèvre et 4,6 pour le lait de vache (MASLE et MORGAN, 2001). L'autre, minoritaire (représentant 20 %) et dénommées protéines sériques se caractérisant par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH (CHANOKPHAT, 2005). Par rapport au lait de vache, les teneurs en protéines sont nettement plus faibles dans le lait de chèvre (28 g/l contre 32 g/l) (ROUDJ et al., 2005).

▪ Caséines

Par rapport au bovin, le lait caprin présente les mêmes constituants caséiniques (caséine α S1, α S2, β et κ) (MARTIN et LEROUX, 2000) et partage avec celui-ci plusieurs similitudes

Ces protéines forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phosphosérines de celles-ci (PEREZ-ALBA et al., 1986).

La structure micellaire caprine, à la différence de son homologue bovin est de diamètre et de degré de dispersion plus important, diamètre qui augmente avec la diminution de la teneur en caséine (REMEUF et al. 1989).

▪ Protéines sériques

Les protéines de sérum, qui représentent environ 20 % des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, la sérum-albumine bovine (BSA) et la lactoferrine. Ces protéines sériques se caractérisent par la sensibilité au traitement thermique (LORIENT et CAYOT, 2000). En moyenne, le lait de chèvre est plus riche en protéines solubles que le lait de vache (WANGOH et al., 1998)..

3. Qualités du lait de chèvre

3.1. Qualité technologique

La fabrication de fromage reste la forme principale de valorisation du lait de chèvre. L'aptitude fromagère de ce lait est sous l'influence directe de sa composition physicochimique (qualité intrinsèque) (PIACERE et ELSÉN, 1992). Cette qualité, sujette à forte variation, peut se répercuter défavorablement sur le produit final (LE JAOUEN et al., 1990).

L'une des particularités du lait de chèvre est qu'à faible teneur en caséine α S1 celui-ci est affecté d'une très faible résistance au traitement thermique (MORA-GUTIERREZ et al., 1993).

Le lait de chèvre a un comportement technologique différent de celui du lait de vache, en raison de sa forte variabilité protéique. Néanmoins, même à teneur égale en caséines, le lait de chèvre n'a pas le même comportement que le lait de vache vis-à-vis de la présure. Le gel formé est moins ferme, plus friable. Il est caractérisé par un temps de prise plus court et une vitesse de raffermissement plus grande et surtout un rendement moindre particulièrement pour les laits à teneur faibles en caséines α S1 (LE JAOUEN et al., 1990).

La grande taille des micelles caprines explique la faible fermeté du gel du fait de la corrélation négative entre diamètre des micelles et fermeté du gel (PIERRE et al., 1998)

3.2. Qualité nutritionnelle

D'un point de vue énergétique, avec 710 contre 650 kcal/l pour le lait de vache, le lait de chèvre constitue une source importante d'énergie, expliquant ainsi de nombreuses observations de gain de poids chez l'enfant malade (DELA TORRE et al., 2008). De plus, celui-ci est d'une biodisponibilité supérieure au lait de vache (HOSSAINIHILLALI, 1993) La fraction lipidique du lait caprin est pauvre en acides gras polyinsaturés nécessaires au métabolisme humain, mais riche en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C10) favorisant la digestibilité. Cette dernière est importante pour les protéines du lait de chèvre et dépasse celles du lait de vache (HEINLEIN et CACCESE, 2006)

4. Comparaison entre le lait de chèvre et le lait des autres espèces

Les principaux constituants du lait de diverses espèces animales sont rassemblés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l) (FAO ,1995).

Constitution	Vache	Bufflonne	Chamelle	Jument	Chèvre	Brebis
Extrait sec totale	128	166	136	109	134	183
Protéines	34	41	35	25	33	57
Caséines	26	35	28	14	24	46
Lactoses	48	49	50	60	48	46
Matières salines	9	8	8	4	7.5	9
Matières grasses	37	68	45	20	41	71

Les protéines du lait de chèvre contiennent proportionnellement moins de caséine (s'explique en partie par une absence quasi-complète de la 15^{ème} caséine) par comparaison avec le lait de vache, le lait de chèvre est pauvre en caséine α S1 (0,35%) et plus riche en β (1,09%) (ST-GELAIS et al., 1999). Ce faible taux explique que le fromage de chèvre a un goût amer moins prononcé puisque ce sont les peptides provenant de l'hydrolyse de cette protéine qui donnent plus d'amertume. Le pourcentage de lactose est légèrement inférieur dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache (AMIOT et al., 2002).

Le lait de chèvre contient plus de matière grasse qui contribue à la saveur, plus d'acide caprylique, caproïque et caprique. Se compose principalement de triglycérides (provoque l'apparition d'une odeur rance), de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β - carotène (GRAPPIN R, POCHE S, 1999). La matière grasse se trouve sous forme de globules de diamètre moyen. Se situe au environ de 2 μ m comparativement au lait de vache qui est au environ de 3 à 4 μ m (AMIOT et al., 2002). La couleur parfaitement blanche caractéristique du lait de chèvre est due à l'absence d'un pigment naturel présent dans le lait d'autres femelles laitières : le carotène (PENSUET et TOUSSAINT, 1995 ; MATHIEU, 1998).

Deuxième partie

Partie pratique

Matériel et méthodes

L'expérimentation s'est déroulée sur deux périodes distinctes :

- la période hivernale : Janvier –Mars 2022
- la période estivale : Juin -Septembre 2022

Le travail comprend 3 tâches :

- Recherche et sélection des élevages renfermant des chèvres de la race Kabyle
Élevées en mode pâturage naturel (littoral).
- Collectes des échantillons de lait sur deux périodes.
- Analyses des échantillons de lait (physicochimie, biochimie).

1. Zones de pâturage

L'expérimentation a été réalisée au niveau des régions montagneuses de Tizi Ouzou en Kabylie, (Nord de l'Algérie). Cette région caractérise par un climat méditerranéen, chaud et doux en été, froid et humide en hiver. La moyenne des précipitations est relativement faible. La température moyenne annuelle est de 22°C, le mois le plus froid est janvier (Min 5°C - Max 15°C) et les mois les plus chauds sont juillet et août (Min 2°C - Max 31°C). Le degré hygrométrique de l'air ou humidité est élevée en été avec un maximum de 64 %.

Les zones de pâturage sont localisées sur les hauteurs avec une altitude moyenne de 950-900 mètres (Figure 8).



Figure 8. Localisation des zones de pâturages au sein de la localité de TiziOuzou en Algérie

● zones de pâturage

2. Couverture végétale des zones de pâturage

La ration de base des chèvres Kabyles élevées en régions montagneuses est issue du pâturage, composée principalement de végétation spontanée, de graminées et de légumineuses (BOUBEKAR, 2012 ; KADI et al., 2016), mais aussi de feuilles de figuier, d'olivier et de chêne (SAIDANI 2019).

Les zones de pâturage concernées par l'expérimentation sont situées à une altitude moyenne de 950 m. Les élevages sélectionnés se contentent d'une alimentation naturelle régit par les variations saisonnières.

3. Choix des animaux

Les animaux ciblés par la présente étude sont des chèvres multipares de race Kabyle ou naine Kabyle, âgées entre 2 et 5 ans dont la mise bas, correspondant au début de la lactation, se situe vers la fin de l'hiver et le début de la saison printanière. Ainsi, la fin de la lactation correspondant au tarissement se situe au cours de la saison automnale.

Les critères phénotypiques de sélection sont décrits par HELLAL, (1986) (Figure 9), il s'agit de :

- Longueur du corps est de 65-80 cm
- Poids de 60 kg et 47 kg.
- Tête est fine, porte des cornes dirigées vers l'arrière.
- Couleur de la robe variée : le beige, le roux, le blanc, le pie rouge
- Oreilles : petites et pointues pour les sujets à robe blanche, moyennement longues chez les sujets à robe beige

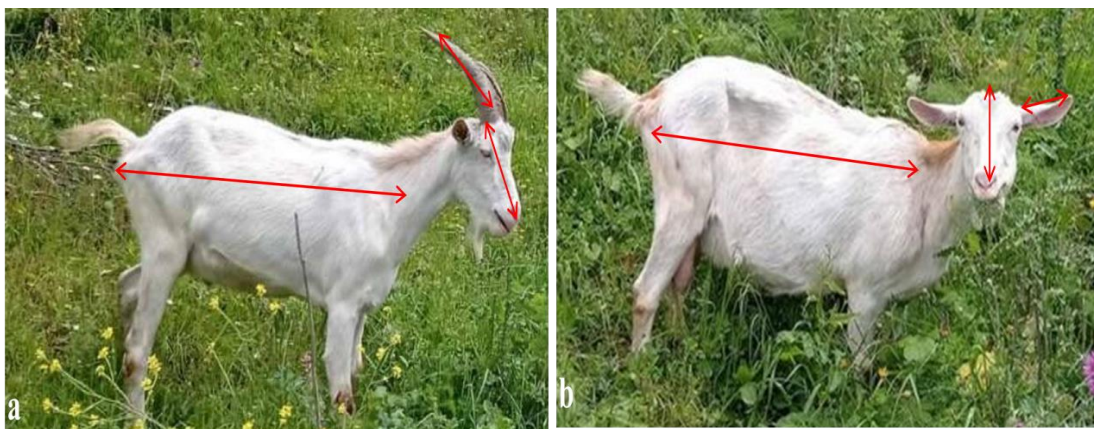


Figure 9. Mesures effectuées dans la sélection des troupeaux caprins de la race Kabyle (Photos personnelles).

a : photo d'un bouc de la race Kabyle b : photo d'une chèvre de la race Kabyle

4. Mode de reproduction

Les saillies sont naturelles avec un rythme de reproduction dit extensif à l’image des caractéristiques des élevages caprins recensés par KADI et al (2014) qui rapportent Un mode reproduction libre, les boucs sont en permanence avec les chèvres.

5 .Echantillonnage

Au cours de ce travail nous avons procédé à la collecte d’échantillons individuels (360) de lait ont été prélevés au cours deux saison à partir du 4^{ème} jour post-partum. La veille de chaque traite, les chevreaux sont séparés de leur mère (Tableau 5).

Tableau 5. Caractéristiques du cheptel utilisé durant la période expérimentale et nombre d’échantillons de lait de chèvre Kabyles par saison

Zones depâturage	Altitudes (m)	Nombre D’éleveurs	Effectif Chèvre	Poids Moyens (Kg)	Echantillons Période estivale	Echantillons Période hivernale
1	903	8	40	50	39	36
2	850	7	40	53	30	35
3	900	9	35	55	30	33
4	932	7	40	52	40	34
5	950	9	45	50	43	40
	Total	40	200	52	182	178

Les collectes ont nécessité des conditions d’hygiène rigoureuses pour éviter une éventuelle contamination des prélèvements de lait par les microorganismes susceptibles de dénaturer les propriétés biologiques du lait.

Elles nécessitent de ce fait :

- Une toilette des mamelles à l’eau javellisée avant chaque traite.
- Une vérification de la présence ou pas d’infections des mamelles (mammites).
- Un lavage des mains (à l’eau javellisée) avant et entre chaque traite.

Pour sauvegarder les propriétés du lait cru, il existe plusieurs procédés, nous avons opté pour l’addition du thiomersal (0,005% P/V) (C₉H₉HgNaO₂S), suivi de la congélation et de la lyophilisation.

5.1. Congélation

La congélation à -20°C renforce à son tour cette action bactériostatique en arrêtant provisoirement le développement des bactéries naturellement présentes dans les échantillons.

En plus de son action conservatrice, la congélation est une étape indissociable voire même indispensable au fonctionnement de la lyophilisation.

5.2. Lyophilisation

Il s'agit du séchage à froid (via un lyophilisateur à branche et à plateaux) utilisant un principe physique qu'on appelle la sublimation qui consiste au passage d'un élément de l'état solide à l'état gazeux sans passer par l'état liquide. Dans notre cas, elle permet le passage de l'eau contenue dans le lait congelé directement d'un état solide à un état gazeux sous l'action de deux pompes (à vide et à froid).

Le transport des prélèvements au cours des sorties et du trajet se fait toujours dans des glacières et dans le but de sauvegarder les propriétés biologiques du lait cru.

6. Méthodes d'analyses

Des échantillons de lait prélevés à différentes saisons sont analysés sur les plans physico-chimique (pH, Acidité Dornic, densité et viscosité), biochimique (Taux Protéique (TP), Taux Butyreux (TB), Teneur en Lactose).

6.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques

- *Mesures du pH et de l'acidité Dornic*

Les deux paramètres sont mesurés juste après la traite de l'animal.

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH mètre.

L'acidité Dornic, exprimée en $^{\circ}$ Dornic, est déterminée par titration (Solution NaOH, 9N).

- *Densité*

La mesure de la densité des différents échantillons s'est faite via le calcul de la masse volumique de ces derniers. La densité est toujours déterminée à 20°C à l'aide d'un lactodensitomètre et vérifiée par pycnométrie (figure 10)



Figure 10 : Le pycnomètre

Lorsqu'on ajuste le bouchon sur la fiole, l'excès de liquide s'échappe par l'extrémité supérieure du tube. Dans la mesure où le tube est très fin, le volume du liquide est déterminé avec une grande précision.

Le volume du pycnomètre étant connu (donné par le fabricant), il suffit de peser le flacon avant et après le remplissage pour calculer la masse volumique du contenu.

Le remplissage du pycnomètre avec de l'eau distillée donne après calcul, la masse volumique de l'eau. En second lieu le remplissage du pycnomètre avec du lait cru donne après calcul, la masse volumique du lait.

Le rapport entre les deux masses volumiques obtenues donne la densité du lait en question.

- **Viscosité**

La viscosité est mesurée l'aide d'un viscosimètre rotatif de type ST 2020. Ce Dernier agit moyennant la rotation d'un cylindre ou disque (tige) qui est plongé dans l'échantillon à analyser et mesure la résistance de cette substance à une vitesse sélectionnée. La résistance qui en résulte est la mesure du flux de viscosité, dépendant de la vitesse et des caractéristiques de la tige; l'appareil calcule le résultat et la lecture directe de la viscosité.

6.2.Méthodes d'analyses biochimiques

- **Dosage du taux protéique (TP)**

Le TP de chaque échantillon de lait à été estimé selon la méthode de LOWRY et al (1951).

Cette méthode est basée sur l'obtention d'un composé chromogénique par une réaction d'oxydoréduction qui a lieu entre les groupements des protéines et le réactif de Folin Ciocalteu dont l'acide mixte phosphomolybdo tungstique est le constituant actif.

Les groupements chromogéniques des protéines intervenant dans cette réaction sont la tyrosine, le tryptophane et dans une moindre mesure la cystéine, la cystine ainsi que les liaisons peptidiques (DELOBETTE et *al.*, 1991).

- **Dosage du taux butyreux (TB)**

Le TB est estimé par la méthode acido-Butyrométrique dite méthode Gerber. La manipulation consiste en une séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre et cela après attaque des éléments de ce dernier (excepté la matière grasse) par l'acide sulfurique. Cette séparation de la matière grasse est favorisée par l'addition de 1 ml d'alcool isoamylique à 10 ml de lait.

- **Dosage de la teneur en lactose**

La teneur en lactose est estimée selon la méthode décrite par AUDIGIE et al (1978). Après défécation au ferrocyanure de zinc, le lactose est dosé dans le filtrat, grâce à son pouvoir réducteur, par-là méthode dite G. Bertrand. On exprime généralement le résultat en lactose hydraté. Celui-ci ne sera valable que si le lactose n'a subi aucun début d'hydrolyse.

6.3. Analyse des données

- **Variables calculées et analysées**

Les échantillons de lait collectés au cours de deux périodes (été et hiver) sont analysés sur les plans :

- Physico-chimie
- Biochimique

- **Effets étudiés**

L'ensemble des variables a été soumis à une analyse de la variance avec le logiciel R. Pour l'analyse des données liées à physico-chimie, la biochimique et la composition minérale du lait, des modèles linéaires mixtes ont été utilisés avec le package « nlme ».

Les effets considérés ont été :

- Effet saison sur les paramètres physico-chimiques.
- Effet saison sur la composition biochimique

Pour chaque résultat sont calculés

- La moyenne arithmétique (\bar{X})
- L'écart-type : $\sigma = \sqrt{\sum [(x_i - \bar{x})^2 / (N - 1)]}$
- L'erreur standard à la moyenne (ESM) : $ES = \sigma / (N)^{1/2}$

Tous les résultats sont présentés sous forme de valeurs moyennes suivies de l'erreur standard à la moyenne ($\bar{X} \pm ESM$).

La présentation graphique des résultats obtenus a été réalisée en utilisant Microsoft Excel 2013.

Résultats et discussion

1. Paramètres physico-chimiques

La détermination des constantes physico-chimiques des échantillons fraîchement collectés est indispensable à la suite des analyses biochimiques du lait.

Ces constantes ainsi fixées peuvent nous renseigner sur l'état de conservation des échantillons avant de procéder à leur analyse biochimique garantissant ainsi la fiabilité des résultats enregistrés.

Aussi, les constantes physico-chimiques permettent ne prédiction de la consistance des échantillons en matière sèche incluant le taux protéique, butyreux et la teneur en lactose. Sachant qu'une densité élevée conjuguée à une viscosité importante reflète un lait riche en matière sèche et de ce fait en matières énergisantes (LE MENS, 1985).

Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de l'ensemble des échantillons sont rapportés dans le tableau 6.

Les paramètres en question sont le pH, l'acidité Dornic, la viscosité et la densité (Tableau 6).

Tableau 6 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre Kabyle collecté
Différentes saisons

Paramètres	Période estivale	Période hivernale	M. annuelle
pH	6,63 ± 0,17	6,55 ± 0,01	6,57 ± 0,12
Acidité (°Dornic)	21,03 ± 0,12	19,02 ± 0,71	20,25 ± 0,44
Viscosité (centi Poise)	4,72 ± 0,20	3,80 ± 0,24	4,17 ± 0,11
Densité	1,0420 ± 0,009	1,0230 ± 0,0005	1,0300 ± 0,0050

Avec une moyenne annuelle de 6,57 ± 0,12, les pH mesurés sur les échantillons de lait frais collectés à différentes saisons ne présentent pas de variations significatives.

Les valeurs rapportés dans cette étude caractérisent un lait normal et stable (VIGNOLA, 2002) et se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs tels que (REMEUF et al.,1989) avec un pH égal à 6,7 (LE JAOUEN et al.,1990).

Cette moyenne est inférieure à celle enregistrée sur du lait de chèvre de la race Alpine élevée au Nord Est Algérien (7,14) (BOUMENDJEL et al., 2017).

L'acidité Dornic mesurées sur les différents échantillons de lait indique une valeur moyenne de $16,75 \pm 0,44^{\circ}\text{D}$. La FAO (1990), soulignait que le lait de chèvre devrait présenter une acidité entre $14-18^{\circ}\text{D}$. Les valeurs enregistrées sur nos échantillons s'inscrivent dans cette fourchette. Elles rejoignent également les résultats annoncés par (MOUALEK et al.,2011) ayant analysé des laits caprins collectés dans la région de Tizi-Ouzou.

En revanche, cette moyenne est inférieure à celle enregistrée sur du lait de chèvre de la race Alpine élevée au Nord Est Algérien ($19,00 \pm 0,01$) (BOUMENDJEL et al., 2017).

Des variations de l'acidité Dornic sont notées lors des passages saisonniers été, avec une variation significative ($P<0,05$), et hiver avec une variation très significative ($P<0,01$).

Les échantillons de lait les plus visqueux et les plus denses sont collectés au cours des saisons estivale avec des variations significatives ($P<0,01$) lors du passage été /hiver.

2. Paramètres biochimiques

2.1. Composition biochimique moyenne

Pour l'ensemble des paramètres, le lait de chèvre Kabyle nourrie exclusivement au pâturage présente une composition biochimique particulière.

Tableau 7. Composition biochimique moyenne du lait de chèvre Kabyle élevée en région montagneuse

Paramètres	Moyenne \pm ESM
Taux Butyreux (g/l)	46,21 \pm 0,06
Taux protéique (g/l)	56,85 \pm 0,53
Teneur en lactose (g/l)	23,88 \pm 0,22

En moyenne, les teneurs , en protéines (TP : 56,85 \pm 0,53 g/l) en matière grasse (TB : 46,21 \pm 0,06 g/l), du lait de chèvre Kabyle sont supérieures aux données annoncées par (MOUALEK et al.,2011) (respectivement 39,50 g/l, 30,70 g/l enregistrées sur des mélanges de lait caprin (toute races confondues) collectés dans la région de Tizi-Ouzou.

Selon (BOUMENDJEL et al., 2017), les élevages caprins situés au Nord Est Algérien, précisément dans la localité Souk Ahras, les chèvres de la race Alpine produisent un lait moins riche en termes de teneurs protéique et de matière grasse (TB : 47, 00 \pm 0,01 g/l, TP : 29,34 \pm 0,05) par rapport au lait de chèvre Kabyle. Il en est de même pour les élevages la région de Guelma (TB : 60,00 g/l, TP : 31,23 g/l), d'Annaba (TB : 37,00 \pm 0,51 g/l, TP : 28,70 \pm 0,18 g/l) et d'El-Taref (TB : 32,01 \pm 0,04 g/l, TP : 30,62 \pm 0,19 g/l).

Comparativement, au lait de chèvre de la race Bédouine élevée en pâturage naturel dans la région de Béni Abbés (Sud Ouest Algérien), la composition Biochimique de nos échantillons ne diffère pas avec un TP : 63,84 \pm 5,36 g/l TB : 41,82 \pm 5,64 g/l, un et une teneur en lactose de 24,88 \pm 1,22 g/l (AMROUN –LAGA 2010).

2.2. Composition biochimique saisonnière

Pour l'ensemble des paramètres, le lait de chèvre Kabyle nourri exclusivement au pâturage présente une composition biochimique particulière.

En effet, la composition des échantillons de lait varie grandement entre la période estivale et hivernale (Figure 11).

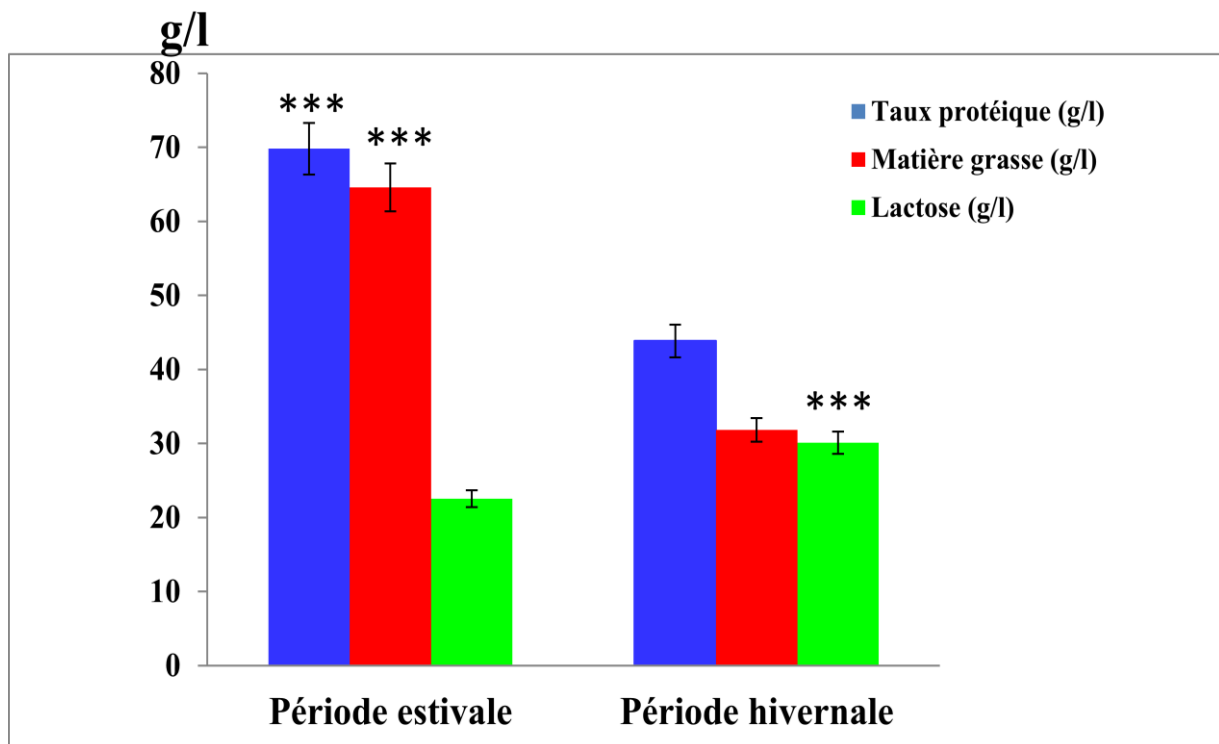


Figure 11 : Variation de la composition du lait de chèvres Kabyles collecté au cours des saisons estivale et hivernale

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

[TP : ($69,82 \pm 0,61$ g/l vs. $43,84 \pm 5,36$ g/l), TB : ($60,60 \pm 0,64$ g/l vs. $31,82 \pm 5,64$ g/l)]. Aussi, sur les deux périodes le taux protéique est toujours plus important que la teneur en matière grasse (Tableau 8).

En revanche, la teneur en lactose est significativement plus importante durant la période hivernale comparativement aux échantillons de lait collectés en période estivale ($30,12 \pm 2,10$ g/l vs. $22,54 \pm 0,15$ g/l).

Nos résultats semblent rejoindre ceux énoncés par DOYON(2005) qui souligne une composition biochimique du lait caprin (races : Alpine, Saanen Toggenbourg Nubienne LaMancha) plus riche en été spécifiquement en protéines totales.

Tableau 8 : Variation de la composition du lait de chèvres Kabyles collecté au cours des saisons estivale et hivernale

	Période estivale	Période hivernale
TP (g/l)	$62,82 \pm 5,62^{***}$	$43,84 \pm 0,19$
TB (g/l)	$50,61 \pm 0,11^{***}$	$32,66 \pm 0,09$
TP/TB	$1,62 \pm 0,22$	$1,32 \pm 0,01$
Lactose (g/l)	$24,95 \pm 0,67^{***}$	$21,58 \pm 0,16$

Lorsque le rapport TP/TB est supérieur à 1, représentant un taux protéique supérieur aux taux butyreux (matières grasses) au sein d'un échantillon de lait, on parle du **phénomène d'inversion des taux**

Dans le lait de chèvre Kabyle, ce rapport est supérieur à 1 en hiver. Il est inférieur à 1 aux en été.

- Le rapport TP/TB > 1, rend compte d'une baisse significative du taux de MG ou TB, il indique également une inversion des taux. Le phénomène de l'inversion des taux s'observe dans le lait de chèvre Kabyle aussi bien en période estivale qu'hivernale.

Cet effet indiquant probablement que les animaux sont conduits pâturant naturel d'où une production laitière moins riche en matières grasses en période de stress thermique et alimentaire. Ce stress engendré par la chaleur le manque et la qualité de la nourriture a été également observée au cours de travaux antérieurs (MORAND-FEHR ET DOREAU, 2001 ; DOYON,2005).

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence l'influence des variations saisonnières et de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre kabyle élevée en région montagneuse. L'analyse des échantillons de lait collectés sur la chèvre indique des réactions différentes vis-à-vis du stress engendré par les changements de la température, la disponibilité alimentaire et la privation d'eau dictées par les variations saisonnières. L'impact de celles-ci s'observe au niveau de la composition du lait chèvre précédemment décrits.

L'évolution des différents paramètres biochimiques étudiés montre des variations saisonnières importantes propres à ce type de lait.

Ces variations saisonnières affectant la composition des laits s'observent également chez d'autres races caprines saisonnières élevées dans d'autres biotopes.

Le résultat de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles est plus riche au cours de la période estivale. Elle serait liée aux conditions d'élevage (pâturage naturel) et à la qualité fourragère (teneur en matière sèche). La réaction des animaux vis-à-vis du stress thermique caractérisant à la région (climat méditerranéen) seraient également à l'origine de cette composition particulière.

La richesse en protéines et en matières grasses du lait de chèvre kabyle rivalise avec la composition des laits produits par d'autres races caprines élevées en conditions climatiques optimales. L'ensemble des données obtenues au cours de ce travail pourrait traduire un processus d'adaptation développé par cette race pour faire face aux inconvénients climatiques quotidiens en assurant sa survie et celle de sa progéniture.

A la lumière des résultats enregistrés et comparativement aux données de la bibliographie. Le lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse et en conditions naturelles mérite de ce fait d'être valorisé et davantage exploité, au même titre que le lait bovin dans le but contribuer au développement économique des régions rurales, il possède des qualités nutritives et digestives de valeur de premier ordre. Il mérite de ce fait d'être valorisé et exploité par l'industrie fromagère et laitière.

Références
bibliographiques

- **ALAIS C. (1984).** sciences du lait : principes et techniques laitiers. 4eme edition.- paris: edition sepaic.-814 p
- **ALVAREZ S, FRESNO M, MENDEZ P, CAPOTE J, GONZÁLEZ L A 2006** Influence of the diet (autochthonous forage for arid lands vs feeding stuffs) on the milk and cheese production of the Majorera goat breed. *Options Méditerranéennes, Series A, No, 67.*
- **AMARIGLIO S. (1986).** controle de la qualite des produits laitiers : analyses physiques et chimiques.- 3eme ed.- paris : itsv. 1030p.
- **AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R. ET TURGEON H. (2002).**• composition, proprietes physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. in vignola cl. science et technologie du lait: transformation du lait. editionecole polytechnique de montreal. Québec, 600 p.
- **AMROUN LAGA T T 2010**influence des saisons et de l'alimentation sur la composition du lait de chevresbedouines (*capra hircus*).these de magister, faculte des sciences biologiques,usthb, algerie.
- **AUDIGIE C L, FIGARELLA J, ZONZAIN F 1978** manipulations d'analyse biochimique. doinediteur, paris.
- **BABO D., 2000-** Races bovines et caprines Françaises. Eds, France agricole (1^{ère} éd),
- **BELKHEIR B. GHOZLANE F, BENIDIR M, BOUSBIA A, BENAHMED N, AGGUINI S 2014.**typologie du lait de melange des exploitations bovines en zone de montagne de tizi- ouzou (algerie). renc. rech. ruminants, 2014, 21.
- **BENGOUMI M, AMEZIANE EL HASSANI T 2013** Evolution and efficacy of transfer of technologies in small ruminant production systems in North Africa. In: Chentouf M. (Ed), Lopez-Francos (Ed), Gabina M. (Ed). *8th International Seminar FAO-CIHEAM Network o Sheep and Goats "Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research,development services and farmer associations."* Tangier, Morocco, 11 to 13 June 2013. *Options Méditerranéennes : Série A. n. 108,* pp. 15-24.
- **BEY D., LALOUI S., (2005).** les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la region d'el-kantra (w. biskra). these doc. vet. (batna), p 60.

- **BOCQUIER F., BRILLET F., GUILLOUET P. AND JACQUIN M., 1993-** prévision de l'énergie du lait de brebis à partir des différents résultats d'analyses : proportions de laits standards. *an. zootech.*, 42, 57-66.
- **BONASSI I.A., MATRINS D., ROCA R., (1998).** composition chimiques et propriétés physicochimiques du lait de chèvre dans l'état de São Paulo Brésil. *revue de l'enil.* 217, p.p. 21-28.
- **BOSSET J-O., ALBRECHT B., BADERTSCHER R., (2000).** caractéristiques microbiologiques, chimiques et sensorielles de lait, de caillés et de fromage de chèvre de type *f6mlaggini* (buxion, robiola) et *foermagella*. *ped. lait. france: c n r s*, 2000, 95 (5), p.p. 546- 580.
- **BOUBEKEUR A, BENYOUCEF M T 2012** typology of dairy farms in the development areas of the Adrar region, south west Algeria. *livestock research for rural development*, 26(6).
- **BOUDIER JF ET LUQUET FM. (1981).** utilisation du lactosérum en alimentation humaine et animale, n°21, édition APRIA, Paris.
- **BOUMENDJEL M, FEKNOUS N, MEKIDECHE F, DALICHAUCHE N, FEKNOUS I, TOUAFCHIA L, METLAOUI N, ZENKI R 2017** caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du nord-est algérien. essai de fabrication du fromage frais. *algerian journal of natural products* 5:2 (2017) 492-506.
- **BRUNO Z (2005).** le fromage de chèvre : spécificités technologiques et économiques. thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. l'université Paul-Sabatier de Toulouse.
- **CABO C., CAILLAT H., BOUVIER F. AND MARTIN P., (2010).** major protein of the goat milk fat globule membrane. *journal of dairy science*, 93, p.p. 868-876.
- **CAMPOS M.S., LOPEZ ALIAGA I., ALFEREZ M.J.M., NESTARES T., BARRIONUEVO M., (2003).** effects of goats' or cows' milk on nutritive utilization of calcium and phosphorus in rats with intestinal resection. *british journal of nutrition* 90, p.p. 61-67.
- **CHANOKPHAT PHADUNGATH. (2005).** casein micelle structure: a concise review. *journal of science and technology*, 1 (27), 201-212.
- **CHEKIKENE A H, SOUAMES S, MEKLATI F, IDRES T, BENHENIA K ET LAMARA A 2021** Les chèvres locales algériennes : Etat des lieux de leur élevage et

de leur caractérisation morphogénétique. *Livestock Research for Rural Development* 33 (4) 2021.

- **CHELLIG R., (1978).** la production animale de la steppe : congrès sur le nomadisme en afrique, addis-abbeda, 6-10 fevrier.
- **CHEMINEAU P. AND DELGADILLO J.A., 1994-** neuroendocrinologie de la reproduction chez les caprins. *inra, prod. anim.*, 7(5), 315-326.
- **CHEMINEAU P., DAVEAU A., MAURICE F. AND DELGADILLO J.A., 1992-** seasonality of oestrus and ovulation is not modified by subjecting female alpine goats to a tropical photoperiod. *small ruminant resc.*, 8, 299-312.
- **CHEMINEAU P., GAUTHIER D., POIRIER J.C. AND SAUMANDE J., 1982-** plasma levels of lh, fsh, prolactin, oestradiol-17 β and progesterone during natural and induced oestrus, in the dairy goat. eds, *theriogenology*, 17, 313-323.
- **CHEMINEAU P., MALPAUX B., BRILLARD J.P. ET FOSTIER A., 2009-** saisonnalité de la reproduction et de la production chez les poissons, oiseaux et mammifères d'élevage. *inraprod. anim.*, 22 (2), 77-90.
- **CHEMINEAU P., MARTIN G.B., SAUMANDE J. AND NORMANT E., 1988-** seasonal and hormonal control of pulsatile lh secretion in the dairy goat (*caprahircus*). *j. reprod. fert.*, 83, 91-98.
- **CHRISTIAN (2006).** in contribution a l'étude la caracterisation de lactocoques indigènes isolés du lait cru de la chèvre et les produits laitier algérien. these de doctorat : option microbiologie fondamentale et appliquée. université d'oran.
- **CLAPS S, RUBINO R, FEDELE V, MORONE G, DI TRANA A 2000** effect of concentrate supplementation on milk production, chemical features and milk volatile compounds in grazing goats. options méditerranéennes, series a, no. 67.
- **COMMISSION NATIONALE DES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES, (2003).**, commission nationale angr rapport national sur les ressources genetiques animales: algerie octobre 2003.
- **CORCY J C (1991).** la chèvre. ed. la maison rustique (paris). pp : 177-185.
- **DECAEN C., TURPAULT J., (1969).** essai d'implantation d'un troupeau de chèvres de race alpine en mitiza. inraa.mara.
- **DEKKICHE, (1987);** études des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (alpine) et deux populations locales (makatia et arbia) en élevage intensif dans une zone steppique (laghouat). these. ing. agro; ina. el harrach.

- **DELGADILLO J.A., LEBOEU F. B. AND CHEMINEAU P., 1991-** decrease of seasonality of sexual behaviour and sperm production in bucks by short photoperiodic cycles. *theriogenology*,36 (5) ,755-770.
- **DELOBETTE H., FRIRY A., PLEWNIAK F. AND EGLY J-M., 1991-** le dosage des proteines. *biofutur*, 41,3-11
- **DESJEUX J.F., (1993).** valeur nutritionnelle du lait de chevre. *lait*, 73, p.p.573-580.
- **DIFFLOTH P., (1926).** mouton, chevre, porc, zootechnie, encyclopedie agricole. edt. bailliere, paris, 418 p.
- **DJARI M.S., GHRIBECHE M.T., (1981).** contribution a la connaissance de la chevre de touggourt et a l'amelioration de son elevage. memoire de fin d'etudes, itamostaganem.
- **DOYON A 2005** influence de l'alimentation sur la composition du lait de chevre : revue des travaux recents. *j. anim. feed. sci.*, 13, 685-688.eds, journeeinpacq caprins quebec, canada, 30p.
- **DUTEURTRE G., OUDANANG M K, N'GABA S H., (2005).** les bars laitiers de n'djamena(tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. acte de colloque, ressources vivrieres et choix alimentaire dans le bassin lac tchad : 20-22 novembre, paris x-nanterre.
- **EL MARRAKCHI A, HAMAMA A 2000** Valorisation des produits laitiers caprins. Editions Hassan. 2, 4-9.
- **ESPIE W E, MULLAN W M A 1990** Compositional aspects of goat milk in Northern Ireland. *Milk chwissenschaft*. 45, 361 - 362.
- **FABRE-NYS C., 2000-** le comportement sexuel des caprins : controle hormonal et facteurs sociaux. *inraprod. ani.*, 13 (1) p. 11-23.
- **FANTAZI K., 2004-** Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Thèse de magistère INA (Alger) ,145 P.
- **FAO (2017).** la production laitiere et les produits laitiers.
- **FAO (2018)** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/qa>edfao pp19-39
- **FAVIER J C ; RIPERT A ; TOQUE D. ET FEINBERY M (1995).** repertoiregeneral des aliments. table de composition, p 100.
- **FELIACHI K., ABDELFETTAH M., SELHAB F., BOUDJAKDJI A., TAKOUCHE A., BENANI Z., ZEMOUR A., BELHADJ N., RAHMANI M.,**

- KHECHA A., HABA A. ET GHENIM H., 2003-** rapport national sur les ressources genetiques animales: algerie. chapitre 4: état de la diversitegenetique, identification des especes et races presentes en algerie, p : 29-31.
- **FID, (2008).** lait de chevre. federation internationale de laiterie. ed. copyright. 2p.
 - **FREDOT E (2006).** connaissance des aliments –bases alimentaire et nutritionnelles de dietetique, tec et doc, lavoisier : 25 (397pages).
 - **FREUND G 1996** Intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre : Actes du colloque, le lait de chèvre, un atout pour la santé. Institut technique des produits caprins (ITPC).
 - **GAYRARD V., 2007-** physiologie de la lactation. *inra, phys. et tox. exp.*, toulouse, france, 193p.
 - **GEOFFROY ST H., (1919).** l'elevage dans l'afrique du nord: algerie-maroc-tunisie, ed
 - **GERARD B., 2003-** le desaisonnement lumineux en production caprine. eds, *l'institut de l'elevage*, france, 31p.
 - **GOURSAUD J. (1985).** composition et proprietes physico-chimiques. dans laits et produits laitiers vache, brebis, chevre. edition tec et doc lavoisier, paris. (piveteau, 1999)
 - **GUELMAOUI S., ABDERAHMANI H., (1995).** contribution a la connaissance des races caprines algeriennes (cas de la race m'zab), these. ing. agro.ina.elharrach. alger.
 - **GUINARD C., RIDOUH R., THORIN C., TEKKOUKZEMMOUCHI F. (2018).** etudeosteometrique des metapodes de chevres (*caprahircus*, l., 1758) d'algerie : cas de la race autochtone arabia. *revue med. vet*, 2018, 169, **10-12**, 221 232.
 - **HACHELAF, W., BOUKHRELD, M., BENBOUABDELLAH, M., COQUIN, P., DESJEUX, J.F., VEDRAN, S., RAJKA, B., JOVICA, H., JUDIT, R.S., MIRELA, L., VINKO , K.,(2010).** Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk .*International journal of Dairy Technology*,10.1111/j.1471-0307.2010.00575.x
 - **HAENLEIN, G.F.W., (2001).** past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *journal of dairy science* 84, p.p. 2097–2115.
 - **HAFID N (2006)** l'influence de l'age, de la saison et de l'etat physiologique des caprins sur certains parametre sanguins. memoire de magister en science veterinaires. depveterinaires. batna.

- **HEINLEIN G. F. W. AND CACCESE R. (2006).** goat milk versus cow milk. dairy goat
- **HELLAL F., (1986).** contribution à la connaissance des races caprines algériennes: étude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord, these. ing. agro.ina. el harrach. alg
- **HOLMES PEGLER H.S., 1966-** The book of the goat., ” The bazaar, Exchange and Mart” LTD, NithEds, 225 p.
- **HUART DU PLESSIS., (1919).** la chevre: races, élevage, produits; edt; librairie agricole de la maison rustique, paris, 150p.
- **JEANTET R ; CROGUENEC T ; MAHAUT M ; SHUCK P BRULE G (2008).** science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, lavoisier : 17 456 p.
- **JENOT F, BOSSIS N, CHERBONNIER J, FOULLAND C, GUILLON M P, LAURET A, LETOURNEAU P, POUPIN B, REVEAU A 2000** Les taux de lait de chèvre et leur variation. Eds, L'Éleveur de Chèvres -numéro 7- 10p.
- **JOOYANDEH H. ET ABROUMAND A., (2010).** physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and dairy product aspects of goat and sheep milks. *world applied science journal*.11(11), p.p.1316-1322.
journal, 3, 1-5.
- **KADI S A, DJELLAL F, HASSINI F ET MOUHOUS A 2016** pratiques alimentaires dans les élevages caprins dans la région montagneuse de tizi-ouzou en Algérie. in : napoléone m. (ed.), ben salem h. (ed.), boutonnetj.p. (ed.), lópez-francos a. (ed.), gabiña d. (ed.). the value chains of mediterranean sheep and goat products. organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems. zaragoza : ciheam (options méditerranéennes : série a. n.115) : 249-252
- **KADI S A, HASSINI F, LOUNAS N, MOUHOUS A 2014** caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. in chentouf m. (ed.) ,lópez-francos a. (ed.) , bengoumi m. (ed.) , gabiña d. (ed.) . technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. zaragoza :ciheam (options méditerranéennes : seriea.n. 108) : 451- 456.
- **KERBA A., (1995).** base des données sur les races caprines en Algérie base de données.

- **KERKHOUCHE K., (1979).** etude des possibilites de mise en place d'une chevrerie a vocation fromagere dans la region de draa ben kheddaelements de reflexion sur un projet d'unite caprine. theseing. agr.inael-harrach, alger, 72p.
- **KHELIFI Y., (1997).** les productions ovines et caprine dans les zones steppiques algeriennes, cihem options mediterraneennes, pp245-246.
- **KOUNIBA A., (2007).**caracterisation physico-chimique du lait de chevrecomparee a celles du lait de vache et de dromadaire et etude de son aptitude fromagere. iaa, institut agronomique et veterinairehassan ii. revue marocaine des sciences agronomiques et veterinaires.
- **LASSOUED N., REKIK M., 2005-** variations saisonnieres de l'oestrus et de l'ovulation chez la chevre locale maureentunisie. *revue elev. med. vet. pays trop.*, 58 (1-2) : 69-73.
- **LE JAOUEN C., REMEUF F. AND LENIOR J., 1990.** donneesrecentes sur le lait de chevre a l'annee, ou comment desaisonner sa production. dans : *xxiii international dairycongress*, octobre 8-12, montreal, quebec.
- **LE MENS P., 1985-** lait de chevre. proprietes physico-chimiques, nutritionnelles et chimiques. *lavoisier*, 96 ,349-368. in : luquet (eds) : *laits et produits laitiers. de la mamelle a la laiterie. tech. doc.*
- **LEBEUF Y., MICHEL J-C., MOINEAU S., (2002).** composition, proprietesphysicochimiques,valeur nutritive, qualite technologique et technique d'analyse du lait. in : science et technologie du lait.
- **LEMEITER J. M. A., 2004-** utilisation de la melatonine en elevage caprin. these de doctorat veterinairefaculte de medecine de creteil, france, 61p.
- **LEMELIN M 2008** Améliorer les composants du lait de chèvre via l'alimentation.
- **LEMELIN M., 2005-** produire du lait de chevre a l'annee, ou comment desaisonner sa production. *filiere ovine et caprine n°11*, quebec, canada 1p.
- **LEMELIN M., PRINCE M.J., COULOMBE M. ET CHAREST A., 2002-** produire a l'annee : pourquoi et comment ? *7eme colloque sur la chevre.* eds *scraaq*, quebec, canada, 120p.
Les colloques n° 81, Eds, INRA, Paris.
- **LOWRY O, NIRA J, ROSEBROUGH A, LEWIS F, RANDALL J 1951** proteines measurement with the folin phenol reagent. *the journal of biological chemistry*, 265-275.

- **MADANI T., (2000).** l'elevage caprin dans le nord est de l'algerie. gruner l et chabert y (ed).inra et institut de l'elevage pub, tours 2000. acte de la 7eme conference internationale sur les caprins, tours (france) 15-21/05/00,351-353.
- **MADANI T., YAKHLEF H., ABBACHE N., (2003).** evaluation des besoins en matiere de renforcement des capacites necessaires a la conservation et l'utilisation durable de la biodiversite importante pour l'agriculture en algerie, les races bovines, ovines, caprines et camelines. alger 22-23/01/2003. recueil des communications atelier n°3 «biodiversite importante pour l'agriculture» mate-gef/pnud projet alg/97/g31. p44-51.
- **MALPAUX B, C. VIGUI J.C., THIRY P. ET CHEMINEAU P., 1995-** controle photoperiodique de la reproduction. *inra, prod. anim.*, 9 (1), 9-23.
- **MALPAUX B., DEVEAU A., MAURICE F., GAYRARD V. AND THIER Y. J.C., 1994-** short-day effects of melatonin on luteinizing-hormone secretion in the ewe : evidence for central sites of action in the mediobasal hypothalamus. *biol. rep.*, 48, 752-760.
- **MAMI A. (2013).** recherche des bacteries lactiques productrices de bacteriocines a large spectre d'action vis-a-vis des germes impliquees dans les toxi-infections alimentaires en algerie. these de doctorat. universite d'oran. p176.
- **MARICHATOU H., MAMANE L., BANOIN M., BARIL G.(2002).**, performances zootechniques des caprins au niger: etude comparative de la chevre rousse de maradi et de la chevre a robe noire dans la zone de maradi. *rev. d'elevage medecine vet. pays trop.*, 2002, **55**, 79-84.
- **MATHIEU J. (1998).** ecole nationale des industries du lait et des viandes de la rochesur-foron. initiation a la physico-chimie du lait. edition. tec et doc. lavoisier, paris. pp : 12-210.
- **MESCHY F 2002** Eléments minéraux majeurs : données récentes chez les caprins.
- **MIETTON B 1986** Composition du lait de chèvre et aptitudes fromagères. Incidence de l'alimentation. *Revue des ENIL*, 109, 29-109.
- **MORAND-FEHR P, DOREAU M 2001** ingestion et digestion chez les ruminants soumis a un stress de chaleur. *prod. anim.* 14: 15-27.
- **MORENO R., (1995).** la lacteoscomofuente ideal de calcio/fo'sforo en la dieta. *alimentacion nutritio'n y salud* 2, p.p.52-58.

- **MOUHOUS A, KADI S A, BRABEZ F 2015** Stratégies d'adaptation des éleveurs caprins en zone montagneuse de Tiziouzou (Algérie).European Scientific Journal January 2015 edition vol.11, No.2 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
- **OLLIVIER-BOUSQUET M. ET DJIANE J., 2000-** biosynthese du lait : regulations hormonales. draveil commission bovine. in « biology of lactation » martinet j.,houdebine l.m., head n.h., eds *inra* , paris,france.43, 429-451.
- **OUI S., 1997-** influence de la reproduction desaisonnee des caprins sur les resultats techniques et economiques des elevages.*inraprod. anim.*, 10 (4), 317-326.
p : 249- 302.
- **PAL U K, AGNIHOTRI M K, SHARMA R B 1994** Seasonal variation in goat milk composition and Its effect on paneer yield. World Rev. Anim. Prod. 29: 95-9.
- **PEDRO., (1952).** l'elevage en basse kabylie. rev. elevage et cult en afrique du nord, p17.
- **PIACERE A. ET ELSEN J. M. (1992).** aptitude fromagere du lait et polymorphisme des proteines : perspectives d'utilisation en selection. *inra productions animales*, hors serie, elements de genetique quantitative et application aux populations animales, 123-128.
- **PIERRE A., MICHEL F., LE GRAËT Y., ZAHOUTE L.,(1998)** casein micelle size in relation with casein composition and α_1 , α_2 , β and κ casein contents in goatmilk, *lait* 78 (1998) 591–605.
- **POINTURIER. H. (2003).** la gestion matiere dans l'industrie laitiere, tec et doc, lavoisier, france: 64.388 p
- **POUGHEON S .ET GOURSAUD J (2001).** le lait caracteristiques physicochimiques *in debry g.*, lait, nutrition et sante, tec et doc,paris : 6(566 pages).
- **RAZAFINDRAKOTO O, RAVELOMANANA N, RASOLOFO A, RAKOTOARIMANANA R D, GOURGUE P, COQUIN P, BRIEND A, DESJEUX J F 1993** Le lait de chèvre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri. *Lait*, 73, 601-611.
- **REMEUF F, LENOIR J AND DUBY C (1989).** etude des relations entre les caracteristiques physico-chimiques des laits de chevre et leur aptitude a la coagulation par la presure. *lait*, 69, 499-518.

- **RICORDEAU G, MAHE M F, PERSUY M A, LEROUX C, FRANÇOIS V, AMIGUES Y 1999** Fréquences alléliques des caséines chez les chèvres des Pyrénées. Cas particulier de la caséine β nulle. INRA, Prod. Anim., 12 (1), 29-380.
- **ROUDJ S., BESSADAT A., KARAM NE. , (2005).** caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'ouest algérien. *renc. rech. ruminants*, 12p.
- **SADELER ., (1949).** essai de croisement de la chèvre d'algerie avec la race des alpes. revue. élevage et cult en afrique du nord, n°5, p127-140.
- **SAIDANI K, ZIAM H, HAMIROUNE M, RIGHI S, BENAKHLA A 2019** élevage des petits ruminants en kabylie, algerie, et perspectives de développement. revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 72 (2) : 49-54.
- **SALAKO A.E. (2006).** application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *int. j .morphol.*, 2006, **24**, 13-18.
- **SEBAA A (1992).** le profilage génétique visible de la chèvre de la région de laghouat.
- **SORYAL K A, ZENG S S, MIN B R, HART S P 2004** Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk Domiati cheese. *Small Rum. Res.*, 52, 109-116.
- **ST-GELAIS D ; OULDBABA A. ET TURCT S (1999).** composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation .edit : isbn. canada. p : 101-111.
suivant la reproduction et la production en système intensif à la ferme pilote Tadjemout ;Laghouat. Mémoire Ing. Agro. Sah. ITAS.
- **TAKOUCHT A (1998),** essai d'identification de la variabilité génétique visible des populations caprines de la vallée de m'zab et des montagnes de l'zhaggar, these ing. etat. inst. agro blida, 52p.
- **VEINGLOU B., BALTADJIEVA M., KALATZOPOULOS G., STAMENOVA V. ET PAPADOPOULOU E. (1982)** .la composition de lait de chèvre de la région de plovidiv et en bulgarie et de ioninna en grece. *lait*, 65, 155-165.
- **VEISSEYRE R. (1975).** technologie du lait: principes des techniques laitières 3ème ed, paris, sepalc, 714 p.
- **VIGNOLA C. (2002).** science et technologie du lait transformation du lait. édition presses internationales polytechnique, canada. pp : 3-75.
- **WEHRMÜLLER K. ET RYFFEL S., 2007.** Produits au lait de chèvre et alimentation, ALP actuel, no 28.

- **ZELLER B., (2005).** le fromage de chevre : specificites technologiques et economiques.these doctorat, universitepaul-sabatier de toulouse, 81p.

Résumé :

L'objectif de notre étude consiste à étudier la composition du lait de chèvre de la race autochtone, élevée en pâturage naturel dans les régions montagneuses de Kabylie en Algérie. L'expérimentation s'est déroulée à Tizi-Ouzou (36° 53' 20" N 5° 7' 30" E, Nord Algérien) localité caractérisée par un climat méditerranéen.

Des collectes de lait sont réalisées sur 5 sites de pâturages localisés en régions montagneuses littorales et comportant des élevages caprins traditionnels (40 élevages) sur deux périodes saisonnières estivale et hivernale. Les 360 échantillons collectés, sur 200 chèvres de la race Kabyle, sont soumis à divers analyses permettant l'évaluation de la composition biochimique [Taux Protéique (TP), Taux Butyreux (TB), lactose]. Les paramètres physico-chimiques sont également mesurés sur ces échantillons. L'ensemble des données enregistrées a été analysé avec un modèle d'analyse de variance à deux facteurs en utilisant le logiciel R. Les animaux produisent un lait une composition biochimique soulignant de plus forts TP ($62,82 \pm 0,09$ g/l) et TB ($50,61 \pm 0,11$ g/l) par rapport aux taux mesurés aux cours des saisons hivernale. Cette composition particulière enregistrée en période de restriction alimentaire et de stress thermique et hydrique, serait liée aux conditions d'élevage (pâturage naturel) et à la qualité fourragère (teneur en matière sèche). La réaction des animaux vis-à-vis des conditions caractérisant la région (climat méditerranéen) serait également un facteur déterminant.

A la lumière des résultats enregistrés et comparativement aux données de la bibliographie, le lait de chèvre Kabyle élevée en régions montagneuses et en conditions naturelles présente une composition très intéressante (aspects nutritionnel et diététique) en dépit d'une faible production quantitative. Il mérite de ce fait d'être valorisé et davantage exploité, au même titre que le lait bovin dans le but contribuer au développement économique des régions rurales.

Mots clés : *Autochtone, Caprin, Composition, Production laitière.*

Abstract:

The objective of our study is to investigate the composition of goat milk of the autochthonous breed, raised in natural pasture in the mountainous regions of Kabylie in Algeria. The experimentation took place in Tizi-Ouzou (36° 53' 20" N 5° 7' 30" E, North Algeria) locality characterized by a Mediterranean climate.

Milk collections are carried out on 5 pasture sites located in coastal mountainous regions and including traditional goat farms (40 farms) over two seasonal periods summer and winter. The 360 samples collected, on 200 goats of the Kabyle breed, are subjected to various analyses allowing the evaluation of the biochemical composition [Protein Rate (PR), Butyrous Rate (BR), lactose]. the physicochemical parameters are also measured on these samples. The recorded data set was analyzed with a two-factor analysis of variance model using R software. The animals produce a milk biochemical composition highlighting higher TP (62.82 ± 0.09 g/l) and TB (50.61 ± 0.11 g/l) compared to the levels measured during the winter seasons. This particular composition recorded during periods of food restriction and thermal and hydric stress, would be linked to the rearing conditions (natural pasture) and to the forage quality (dry matter content). The reaction of the animals to the conditions characterizing the region (Mediterranean climate) would also be a determining factor.

In the light of the results recorded and compared to the data in the bibliography, the milk of Kabyle goat raised in mountainous regions and in natural conditions presents a very interesting composition (nutritional and dietetic aspects) in spite of a low quantitative production. Therefore, it deserves to be valorized and exploited more, in the same way as bovine milk, in order to contribute to the economic development of rural areas.

Key words: *Native, Goat, Composition, Milk Production.*