

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

École Nationale Supérieure Vétérinaire. Rabie Bouchama
Higher National Veterinary School. Rabie Bouchama
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة

N° d'ordre : 029

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du **diplôme de Master** en
Sciences Vétérinaires

THÈME

Qualité du lait produit par la chèvre « Naine de Kabylie ».

Présenté par :
Mlle HASSAINE Ania

Soutenu publiquement, le 8 Juillet 2024 devant le jury :

Mme AZZAG Nawel	Pr (ENSV)	Présidente
Mme TENNAH Safia	Pr(ENSV)	Promoteur
M LAOUADI Mourad	MCA (ISV Blida)	Co-Promoteur
Mme BOUABDELLAH RYHAN	MCA (ENSV)	Examinatrice

Année universitaire 2023-2024

Déclaration sur l'honneur

Je soussigne, HASSAINE Ania, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisé pour écrire ce mémoire.

Signature

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, elongated shape with a small loop at the end.

Remerciements

"Le travail acharné bat le talent quand le talent ne travaille pas dur."

Avant tout, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la grâce, la volonté et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail. Je suis reconnaissante pour ses bénédictions et j'espère qu'Il me guidera vers des jours meilleurs.

Je suis profondément reconnaissante envers ma promotrice, Pr TENNAH, pour son soutien inestimable tout au long de ce parcours académique. Sa remarquable expertise dans le domaine, sa patience infinie face aux défis rencontrés, ainsi que ses conseils perspicaces ont, non seulement enrichi mon travail, mais ont également été une source d'inspiration constante.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude envers Monsieur LAOUADI, mon co-promoteur. Sa collaboration précieuse, son soutien constant et ses conseils éclairés ont été des éléments déterminants qui ont enrichi cette étude. Sa présence attentive et son expertise ont été des atouts indispensables tout au long de ce projet académique.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude envers Pr AZZAG pour avoir présidé le jury avec excellence et pour ses précieuses contributions qui ont enrichi ce travail.

Je tiens à exprimer mon appréciation sincère envers Dr BOUABDELLAH pour son rôle déterminant en tant qu'examinatrice de ce projet. Ses commentaires avisés et ses suggestions pertinentes ont été d'une aide précieuse pour enrichir cette étude de manière significative.

Je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance envers l'ingénieure principale du laboratoire d'alimentation et d'analyse fourragère de l'ENSV CHIRANE Manel. Sa remarquable expertise technique et ses conseils éclairés ont été d'une importance capitale pour la réussite de ce projet. Sa disponibilité et son engagement ont été des atouts essentiels qui ont grandement facilité notre travail de recherche. Je vous suis extrêmement reconnaissante pour votre soutien précieux et votre collaboration tout au long de cette étude.

Je suis profondément reconnaissante envers NECHICHE Brahim, responsable du laboratoire d'autocontrôle qualité alimentaire dans SARL le Fermié, pour son expertise et son engagement dévoué dans mon encadrement au sein de leur établissement.

Je souhaite exprimer ma gratitude spéciale à Mme MERIBAI Amel, enseignante à l'ENSA, ainsi qu'au personnel du département de technologie de l'ENSA. Leur soutien et leurs conseils ont été une source d'inspiration précieuse durant la réalisation de mon projet.

Dédicace

À mes merveilleux parents, qui ont toujours été ma source de force et d'inspiration. Votre amour inconditionnel, votre soutien constant et vos encouragements m'ont guidé tout au long de ce chemin. Ce projet vous est dédié, en témoignage de votre dévouement inébranlable et de votre soutien constant envers mes rêves. Je vous remercie du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait et pour tout ce que vous continuez de faire pour moi.

À mon frère, qui est toujours là et m'inspire constamment. Ce projet célèbre notre lien spécial et ton soutien inestimable.

À mes oncles bien-aimés, votre sagesse et votre générosité sont pour moi une source d'inspiration constante. Ce projet vous est dédié en reconnaissance de votre soutien inconditionnel qui a enrichi ma vie. Merci pour votre présence précieuse et votre influence bienveillante.

Aux éleveurs de chèvres qui m'ont aidé et ont permis le prélèvement du lait, je vous adresse mes sincères remerciements.

À mes chères amies, votre amitié précieuse et votre soutien moral sans faille ont été des éléments clés de réussite pour moi. Merci d'avoir été là à chaque étape de ce projet.

Liste des abréviations

- FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
- cm : centimètre
- Kg : kilogramme
- UFL/J : unité fourragère lait par jour
- PDI/J : protéines digestibles intestinales par jour
- PV : poids vif
- PL35 : production de lait standard avec un taux butyreux de 35 g/kg
- INRA : Institut National de la Recherche Agronomique (France)
- UFL : unité fourragère lait
- g : gramme
- MAP : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (Algérie)
- °C : degrés Celsius
- MAT : Matières Azotées Totales
- µm : Micromètre
- g/l : Gramme par litre
- Mg : Magnésium
- Ca : Calcium
- Na : Sodium
- K : Potassium
- Zn : Zinc
- Cu : Cuivre
- β : Bêta
- OSCN- : Hypothiocyanate
- pH : potentiel Hydrogène
- °D : degrés Dornic
- NAD-NADP : Nicotinamide Adénine Dinucléotide - Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate
- LPL : Lipoprotéine Lipase
- POD : Peroxidase
- TP : Taux de protéines
- AG : Acides gras
- AGS : Acides gras saturés
- Cl : Chlorure

- NaCl : Chlorure de sodium (sel de table)
- UFC/mL : Unités Formant Colonie par millilitre (mesure de la concentration bactérienne)
- ENSV : École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger
- AFNOR : Association Française de Normalisation
- MS : Matière Sèche
- MM : Matière Minérale
- MO : Matière Organique
- CB : Cellulose Brute
- MG : Matière Grasse
- EST : Extrait Sec Total
- ESD : Extrait Sec Dégraissé
- D : Densité
- TB : Taux Butyreux
- TL : Taux de Lactose
- TS : Taux de Sels
- PC : Point de Congélation

Liste des tableaux

Tableau 1 Caractéristiques des caséines caprines et bovines (Martin., 1996).....	30
Tableau 2 Analyses physicochimiques du lait de la race Naine de Kabylie.....	51
Tableau 3 Analyses physicochimiques du lait des trois races de chèvres.....	57
Tableau 4 Identifications des plantes prélevées.....	62
Tableau 5 Composition chimique de la ration	64

Liste des figures

Figure 1 Évolution de l'effectif caprin en Algérie.....	10
Figure 2 Chèvre de race Arabia (Laouadi M., 2019).....	11
Figure 3 Chèvre de race Mekatia (Laouadi M., 2019).....	12
Figure 4 Bouc de race M'zabit (ITELV d'Alger).....	13
Figure 5 Chèvre de la race Alpine (Photo personnelle, 2023).....	14
Figure 6 Chèvre de la race Saanen (Photo personnelle, 2023).....	14
Figure 7 Chèvre de la race Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024)	17
Figure 8 Profil de corps de la chèvre Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024).....	19
Figure 9 Profil des oreilles de la chèvre Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024).....	20
Figure 10 Profil de la tête de la chèvre Naine de Kabylie avec des cornes (Photo personnelle, 2024)	20
Figure 11 La production laitière caprine mondiale	28
Figure 12 Localisation de la région d'étude : Yakouren.....	46
Figure 13 Une chèvre de race Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024).....	46
Figure 14 Une chèvre de race Alpine (Photo personnelle, 2024).....	47
Figure 15 Une chèvre de race Saanen (Photo personnelle, 2024).....	47
Figure 16 Plante après séchage à l'étuve (Photo personnelle, 2024)	47
Figure 17 Broyage des échantillons (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....	48
Figure 18 Échantillons conservés dans des flacons fermés (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....	48

Figure 19 : LACTOSCAN utilisé pour l'analyse physico-chimique du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger).....	49
Figure 20 Matériels utilisés pour l'analyse de l'acidité titrable du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger).....	49
Figure 21 Le virage de couleur lors de la détermination de l'acidité titrable du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger).....	49
Figure 22 Détermination de pH du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger).....	50
Figure 23 Évolution de la matière grasse du lait de la Race Naine de Kabylie	52
Figure 24 Évolution de l'EST du lait de la Naine Kabyle.....	53
Figure 25 Évolution de la densité du lait de la Naine Kabyle.....	54
Figure 26 Variation de la MG, D° et EST du lait de la Naine Kabyle	54
Figure 27 Évolution de lactose du lait de la Naine Kabyle.....	55
Figure 28 Évolution des protéines du lait de la Naine Kabyle.....	56
Figure 29 Évolution des minéraux du lait de la Naine Kabyle.....	56
Figure 30 Matière grasse du lait des trois races.....	58
Figure 31 l'Extrait Sec Total du lait des trois races.....	59
Figure 32 la Densité du lait des trois races.....	60
Figure 33 le Lactose du lait des trois races.....	60
Figure 34 les Protéines du lait des trois races.....	61
Figure 35 le taux des minéraux du lait des trois races.....	62
Figure 36 La tare de la capsule en porcelaine (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger)	
Figure 37 la pesée de l'échantillon broyé (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....	

Figure 38 Séchage des échantillons dans l'étuve (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....

Figure 39 Échantillons avant incinération (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger)....

Figure 40 Échantillons après incinération (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger)....

Figure 41 Traitement des échantillons (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....

Figure 42 Les résidu de la calcination (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....

Figure 43 Échantillon broyé grossièrement (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger)..

Figure 44 Extraction de la matière grasse (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger)....

Figure 45 Élimination de solvant du ballon par un évaporateur rotatif (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....

Figure 46 Élimination de l'excès du solvant dans l'étuve (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger).....

Figure 47 Refroidissement au dessiccateur (Photo personnelle, l'ENSA Ouad Semmar, Alger)...

Résumé

Dans cette étude, nous avons examiné la composition physico-chimique du lait de la chèvre Naine de Kabylie par rapport aux races Saanen et Alpine, dans le contexte de l'environnement semi-extensif de Yakouren, à Tizi Ouzou. Les échantillons de lait ont été collectés à différents stades de lactation et analysés pour la matière grasse, l'extrait sec total, le lactose et les protéines. Les résultats ont montré que la Naine de Kabylie présente des niveaux significativement plus élevés de matière grasse, d'extrait sec total, de lactose et de protéines par rapport aux deux autres races, ce qui indique une adaptation efficace à son régime alimentaire et à l'environnement montagneux. Cette étude souligne l'importance de préserver et de valoriser les ressources génétiques locales pour soutenir une agriculture durable dans les zones montagneuses comme la Kabylie.

Mots clés : Analyses Physicochimique, Yakouren, lait, Naine de Kabylie, Saanen, Alpine.

Abstract

In this study, we examined the physical chemical composition of tribal dwarf goats compared to Sanin and Alpine strains, in the context of the semi-vast environment of Yakurin, Algeria. Milk samples were taken at different stages of feeding and analysed for fat, total dry extract, lactose and protein. The results revealed that Kabylie Dwarf has much higher levels of fat, total dry extract, lactose and protein than the other two strains, indicating an effective adaptation to the diet and mountain environment. This study highlights the importance of conserving and strengthening local genetic resources to support sustainable agriculture in semi-arid regions such as Kabylia.

Keywords: Physicochemical, Yakouren, milk, Kabylia Dwarf Goat, genetics.

ملخص

في هذه الدراسة، قمنا بفحص التركيب الكيميائي الفيزيائي للماعز القزم القبائلي مقارنة بسلالات سانين وجبال الألب، في سياق البيئة شبه الشاسعة في ياكورين، الجزائر. تم أخذ عينات الحليب في مراحل مختلفة من التغذية وتحليلها للدهون والمستخلص الجاف الكلي واللاكتوز والبروتين. كشفت النتائج أن الماعز القزم القبائلي لديه مستويات أعلى بكثير من الدهون والمستخلص الجاف الكلي واللاكتوز والبروتين من السلالتين الأخريين، مما يشير إلى تكيف فعال مع النظام الغذائي والبيئة الجبلية. تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية الحفاظ على الموارد الجينية المحلية وتعزيزها لدعم الزراعة المستدامة في المناطق شبه القاحلة مثل كابيليا.

الكلمات الرئيسية: فيزيائية كيميائية، ياكورين، حليب، الماعز القزم القبائلي، علم الوراثة.

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Listes des figures	
Résumé	
Introduction.....	1
Chapitre 1 : Généralités sur l'élevage caprin.....	4
L'espèce caprine.....	4
Systématique.....	4
L'élevage caprin.....	4
Cheptel caprin dans le monde	5
Cheptel caprin en Algérie.....	5
Evolution des effectifs caprins.....	6
Principales races caprines.....	7
Productions caprines.....	12
Production laitière.....	12
Production de viande.....	12
Production de peaux et de poils.....	13
Chapitre 02 : la Naine de Kabylie en Algérie	14
Répartition géographique des éleveurs caprins.....	14
Ressources alimentaires.....	15
Particularités morphologiques et des performances de production de la race naine de kabylie..	15
Traits phénotypiques.....	15
Etat de santé.....	17
Chapitre 03 : Système d'élevage et alimentation caprine.....	19
Système d'élevage.....	19
Le système pastoral.....	19

Système agro-pastoral ou mixte.....	19
Système sédentaire.....	20
Système périurbain.....	20
Système semi-extensif.....	20
Système intensif.....	20
Le comportement alimentaire de la chèvre.....	20
Les besoins alimentaires.....	20
Les besoins en énergie.....	21
Les besoins en matière azotée.....	22
Les besoins en apport minéraux.....	22
Les besoins en vitamines.....	23
Les besoins en eau.....	23
Chapitre 04 : Lait de chèvre.....	24
Définition générale du lait.....	24
Production laitière caprine mondiale.....	24
Production laitière caprine algérienne.....	25
Composition du lait de chèvr.....	25
L'eau.....	2
6	
Composition protéique.....	26
Composition lipidique.....	29
Composition glucidique.....	31
Composition minérale.....	31
Composition vitaminique.....	32
Composition enzymatique.....	32
Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre.....	33
pH.....	34
Acidité.....	34
Densité.....	34
Point de congélation.....	35
Point d'ébullition.....	35

Caractéristiques organoleptiques du lait de chèvre.....	35
Phase visuelle.....	35
Phase gustative.....	35
Phase olfactive.....	36
Qualité et intérêts nutritionnelles du lait de chèvre.....	36
Qualité microbiologique du lait de chèvre.....	37
L'origine des micro-organismes du lait.....	38
Les micro-organismes du lait.....	38
Facteurs de variation quantitative et qualitative du lait de chèvre.....	40
Facteurs intrinsèques.....	40
Variabilité génétique entre individus.....	40
Stade de lactation.....	40
Numéro de lactation.....	40
Santé de l'animal.....	41
Facteurs extrinsèques.....	41
L'alimentation.....	41
La Saison.....	41
Le climat.....	41
La traite.....	42
Matériel et Méthodes.....	43
Présentation de la région d'étude.....	43
Matériel végétal.....	43
Matériel animal.....	43
Méthodes.....	44
Analyses fourragères.....	44
Analyses physico-chimiques du lait.....	45
Résultats et discussions.....	48
Étude de la courbe de lactation de la Naine de Kabylie.....	48
Matière grasse.....	48

L'extré	sec
total.....	49
La densité.....	50
Le lactose.....	51
Les protéines.....	52
Les minéraux.....	53
Etude comparative des paramètres physico-chimiques de trois races.....	54
Effet de la race sur la matière grasse.....	54
Effet de la race sur l'extrait sec total.....	55
Effet de la race sur la densité.....	56
Effet de la race sur le lactose.....	57
Effet de la race sur les protéines.....	58
Effet de la race sur les minéraux.....	58
Étude de la qualité de l'alimentation de la race Naine de Kabylie.....	59
Identification des espèces végétaux prélevées.....	59
Composition chimique de la ration.....	61
Conclusion.....	62
Références bibliographiques	
Annexes	

Historiquement, les chèvres ont eu un impact majeur sur la vie socio-économique des humains, en particulier dans les régions rurales et défavorisées du monde, ainsi que dans les zones tropicales, subtropicales, et à haute altitude, couvrant diverses zones écologiques et systèmes de production (Dubeuf et al., 2004). Cette espèce se distingue par sa bonne résistance au stress thermique et aux périodes de sécheresse, ainsi que par une meilleure digestibilité des aliments riches en cellulose comparée aux autres ruminants (Dubeuf et al., 2004). De plus, les chèvres jouent un rôle crucial dans les ménages pauvres, contribuant à toutes les étapes de la croissance et du développement humain, ce qui leur vaut le surnom de "l'ami des ménages pauvres" (Nessah, 2018).

En Algérie, la domestication de *Capra hircus* remonte au Néolithique, débutant sur le littoral et dans le Tell (Camps, 1976 ; Trouette, 1930 ; Esperandieu, 1975). Par la suite, cette pratique s'est concentrée dans les zones montagneuses, les steppes et les oasis, en raison de l'adaptation des chèvres à ces milieux difficiles (Park, 2012). Selon Chiche (1999), l'élevage caprin est pratiqué par la quasi-totalité des foyers ruraux, soit environ trois quarts d'entre eux, bien que Fantazi (2004) le considère comme marginalisé avec seulement 13 % du cheptel national, malgré son statut de l'une des activités agricoles les plus traditionnelles.

Au cours de son histoire, la chèvre domestique a généré près de 200 races, issues de la différenciation géographique, de la sélection naturelle et des croisements (Denis, 2000). Ces ressources zoogénétiques sont essentielles pour l'exploitation durable de nombreux systèmes de production et sont des composantes cruciales de la sécurité alimentaire et du développement rural mondial (FAO, 2013). En Algérie, le cheptel caprin se caractérise par une grande diversité de races locales, ce qui le rend très hétérogène (Moula et al., 2017). Il est principalement composé de quatre races : la race Arbia dans la région de Laghouat, la race Naine de Kabylie dans les montagnes de Kabylie et des Aurès, la race Makatia dans les hauts plateaux et certaines zones du Nord, et la race M'Zabia dans la partie septentrionale du Sahara (Hellal, 1986 ; Dekkiche, 1987 ; Sebaa, 1992 ; Takoucht, 1998 ; Laouadi et al., 2018).

En tant que pays en développement, l'Algérie connaît une croissance démographique, une urbanisation rapide et une augmentation des revenus, entraînant une hausse massive de la consommation de produits d'origine animale et une augmentation de l'importance de l'élevage (Nessah, 2019). L'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires qualifie ce phénomène de "Révolution de l'élevage" (Dieter, 2004). Cependant, cette intensification et l'adoption de technologies de production modernes ont conduit à une uniformisation des races,

souvent au détriment des races locales, adaptées à leur environnement (FAO, 2009). Sous cette pression et face à l'urbanisation croissante, les pays en développement, y compris l'Algérie, voient leurs systèmes de production traditionnels se transformer. La promotion des races exotiques par le biais de politiques incitatives ou de projets de développement conduit à la dilution ou à la perte des races locales (Amadou Mammane, 2012).

Avec une production de 512 602 tonnes de viande rouge et 3 321 113 tonnes de lait en 2022 (FAOSTAT, 2024), l'Algérie ne parvient toujours pas à couvrir les besoins croissants en protéines de sa population, poussant l'État à importer des chèvres performantes (Saanen, Alpine). Cette substitution et les croisements exotiques anarchiques entraînent l'érosion des ressources génétiques caprines, une préoccupation majeure pour les éleveurs (Canan et al., 2011). La conservation de ces ressources est cruciale pour la sécurité alimentaire à long terme, non seulement pour la production de protéines mais aussi pour la fertilisation des sols (Köhler-Rollefson, 2005).

En Algérie, les recherches sur les caprins demeurent limitées, souvent éclipsées par l'attention portée aux bovins (Bidjeh et al., 1991 ; Nessah, 2019). La connaissance du potentiel de production des populations caprines est insuffisante, tant en termes de caractéristiques que de performances (Amazougarene, 2007). Depuis l'indépendance, les autorités algériennes se concentrent sur la sécurité alimentaire en augmentant la production agricole, avec un intérêt particulier pour le lait de chèvre en raison de sa composition spécifique, adaptée aux besoins nutritionnels des nourrissons, des personnes âgées et des individus ayant des besoins spécifiques (Haenlein, 2004 ; Boza et Sanz Sampelayo, 1997).

Dans ce contexte, nous avons entrepris une étude approfondie sur la qualité du lait d'une race locale de la région de Kabylie, la Naine de Kabylie. Notre recherche se concentre sur trois axes principaux :

- La définition de la courbe de lactation de la Naine de Kabylie, afin de mieux comprendre ses capacités de production laitière tout au long de sa période de lactation.
- L'analyse de l'effet de la race et du stade de lactation sur les variations de la composition physico-chimique du lait, en comparant la Naine de Kabylie avec des races réputées comme la Saanen et l'Alpine.

- L'impact de l'alimentation sur la composition physico-chimique du lait de la Naine de Kabylie, pour évaluer comment les régimes alimentaires influencent la qualité du lait produit.

Ces axes de recherche visent à fournir une compréhension détaillée et précise de la production laitière de la Naine de Kabylie, contribuant ainsi à valoriser cette race locale et à améliorer les pratiques d'élevage dans la région.

La présente étude se compose de trois parties distinctes, qui visent à offrir une vue d'ensemble cohérente et exhaustive sur la Naine de Kabylie, allant des bases théoriques aux résultats pratiques, en passant par les méthodes employées.

- **Une étude bibliographique** : Cette section comprend quatre chapitres où nous rappelons les généralités sur l'élevage caprin, en particulier la Naine de Kabylie, les systèmes d'élevage caprins, ainsi qu'un chapitre consacré au lait.
- **Une partie pratique** : composée de deux chapitres, décrivant respectivement le matériel et les méthodes utilisés pour mener à bien cette étude, ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.
- **Conclusion et perspectives** : La dernière partie de l'étude présente une conclusion globale et propose des perspectives pour de futures recherches et applications pratiques.

Chapitre 1 : Généralités sur l'élevage caprin

L'espèce caprine

Systematique

La chèvre domestique, dont le nom scientifique est *Capra hircus*, appartient au genre *Capra*, à la sous-famille des *Caprinae*, à la famille des *Bovidae*, à l'ordre des *Ruminantia*, à la classe des *Mammalia* (mammifères placentaires), et elle fait partie de l'embranchement des *Chordata* (vertébrés) du règne *Animalia* (animaux). Cette systématique est résumée par FOURNIER (2006) comme suit :

- Règne : *Animalia* (Animal)
- Embranchement : *Chordata* (Vertébrés)
- Classe : *Mammalia* (Mammifères)
- Infra-classe : *Placentalia*
- Ordre : *Cetartiodactyla* (Cétartiodactyles)
- Sous-ordre : *Ruminantia* (Ruminants)
- Famille : *Bovidae* (Bovidés)
- Sous-famille : *Caprinae* (Caprinés)
- Genre : *Capra hircus*

Espèces :

1. *Capra algargus*
2. *Capra ibex*
3. *Capra caucasia*
4. *Capra cylindricornis*
5. *Capra pyrenaica*
6. *Capra palconeri*

L'élevage caprin

L'élevage caprin a une histoire ancienne et significative. Selon Kris Hirst (2019), l'espèce caprine a été domestiquée entre 10 000 et 11 000 avant Jésus-Christ dans les régions du Moyen-Orient et de l'Asie occidentale, notamment dans la vallée de l'Euphrate à Nevalı Çori en Turquie et dans les montagnes Zagros en Iran à Ganj Dareh. Elle est reconnue comme le premier animal domestiqué et a depuis joué des rôles cruciaux dans la religion, l'économie, la nutrition, les coutumes et même l'habillement (Peacock, 2005).

La rusticité et la capacité d'adaptation aux environnements extrêmes et changeants sont des traits distinctifs des chèvres, leur permettant de prospérer à travers le monde, même en cas d'exposition à des facteurs de stress multiples (V. Sejian et al., 2018).

Aujourd'hui, en Algérie, l'élevage caprin est principalement extensif et représente l'une des activités agricoles les plus traditionnelles, juste après l'élevage ovin (FAO, 2018). Il est présent des zones de montagnes au Nord du pays jusqu'aux zones subdésertiques au Sud, en passant par les zones steppiques (Kadi et al., 2017; Guermah et al., 2018).

Cheptel caprin dans le monde

Traditionnellement, les chèvres ont eu un impact majeur sur la vie socio-économique dans les régions rurales et défavorisées, ainsi que dans les zones tropicales, subtropicales et de haute altitude à travers différents systèmes de production (Dubeuf et al., 2004). Elles contribuent significativement au revenu et répondent aux besoins en lait et viande d'une large partie de la population, surtout dans des environnements difficiles (Hafid, 2006). La valeur des chèvres s'est avérée cruciale lors de récentes famines mondiales, notamment en Afrique (Gourine, 1989). Les chèvres sont connues pour leur résistance au stress calorique et aux périodes de sécheresse, ainsi que pour leur capacité à digérer les aliments riches en cellulose mieux que d'autres ruminants (Dubeuf et al., 2004). Elles jouent également un rôle économique vital pour les ménages pauvres et contribuent à toutes les phases du développement humain, les qualifiant ainsi comme des alliés précieux pour ces ménages (Nessah, 2018).

Au fil de l'histoire, la chèvre domestique a développé un grand nombre de races à travers la différenciation géographique, la sélection naturelle et les croisements, bien que seulement quelques-unes soient largement reconnues aujourd'hui parmi près de 200 répertoriées dans le monde (DENIS, 2000). Les ressources génétiques des chèvres jouent un rôle crucial dans la durabilité des systèmes de production et sont essentielles pour la sécurité alimentaire et le développement rural mondial (FAO, 2013).

Depuis les années 1960, le cheptel caprin mondial a connu une expansion remarquable, principalement dans les pays en développement, en réponse aux changements climatiques affectant les zones de production, aux préférences alimentaires humaines et à l'évolution des sources de revenus (FAOSTAT, 2022). En 2020, la population mondiale de chèvres était estimée à 1 128 106 236 têtes, avec une concentration prédominante en Asie (52%) suivie par l'Afrique (43%), tandis que l'Amérique, avec environ 4%, et l'Europe, avec 1%, représentent des parts moins importantes (FAOSTAT, 2022). En revanche, l'élevage caprin reste marginal en Amérique latine et dans d'autres régions du monde comme l'Europe orientale et l'Amérique du Nord (Institut de l'élevage, 2008).

Cheptel caprin en Algérie

En Algérie, la domestication de *Capra hircus* a commencé dans le littoral et le Tell dès le Néolithique (Camps, 1976; Trouette, 1930; Esperandieu, 1975). Par la suite, elle s'est principalement concentrée dans les zones montagneuses, les steppes et les oasis en raison de l'adaptabilité de la chèvre aux environnements difficiles (Park, 2012). Malgré son importance en tant qu'une des activités agricoles les plus traditionnelles, l'élevage caprin reste marginalisé en Algérie, ne représentant que 13% du cheptel national selon Fantazi (2004).

Le cheptel caprin algérien est très diversifié, avec une grande variété de races locales (Moula et al., 2017). La majorité de ces animaux sont soumis uniquement à la sélection naturelle, appartenant principalement au rameau Nord Africain caractérisé par des poils noirs, une grande taille et une robustesse similaire aux types Kurde et Nubio-syrien (Charlet et Le Jaouen, 1976). En plus des populations locales, on trouve des races introduites comme l'Alpine et la Saanen, ainsi que des croisements (Bey et Laloui, 2005).

L'élevage caprin en Algérie est principalement localisé dans des régions aux accès difficiles et est pratiqué selon des méthodes traditionnelles par la quasi-totalité des foyers ruraux, environ trois quarts d'entre eux (Chiche, 1999). En 2017, le cheptel caprin était estimé à 5 007 894 têtes, montrant une légère évolution attribuée aux tentatives d'intensification par l'introduction de races améliorées, notamment l'Alpine et la Saanen (Manalleh, 2012). Selon Madani et al. (2015), les chèvres sont présentes dans toutes les zones agroécologiques de l'Algérie, avec une répartition significative dans les zones steppiques (30,7%) et sahariennes (26,6%), ainsi que dans les zones montagneuses (13,2%) et de Tell (28,3%). La distribution de ces animaux à travers le territoire national dépend de divers facteurs tels que la nature de la région, le mode d'élevage et l'importance accordée à l'élevage caprin (Hafid, 2006).

Evolution des effectifs caprins

Après l'indépendance, l'effectif total des caprins en Algérie a été de 1 356 000 têtes en 1963. En 6 ans (1969), il atteint 2 557 000 têtes, presque le double. Par contre le nombre chute de 2,3% au cours de la décennie des années 70 pour avoir en 1979, 2 818 000 têtes qui diminue au cours de la décennie des années 80 jusqu'à 2 404 000 têtes en 1989. Par contre, une croissance annuelle de (1,5%) est observée durant la décennie des années 90 ramenant l'effectif caprin à 3 403 000 têtes en 1999. Pour les années 2000, les effectifs caprins ont progressé lentement en enregistrant un total de 3 774 000 têtes en 2007 (Boubekeur A., 2010), puis 3 962 120 têtes en 2009 (FAO., 2012) et environ 5,12 millions de têtes en 2014, mais entre l'année 2014 et 2020, cette évolution a enregistré des fluctuations, pour baisser jusqu'à 4,95 millions de têtes en 2020 (FAO., 2021). Les données montrent une fluctuation des effectifs caprins après une croissance significative dans les années qui ont suivi l'indépendance. Les chiffres indiquent des variations dues à différents facteurs économiques, environnementaux et politiques au fil des décennies.

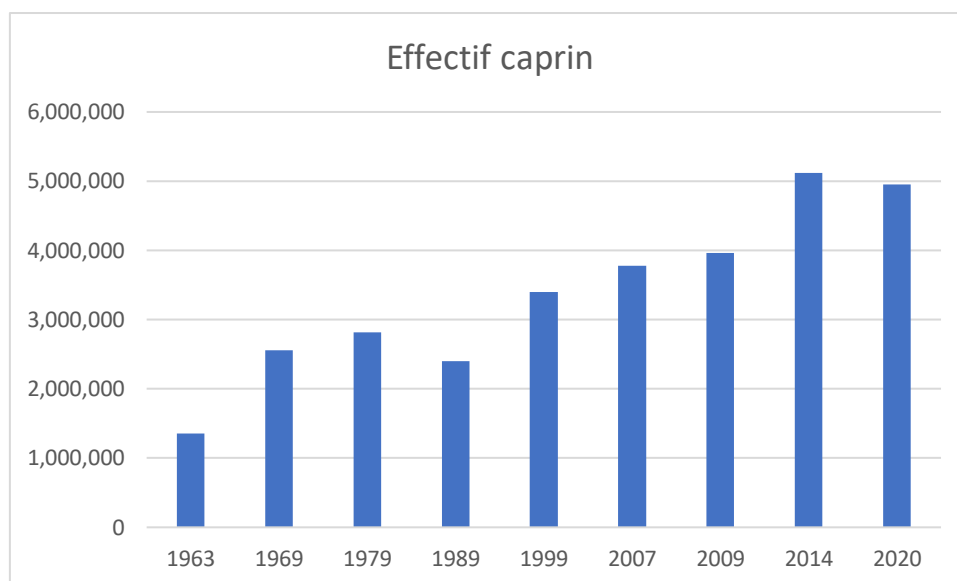


Figure 1 Évolution de l'effectif caprin en Algérie

Principales races caprines

L'Algérie abrite une diversité de races caprines locales, chacune adaptée à des environnements particuliers, ainsi qu'une importante population de chèvres arabes, essentielles pour l'économie pastorale du pays.

Les races locales

La population caprine locale représente le rameau Nord-Africain proche du type Kurde et Nubiosyrien (Moula et al., 2017). Ce groupe comprend la race Arbia, localisée principalement dans la région de Laghouat ; la race Kabyle, occupant les montagnes de Kabylie et des Aurès ; la race Makatia, habitant les hauts plateaux et certaines zones du Nord ; et enfin la race M'Zabia, située dans la partie septentrionale du Sahara (Hellal., 1986, Dekkiche., 1987, Sebaa., 1992, Takoucht., 1998)

Les chèvres arabes

La chèvre arabe ou Sahélienne (appelée aussi Touareg, Fulani, Bariolée du Sahel) est la plus dominante des populations en terme d'effectif, avec 30% du cheptel algérien, et elle est représentée par deux sous populations : l'Arabia et le Makatia (Madani et al., 2003).

La race Arabia

L'Arbia se localise principalement, d'est en ouest, entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Mais il se trouve aussi dans les régions subdésertiques, sur l'axe Biskra-Laghouat, un sous type de cette race (Kebbab., 2016). L'Arbia est dénommée aussi population Arabo-maghrébienne (Gredaal., 2003).

Type sédentaire : sa taille est moyenne de 70 cm pour le mâle et 63 cm pour la femelle, leurs poids respectifs sont de 50kg et 35kg. Le corps est allongé avec un dessus rectiligne dont le chanfrein est droit. Le poil est long, de 10 à 17 cm, la robe est polychrome blanc, pie noir, ou brun. La tête est soit d'une couleur unie ou avec des listes, elle porte des cornes moyennement longues dirigées vers l'arrière, avec des oreilles assez longues (17cm) et la production laitière est de 0,5 litre par jour (Hellal., 1986).

Type transhumant : la taille est en moyenne de 74cm pour le mâle et 64cm pour la femelle, leurs poids respectifs sont de 60kg et 32kg. Le corps allongé, dessus rectiligne, mais convexe chez certains sujets. Les poils sont longs de 14 à 21cm et la couleur pie noir domine. La tête porte des cornes assez longues dirigées vers l'arrière (notamment chez le mâle), les oreilles sont très larges et la production laitière est de 0,25-0,75 litre par jour (Hellal., 1986)

Dans ces provinces pastorales, l'Arabo-maghrébienne est surtout une provenance de viande de chevreaux, au vu de la valeur marchande de l'agneau (Belaid., 2016) et ses bonnes qualifications de reproduction. Cela en dépit de son lait qui révèle des avantages incontestables (Tejani., 2010) même s'il est produit en faible quantité, avec une moyenne de 1,5litres/j (Kebbab., 2016).



Figure 2 Chèvre de race Arabia (Laouadi M., 2019)

La race Makatia

La Makatia ou la Beldia, est une chèvre de grand format qui serait issue de multiples croisements avec d'autres races, notamment les chèvres de race maltaise, et d'après Djari et Ghribeche (1981) c'est plus précisément le croisement entre la race Cherkia et l'Arabia, originaire d'Ouled Nail (Guelmaoui et Abderehmani., 1995, Tazi., 2001). Un grand effectif de la Beldia se trouve au nord de l'Atlas saharien où l'isohyète est généralement très faible (Kebbab., 2016), mais on la trouve également dans la région de Laghouat et habituellement elle est en élevage associé avec la chèvre Arbia (Tazi., 2001).

D'après Hellal (1986), la chèvre Makatia se caractérise par un corps allongé, dessus droit. La tête est forte chez le mâle et le chanfrein est légèrement convexe chez quelques sujets. Si les cornes existent, elles sont dirigées en arrière vers le haut et elles sont plus fines chez les femelles. Le caractère motte est aussi observé. La barbiche et les pendeloques sont moins fréquentes, les oreilles sont longues et tombantes (16cm de longueur). Sa robe est variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poils ras de longueur allant de 3 à 5cm en moyenne. Le poids d'un male est de 60 kg et la femelle pèse 40 kg, alors que la hauteur au garrot est 72 cm

pour le mal et 63 cm pour la femelle. La mamelle est bien équilibrée, haute et bien attachée, de type carré avec de gros trayons pour 2/3 des animaux.

C'est une race de grande taille utilisée principalement pour la production de lait (puisqu'elle peut donner jusqu'à 2,5 litres/j (Kebbab., 2016)), de viande et spécialement pour la peau et le cuir (Feliachi., 2003).



Figure 3 Chèvre de race Mekatia (Laouadi M., 2019)

La race Mozabite

La race Mozabit dénommée aussi Touggourt ou la chèvre rouge des oasis est venue de M'tlili ou Berriane (Ghardaïa) et elle peut toutefois se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara (Feliachi., 2003).

Selon Feliachi (2003), cette chèvre est de taille moyenne (65cm), son corps allongé, droit et rectiligne. Sa tête est fine et cornue, alors que sa robe présente trois couleurs : le chamois dominant, le blanc et le noir. Hellal (1986), rajoute que la chèvre M'Zab se caractérise par des oreilles longues et pendantes (15cm). Ses poils sont courts (83% qui ont des poils de moins de 3cm de longueur). Kebbab (2016) décrit la mamelle comme étant volumineuse frôlant parfois le sol lorsqu'elle est gorgée de lait, elle est haute, bien équilibrée et bien attachée avec de petits trayons mais y a des femelles avec des mamelles basses et de gros trayons. Guessas et Semar (1998), rapportent en plus que : la hauteur au garrot adulte est de 65cm chez la femelle avec un poids vif adulte de l'ordre de 35kg.

La Touggourt présente indéniablement d'immenses intérêts zootechniques et économiques en plus d'être une race laitière par excellence (Feliachi., 2003) avec une production qui peut arriver jusqu'à 4 litres/j (Kebbab., 2016).



Figure 4 Bouc de race M'zabit (ITELV d'Alger)

Les races importées

Depuis la colonisation, l'Algérie a connu plusieurs stratégies pour l'adaptation et l'amélioration génétique du cheptel caprin local en performances zootechniques (production laitière et de viande), et cela par l'introduction des races performantes telles que la Saanen, l'Alpine et la Maltaise (Ghechoua et Ghetas., 2015), y a eu aussi la Murciana et la Toggenburg d'après Kerkhouche (1979), qui précise la période d'introduction de la maltaise et la murcie qui est pendant la colonisation à Oran et sur le littoral, et après l'indépendance d'autres essais d'importation ont été effectués aux niveaux national à la Mitidja, à Tizi-Ouzou, à Sétif et dans le haut Chélif.

Aissaoui Maroua (2020) rapporte que les races importées sont représentées principalement par la Saanen et à un moindre degré par l'Alpine (importées d'Europe) ; selon Feliachi (2003) la Saanen a fait l'objet de tentative d'élevage en race pure, spécialisée en production laitière dans la région de Kabylie.

La race Alpine

La race alpine, comme son nom l'indique, est venue des alpes suisses et françaises, elle a adopté Savoie comme berceau pour la race, où elle conserve toujours un effectif remarquable (Capgenes., 2018).

D'après Sophia (2017), phénotypiquement, l'alpine est de format moyen. Une femelle mesure en moyen entre 70 à 80 cm au garrot et pèse de 50 à 70 kg, par contre un mâle toise jusqu'à 1m pour 80 à 100kg

Cette race généralement unicolore à poils ras, où toutes les couleurs de robe existent ; parmi les plus courantes citons : la couleur « pain brûlé » ou « chamoisée » avec pattes et raie dorsale noires et une polychrome comportant des taches blanches dans une robe noire ou brune ; la tête est de longueur moyenne avec front et mufle larges, son profil est concave, les oreilles sont portées dressées en cornet assez fermé (Manallah., 2012).

Quant à leur corps, leur poitrine est profonde, avec un bassin large et l'égerment incliner ; l'aspect correct de leurs aplombs est dû à des membres solides et des articulations sèches ;

la mamelle est bien développée bien attachée ses trayons sont dirigés vers l'avant et sensiblement parallèles (Capgenes., 2018).

C'est une chèvre très appréciée pour ces qualités laitières avec une production de 929 kg par lactation qui peut durer en moyen 298J (Michel., 2016).



Figure 5 Chèvre de la race Alpine (Photo personnelle, 2023)

La race Saanen

La race saanen est d'un grand format ; sa femelle mesure entre 70 à 90 cm pour un poids de 50 à 90 kg, contre 120 kg pour le male qui toise environ 1m. Elle a une robe uniforme blanche ou crème avec des poils court, dense et soyeux (Sophia., 2017). Sa tête est d'un profil droit et généralement sans cornes, un front plat à peine concave coiffé des oreilles développées et ouvertes, avec pampilles et barbiches, le mufle est épais et large et son dos est horizontal et bien droit (Corcy., 1991). La poitrine est large, longue et profonde, avec des épaules large et bien attachée et un garrot fermé. Leurs membres sont robustes ce qui leur donne des aplombs corrects et une allure régulière. Sa mamelle est bien attachée, très large à la partie supérieure (Capgenes., 2018).

La race figure parmi les plus appréciées en termes de production laitière et d'après Michel (2016), elle produit 985kg par lactation qui dure en moyen 311J.



Figure 6 Chèvre de la race Saanen (Photo personnelle, 2023)

Les races croisées

Les races croisées résultent du croisement entre des races locales et d'autres races telles que la Maltaise, la Damasquine, la Murciana, la Toggenburg, l'Alpine et la Saanen, dans le but d'atteindre divers objectifs selon les éleveurs et les régions, que ce soit de manière contrôlée ou non (Moula et al., 2003). Cependant, les études contrôlées sont limitées et les animaux issus de ces croisements se distinguent par leur grande taille, leur carcasse pleine, leur propension fréquente à des gestations gémellaires et leur production laitière appréciable (Khelifi, 1999). Ces croisements sont souvent observés dans les exploitations d'État (Chellig, 1978).

Productions caprines

L'élevage des caprins occupe une place significative dans l'économie algérienne, et il pourrait être stratégique pour accroître la production animale en raison de leur capacité d'adaptation aux différents milieux et de leur résistance aux climats variés ainsi qu'aux périodes de sécheresse (Delgadillo et al., 1997). Les types et les quantités de production varient considérablement à travers le monde et d'un continent à l'autre ; ces petits ruminants sont élevés principalement pour quatre types de productions : le lait, la viande, le cuir et les poils (Lahrech, 2019).

Production laitière

La chèvre, en général, produit en moyenne un litre de lait par jour pendant 4 à 5 mois après la mise bas. Ce lait est principalement utilisé pour la consommation familiale et la fabrication de sous-produits laitiers, en plus de l'allaitement des chevreaux (Khelifi, 1999).

Parmi les produits transformés à base de lait caprin, le fromage occupe la première place. Cependant, il existe également d'autres produits tels que le yaourt, le lait acidifié, le kéfir, l'huile de beurre, la crème, le beurre clarifié (utilisé en Inde et en Iran), les laits infantiles (populaires à Taiwan, en Nouvelle-Zélande et en Australie), les glaces, et même des bonbons à base de lait caramélisé sucré (fabriqués au Mexique, en Norvège et en Inde) (Soustre, 2007).

En Algérie, le lait de chèvre est peu transformé, une grande partie étant destinée à l'autoconsommation (Escareño et al., 2013). Sur le marché, les dérivés les plus courants du lait de chèvre sont généralement des laits fermentés comme le Raïb, le Lben et le Jben, souvent de qualité sensorielle variée (Badis et al., 2005).

Malgré sa vocation laitière, la production de lait de chèvre en Algérie reste marginale par rapport à la production bovine. De plus, l'absence de collecte organisée du lait de chèvre rend difficile une estimation précise de sa production (Khelifi, 2015).

Production de viande

L'élevage caprin est largement pratiqué dans le monde pour sa viande, qui représente environ 95% de la production totale des chèvres (Dumoulin, 2006). En Afrique du Nord, on trouve une population indigène de type Nubio-Syrien, reconnue pour sa capacité à produire à la fois de la

viande et du lait, ce qui en fait une ressource importante pour l'alimentation des pasteurs et de leurs familles dans les zones méditerranéennes extensives (P. Charlet et J. C. le Jaouen, 1976).

En Algérie, la viande caprine occupe la troisième place sur le marché de la viande, après la viande bovine et ovine, bien que son taux de production soit généralement modeste (Khelifi, 2015). Établir des bilans de production précis en lien avec les niveaux de consommation est difficile en raison des abattages souvent non contrôlés (Lahrech, 2019).

Production de peaux et de poils

La peau des caprins (avec ou sans poils) a plusieurs destinations tel que la fabrication de vêtements, chaussures, outres, instrument de musique En plus des peaux et des cuirs, un sous-produit intéressant et valorisant est obtenu, il s'agit du fumier : engrais organique par excellence ; il est obtenu en stabulation et permet une bonification des sols pauvres en matière organique (cas des sols sableux et limoneux), évitant ainsi une érosion des sols à court terme (Lahrech., 2019).

Le monde a connu une production de peaux caprines de 274.8 millions de tonnes en 2006, dont plus de 94.61% provient des pays en voie de développement (FAO., 2006).

En Algérie, la production des peaux fraîches caprines a été estimée à 2.000 tonnes (FAO., 1997). Les peaux sont classées en fonction des défauts qu'elles présentent. Certaines races possèdent des poils longs, très fins qui sont très prisées et servent pour les nomades à la fabrication de tapis, de cordes et de vêtements (Lahrech., 2019).

Chapitre 02 : la Naine de Kabylie en Algérie

La race Naine de Kabylie est une race autochtone faisant partie du cheptel caprin algérien, aux côtés d'autres races telles que la chèvre Arabia, la Mekatia et la M'zabit (Hellal, 1986; Dekkiche, 1987; Sebaa, 1992; Takoucht, 1998). Elle est issue de la chèvre Pamel capra promaza (Guelmaoui et Abderehmani, 1995) et se trouve principalement dans les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès (Pedro., 1952; Hellal., 1986). La Naine de Kabylie est considérée comme une race typique des montagnes et des forêts de Tizi Ouzou, parfaitement adaptée aux conditions naturelles de la région (Nessah, 2018) (figure 7).

Les éleveurs accordent une grande importance à la Naine de Kabylie en raison de sa résistance et de son adaptabilité aux conditions difficiles, jouant ainsi un rôle crucial dans le système de production sédentaire. Cependant, malgré son importance, cette race ainsi que les autres races locales élevées en Algérie n'ont pas fait l'objet de nombreuses études approfondies. D'après les travaux cités par Nessah (2018), il est observé que la Naine de Kabylie n'a pas été largement étudiée, en particulier dans son berceau d'origine. Néanmoins, la caractérisation morphobiométrique de cette race et l'étude de son système d'élevage entrent dans le cadre de la revalorisation de cette ressource génétique caprine en Algérie.



Figure 7 Chèvre de la race Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024)

Répartition géographique des éleveurs caprins

L'espèce caprine est la seule espèce qui permet de transformer les ressources pastorales en produits de qualité dans les régions difficiles ; où son élevage compte parmi les activités agricoles les plus répandues dans ces régions ; c'est pourquoi elle se localise dans les zones montagneuses qui englobent les monts forestiers (Sahraoui et al., 2016). La Naine de Kabyle ne fait pas l'exception et elle demeure dans les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès (Pedro., 1952, Hellal., 1986), est une race parfaitement adaptée aux conditions naturelles de la montagne et des forêts de Tizi Ouzou (Nessah., 2018) ; et selon l'enquête réalisée par la même personne et dans la même région (Tizi Ouzou), la plupart des éleveurs de Naine de Kabyle rencontrés sont situés principalement dans les communes de yakouren, akerrou, tizirt et

aghribs, et une minorité se localisent dans les régions de freha, ait aissamimoun, atouche, azeffoun, bouzeguen et ouaguenou.

Ressources alimentaires :

L'essentiel de l'alimentation du cheptel caprin est assurée par le milieu naturel (steppe, parcours, maquis....) et des milieux artificiels (jachères, prairies....) notamment en hiver et en printemps (Khelifi., 2015). Conformément aux résultats de Nessah (2018), la ration de base de la majorité des élevages de la naine kabyle est le pâturage des ressources sylvo-pastorales, et une partie d'eux donnent le foin dans le cas où le pâturage est impossible en conditions climatiques difficiles

Particularités morphologiques et des performances de production de la race naine kabyle

Gredaal (2003) rapporte que la naine kabyle est une chèvre robuste et massive et qu'elle est appréciée pour sa viande de bonne qualité, mais sa production laitière est médiocre. Cependant, indépendamment de sa production viandeuse, elle se caractérise par la longueur de pelage qui donne un poil pur de couleur brun à noir généralement, ce qui le fait un véritable patrimoine fortifié par l'outre des Aurès (El guerba) qui demeure dans plusieurs contrées le bon moyen pour se rafraîchir (Kebbab., 2016) ; en plus, d'après le même auteur, la naine kabyle joue un rôle important dans les métiers de l'artisanat des femmes kabyles et aurésiennes notamment le tissage et la tapisserie. En fin, Guessas et Semar (1998) résument les performances zootechniques de cette race en un taux de prolificité de 100 – 120%, une fertilité de 90% et deux à trois chevreaux en deux mise bas / chèvre / an, ce qui la caractérise.

Traits phénotypiques

Le nom Naine de Kabylie est pris du la petite taille de cette race. Ouchene- khelifi et al (2015) révèlent de leurs travaux une moyenne de la hauteur au garrot de 64.95cm, et d'après Hellal (1986), le male mesure 66cm et la femelle 62cm, par contre Moula et al (2017) rapportent des mesures supérieures, où la hauteur au garrot est de 68.23 (± 0.972) pour le male et 65.41 (± 0.554) pour la femelle, des résultats qui se rapproche par apport aux données lancées par Nessah (2018), montrant en générale des animaux de tailles plus grandes : une moyenne générale de la hauteur au garrot est de (72,11 $\pm$ 4,37cm) chez les mâles et (69,53 $\pm$ 5,43cm) chez les femelles.

Il ressort des résultats de Moula et al (2017), que la longueur du corps chez les femelles est de 92,29cm et chez les males est 95,12cm, par contre Nessah (2018) énonce que les males ont une longueur de 72,88cm et les femelles 71,71cm. Par ailleurs, les résultats du Ouchene- khelifi et al (2015), qui donnent une moyenne de 87.06cm pour le corps, intermédiaire des deux chiffres (figure8).

Telle une race à viande, la femelle de la Naine de Kabylie pèse 36.91 $\pm$ 1.02kg et le male 36.44 $\pm$ 1.71kg (Nessah., 2018), poids inférieurs aux informations du Moula et al (2017) (male :

38.99±0.836kg, femelle : 31.93±0.474kg) et supérieure à celles du Ouchene- khlifi et al (2015) (31.31kg).

La couleur dominante de la robe du la Naine de Kabylie, d'après les résultats trouvés par Ouchene-Khlifi et al (2015) et Hellal (1986) montrent une variété de couleur (blanc, noir, gris, crèmeux, noir et blanc, blanc et gris, noir et marron), avec une prédominance du blanc, ensuite le noir et blanc, puis le blanc et gris et enfin le gris. Par contre, Nessah (2018) précise que le beige est la couleur dominante, suivi par le fauve et le blanc, mais elle a aussi retrouvé le noir et le rouan. Le motif uni de la robe est le plus dominant chez les femelles et les mâles, les robes mouchetées s'observent également avec des poils longs (Nessah., 2018), néanmoins, Hellal (1986) a mentionné la présence des poils court qui ne dépassent pas 3 cm en plus des poils longs de 3 à 9 cm.

La tête a un profil courbé (Lahrech., 2019) avec une longueur respectivement chez les mâles et les femelles de 20,95cm et 20,16 cm (Nessah., 2018), des résultats qui se rapprochent de ceux de Moula et al (2017) : 20,46 ; 17,71cm, et qui sont supérieures comparées à ceux trouvés par Ouchene-Khlifi et al (2015) chez les femelles : 13,52cm (figure 10).

Les résultats de Moula et al ; 2017 relatifs à la longueur des oreilles, montrent une moyenne de 20,25 pour les mâles et 17,48cm pour les femelles, ces valeurs sont supérieures aux résultats de Nessah (2018) : 15,25, 16,19cm, en revanche, cette longueur est supérieure à celle trouvée par Ouchene-Khlifi et al ; 2015 (14,30cm). Cependant, chez les mâles, la forme moyenne plate à extrémité courbée vers le haut et la forme longue, large et plate représentent les deux formes majoritaires trouvées par Nessah (2018) avec une orientation semi tombantes ; or, d'après la même source, chez les femelles, la forme moyenne plate à extrémité courbée vers le haut est la plus rencontrée suivie par la forme longue, large et plate avec une orientation semi pendante, alors que Ouchene- Khilifi et al (2015), ont caractérisé la chèvre Naine de Kabylie de Tizi Ouzou avec des oreilles petites pour la majorité des sujets (figure 9).

Selon Nessah (2018), la plupart des animaux se caractérisent par la présence de cornes, résultat qui se rapproche de ceux trouvés par Ouchene-khlifi et al (2017), avec une forme de tire-bouchon et une orientation latérale pour les mâles et en arrière pour les femelles (Nessah., 2018) ; par contre, Ouchene-khlifi et al (2017), ont trouvé que les cornes des femelles étaient toutes courbées (figure 4).



Figure 8 Profil de corps de la chèvre Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024)



Figure 9 Profil des oreilles de la chèvre Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024)



Figure 10 Profil de la tête de la chèvre Naine de Kabylie avec des cornes (Photo personnelle, 2024)

Etat de santé

Selon une étude réalisée par Nessah et al (2019), plus qu'un quart des éleveurs de la Naine de Kabylie interrogés n'ont jamais rencontré des maladies dans leur élevage, et le reste qui représente la majorité signalent des pathologies d'ordre respiratoires avec des signes apparents lors de changement climatique, ainsi que la maladie des abcès, des maladies à caractères diarrhéiques, des mammites, des ictères dû à la présence des tiques et la kérato-conjonctivite. À signaler que presque la totalité des éleveurs de Naine de Kabylie utilisent les plantes, ou des astuces de grandes mères comme traitement des maladies (Nessah., 2018). Par ailleurs, presque la totalité de ces éleveurs ont déclaré que leurs animaux n'ont jamais été touché par des

pathologies émergentes alors que, seulement, 8,33% ont indiqué que leurs exploitations sont déclarées atteintes suite à une visite de leur vétérinaire traitant ; les maladies émergentes rencontrées sont la fièvre aphteuse et l'ecthyma contagieux (2,77%) et la peste des petits ruminants (5,55%) (Nessah et al., 2019).

Dans le cas de la peste des petits ruminants, Nessah et al (2019) rapportent que les élevages qui possèdent la race Naine de Kabylie, la Saanen et des croisées, ont enregistré un grand nombre de chèvres Naines de Kabylie saines et aucune mortalité pour les chèvres atteintes, 0 cas d'avortement chez les femelles gestantes, tandis que pour la Saanen et les croisées les résultats montrent 60 mortalités sur 150 adultes et environ 30 mortalités sur 50 pour les jeunes, avec avortements chez toutes les femelles gestantes; ce qui nous mène à déduire que certaines races caprines sont plus sensibles que d'autres, en effet, à travers les prévalences enregistrées pour les maladies émergentes, la chèvre Naine de Kabylie pourrait être considérée comme une race rustique et résistante aux maladies rencontrées dans sa région.

Chapitre 03 : Système d'élevage et alimentation caprine

Système d'élevage :

D'après Lhoste (1984), un système d'élevage est "l'ensemble des techniques et des pratiques mises en œuvre par une communauté pour exploiter, dans un espace donné, des ressources végétales par des animaux, dans des conditions compatibles avec ses objectifs et avec les contraintes du milieu. Les systèmes d'élevage mettent en œuvre des modes d'utilisation de l'espace, des relations entre productions animales et productions végétales et des modes de valorisation des productions". Par contre Landais (1992) le résume comme étant un système d'éléments interactifs, conçu et géré par l'homme, en utilisant des animaux domestique pour valoriser des ressources produisant ainsi une diversité de biens (lait, viande, cuirs et peaux, travail, engrais, etc.) ou pour assurer d'autres objectifs; et plus précisément est un "concept opérateur" : une représentation aboutie de la réalité, et d'un modèle réaliser pour orienter l'action destinée à transformer cette réalité en fonction d'objectifs divers.

Il existe une variété des systèmes de production de fait de la diversité des régions et des climats (Pradal., 2014) ; en ce qui concerne les petits ruminants, leur élevage peut être réparti en deux : un système moderne avec des besoins en capitaux élevés, et un système traditionnel qui se base principalement sur la disponibilité en terre et en main d'œuvre (Wilson., 1988). D'après Alexandre (2012), le système traditionnel est le plus répandu et il se divise en systèmes pastoraux et agropastoraux.

Le système pastoral

Le pastoralisme est des systèmes traditionnels extensifs, dans lequel les troupeaux se déplacent selon la disponibilité du pâturage (Idrissou., 2019), cela implique donc d'avoir accès à de vastes territoires de parcours et de posséder des animaux adaptés aux contraintes de ce mode d'élevage : « longs déplacements journaliers pour trouver la nourriture, abreuvement irrégulier, conditions climatiques pénibles, nutrition déséquilibrée pendant une partie de l'année » (Daget et Godron., 1995). Dans ce système on rencontre le nomadisme (c'est le mouvement de la famille du berger avec leur animaux et qui dépend essentiellement de la pluviométrie et la disponibilité de l'eau dans les régions steppiques et sahariennes (Richard et al., 1984)) et la transhumance (mouvements saisonniers cyclique des troupeaux, sans la famille du berger, en synchronisation avec les pluies pour l'exploitation des ressources fourragères et hydrauliques temporaires (MAP., 1986)) (Idrissou., 2019).

Système agro-pastoral ou mixte

D'après Idrissou et al (2019), l'agro-pastoralisme est système dans lequel les animaux sont élevés de manière extensive avec également une production de cultures ; on le rencontre dans les zones agro-écologiques semi-arides et subhumides. Les animaux passent la nuit dans des bergeries sur pilotis, dans un enclos ou sous un toit (Missohou et al., 2016).

Système sédentaire

Le système sédentaire est défini par Boukhobza (1982) comme résultat de la dégénérescence de la société pastorale ; étant donné que les troupeaux se déplacent sur des distances variables mais ils reviennent chaque soir à la région habitée (Laouadi., 2019). C'est un système pratiqué dans les zones agro-écologiques de type humide et se caractérise par un élevage en totale divagation (Missohou et al., 2016).

Système périurbain

Les systèmes périurbain et urbain sont des élevages développés en ville ou à sa périphérie, constituent la principale composante des systèmes modernes à côté des élevages caprins en station, dans les centres de recherche et dans les universités, et ils sont mieux structurés que les autres (Missohou et al., 2016). Leur divagation sur des parcours communaux est possible, surtout en zone périurbaine (Ali et al., 2003, Ajala et al., 2008), mais la stabulation permanente toute l'année a été observée en milieu urbain (Ali et al., 2003).

Système semi-extensif

Ce système dépend uniquement d'un seul facteur qui est la pluviométrie et qui se répercute sur la fréquence et le lieu des déplacements des animaux qui est toujours maintenue (Laouadi., 2019).

Système intensif

Concerne essentiellement les races améliorées, ce système s'applique aux troupeaux qui ont comme objectif la production laitière et où la production fourragère est à favoriser (Nedjraoui., 1981). Dans ce système, les animaux sont mis en stabulation pour leur apporter les ressources nécessaires pour la production de lait ou de viande (Laouadi., 2019).

Le comportement alimentaire de la chèvre

D'après Chunleau (1995), la chèvre est un animal qui trie sa nourriture, et elle se caractérise par un taux de refus et un phénomène de substitution fourrages-concentrés qui peuvent être importants ; ce qui la fait qu'elle mange plus fréquemment mais moins rapidement que les autres ruminants en raison de ce choix qu'elle opère sur les aliments, choix qui lui permet d'ingérer les fractions les plus nutritives des aliments (Pradal., 2014).

Les besoins alimentaires

Pour compenser les dépenses des animaux il leur faut une alimentation rationnelle qui leur rapporte un apport suffisant en élément nutritifs (Chunleau., 1995). D'après Pradal (2014), les nouvelles normes de besoins et recommandations alimentaires des caprins (déclarés par l'INRA et l'Institut de l'Élevage en 2007) préconisent de raisonner l'alimentation en favorisant au maximum l'ingestion de fourrages grossiers au détriment d'apports importants de concentrés

sur la totalité d'un cycle de production, où l'ingestion, la production et le poids vif des animaux varient fortement (Sauvant et al., 2007).

Les besoins alimentaires d'un animal sont représentés par des besoins d'entretien qui dépend du son poids vif et la conduite du son troupeau, et des besoins de production qui provient du son stade physiologique, à savoir la lactation, gestation et croissance pour les jeunes (Pradal., 2014). Ces besoins sont exprimés en : unité fourragère lait par jour (UFL/J) pour l'énergie, grammes de protéines digestibles intestinales par jour (PDI/J) pour l'azote et en grammes de calcium absorbable et de phosphore absorbable par jour pour les minéraux (Pradal., 2014).

Les besoins en énergie

Un animal même s'il est au repo, à jeun et soumis à une température de neutralité thermique, il dépense de l'énergie pour son métabolisme de base (l'activité des cellules et au mouvement des organes internes de cet animal); mais aussi il a besoin de l'énergie pour son métabolisme d'entretien (les activités quotidiennes telle que se nourrir se déplacer et se tenir debout), ces deux dépenses se résument en besoins énergétique d'entretien (Soltner., 2008); qui, d'après Sauvant et al (2007), augmente de plus de 50% si l'animale se déplace pour le pâturage (une augmentation de 20 à 30% pour du pâturage en zone de plaine et 40 à 60% pour du pâturage en terrain accidenté). En outre, il faut tenir compte des besoins de production du lait qui dépend de sa composition, les besoins de croissance et les besoins de la gestation (Soltner., 2008).

Pour savoir les besoins d'entretien et de la production laitière quotidiens d'une chèvre en énergie (BesUFL), on applique l'équation suivante (Sauvant et al., 2007) :

$$\text{BesUFL} = [\text{besoins d'entretien}] + [\text{besoins de production laitière}].$$

$$\text{BesUFL} = [(0,79+0,01 (PV-60))] + [(0,40*PL_{35})].$$

PV : poids vif de la chèvre en kg.

PL₃₅ : la production de lait standard en kg avec un taux butyreux de 35 g/kg, un taux protéique de 31 g/kg et un taux de lactose de 43 g/kg.

Concernant les chevrettes, elles peuvent être saillies dès l'âge de 7 à 8 mois avec un poids minimal de 32 kg vif. Et pour atteindre cet objectif, il leur faut un besoin de croissance qui s'ajoute aux besoins d'entretien : un gain de poids entre 1,5 à 2 kg par mois (soit 50 à 60 g par jour) (Pradal., 2014). Pareille pour les chèvres primipares, elles ont un besoin supplémentaire de croissance pendant la lactation, le gain de poids vif étant de l'ordre de 1 kg par mois ce qui correspond à un accroissement du besoin énergétique total de 0,29 UFL/j (Sauvant et al., 2007).

Pendant la gestation, les besoins énergétiques ne deviennent significatifs qu'à partir du 4^e mois, où il est recommandé de multiplier les besoins d'entretien par environ 1,15 et 1,30 pendant les 4^e et 5^e mois de gestation (Sauvant et al., 2007).

Les besoins en matière azotée

Au terme de la digestion, les protéines végétaux vont être dégradés en acides aminés qui vont servir à la synthèse des protéines animales, qui à leurs tours vont façonner l'organisme et vont avoir plusieurs destinations, et en cas d'excès d'acides aminés absorbés, ils seront dégradés par l'organisme en produisant de l'énergie ou en formant des graisse et l'azote provenant de ce catabolisme sera éliminé sous forme d'urée par l'urine (Soltner., 2008). D'après Sauvante et al (2007), les besoins quotidiens en protéines liés à l'entretien et à la production sont résumés dans l'équation suivante :

$BesPDI = [besoins\ d'entretien] + [besoins\ de\ production\ laitière].$

$BesPDI = [50 + 0,62 (PV-60)] + [45 PL_{35}]$

En raison de type de caséine alpha S1 qui est plus efficace pour transformer les PDI en protéines laitières, le lait des chèvres présente un taux protéique (TP) élevé, donc la valeur de TP n'influence pas vraiment les besoins PDI (qui sont toujours 45g par kg de lait) (Sauvante et al., 2007).

Les femelles gestantes, on multiplie leurs besoins d'entretien en PDI par 1,6 et 2,2 aux 4^e et 5^e mois de gestation pour tenir compte des besoins utérins accrus ; et pour les chevrettes, il leurs faut, en plus des besoins d'entretiens, des besoins journaliers de croissance de 12 à 17 g de PDI pour un gain de poids entre 1,5 à 2 kg par mois (Sauvante et al., 2007).

Les besoins en apport minéraux

Les minéraux dans l'organisme sont deux groupes : les minéraux majeurs (Ca, P, K, Na, Mg et Cl) et les oligo-éléments (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, I et Se) ; et ils ont deux rôles majeurs (Soltner., 2008) :

Production et construction de l'organisme (en se combinant à de nombreuses substances organiques) : 2/3 du squelette d'un corps, qui correspond à 10% du son poids, est constitué de la matière minérale (essentiellement Ca et P) ; les liquides internes (sang et lymphe) contiennent 8 à 9 pour 1000 de sels minéraux dissous qui participent aux grandes fonctions vitales (absorption cellulaire et élimination du CO₂) ; enfin, la production du lait, laine et fœtus...

Régulation des fonctions de l'organisme : les éléments minéraux entrent dans la constitution moléculaire des enzymes, hormones et de certaines vitamines, qui à leurs tours commandent ou régularisent les grandes fonctions de l'organismes (digestion, croissance, reproduction et production).

Sauvante et al (2007), ont défini les apports journaliers recommandés en P et Ca absorbables (P_{abs} et C_{abs}) pour chaque cas comme suit :

Les chevrettes on accroît les besoins journaliers d'entretien par des besoins de croissance de 0,30 à 0,35 g de P_{abs} et 0,45 à 0,57 g de C_{abs} pour un gain de poids entre 1,5 à 2 kg par mois.

Les primipares connaissent une minéralisation de leurs croûts (os, muscle et tissus adipeux), et pour avoir une l'accrétion minérale optimale du squelette, et il est recommandé de les renforcer par des besoins de croissance en minéraux, soit :

$$P_{abs} \text{ (g/kg de croût)} = 1,2 + (3,188 * PV_{ad}^{0,28} * PV^{-0,28})$$

$$C_{abs} \text{ (g/ kg de croût)} = 6,75 * PV_{ad}^{0,28} * PV^{-0,28}$$

Les chèvres gestantes, on additionne 0,6 à 1 g de P_{abs}/j et 1 à 2 g de C_{abs}/j durant les deux derniers mois de gestation.

Une chèvre en lactation a besoin pour son entretien et sa production de :

$$P_{abs} \text{ (g/j)} = 0,905 \text{ MSI (kg)} + 0,30 + 0,002 \text{ PV} + 0,95 \text{ PL}_{35}$$

$$C_{abs} \text{ (g/j)} = 0,67 \text{ MSI (kg)} + 0,010 \text{ PV} + 1,25 \text{ PL}_{35}$$

Les besoins en vitamines

Les vitamines sont des substances organiques appartenant à diverses familles chimiques (glucides, lipides et protéines) ; elles sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme animal, qui ne peut, dans la plupart des cas, les synthétiser lui-même (elles doivent se trouver dans l'alimentation) ; et leur action est spécifique, elles ne peuvent se remplacer l'une l'autre ou être remplacées par d'autres substances ; elles sont divisées en deux groupes : les vitamines liposolubles (vit A, vit D, vit E, vit K et vit F) et les vitamines hydrosolubles (les vitamines du groupe B (1, 2, 3, 6 et 12), vit C et vit P) (Soltner., 2008).

Les besoins en eau

L'eau est un milieu cellulaire, un véhicule et solvant aux nutriments, il permet les sécrétions riches en eau (salive, suc digestif et lait....), il permet l'élimination des déchets dans l'urine et la sueur, régule la température du corps en produisant du froid lors de son évaporation et il entoure et protège les organes délicats notamment le fœtus (Soltner., 2008). Les animaux sont alimentés en eau à partir des aliments aqueux complétés par l'eau de boisson (Soltner., 2008).

Chapitre 04 : Lait de chèvre

Définition générale du lait

En 1908, le lait a été défini au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non-surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (Mathieu., 1997, Pougheon et Goursaud., 2001) ; et d'après le codex alimentaire (CODEX STAN 206-1999), « le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite après la naissance des jeunes, obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme un liquide ou un traitement ultérieur ». Le terme « lait » est réservé pour le lait de vache, si ce n'est pas le cas, l'espèce doit être précisée (Adib et Bertrand., 2009).

Le lait est un liquide physiologique, comestible et complexe, sécrété par les mammifères et destiné à l'alimentation du jeunes animaux naissants, il est considéré comme un aliment complet et équilibré (Aboutayeb., 2009). Les laits de toutes les mammifères ont les mêmes caractéristiques et contiennent les même nutriments (eau, protéines, lactose, matières grasse, vitamines et minéraux) (Chilliard et Sauvant., 1987, Mahe., 1996, Alais., 1998). Du point de vue physicochimique, ce liquide est un produit très complexe ; et pour comprendre et maîtriser ses transformations en produits laitiers il faut connaître sa composition, sa structure et ses propriétés physiques et chimiques (Amiot et al., 2002).

Le lait de chèvre est considéré comme étant l'un des plus complets et des mieux équilibrés (Jenot et al., 2000, Doyon., 2005) ; caractérisé d'une couleur blanchâtre mate qui est dû à l'absence de β -carotène. Il est légèrement sucré, d'une saveur particulière et une odeur assez neutre (Benhoucine., 2011) ; il est composé de lipides en émulsion sous forme de globules gras, de caséines en suspension colloïdale, de protéines diverses en solution aqueuses comme pour le lactose, les vitamines et les minéraux (Amiot et al., 2002). Lait de chèvre possède une valeur nutritive remarquable avec moins d'allergènes et subit plus lentement la fermentation lactique que celui de la vache, mais il reste très peu consommé (Gelais., 2002).

Cependant, la production laitière et les proportions des composants du lait varient largement d'une espèce à l'autre selon le stade de lactation, la saison de l'année et de nombreux autres facteurs, et elles reflètent les besoins nutritionnels spécifiques de chaque espèce dont le lait représente la source unique de nutriments pour le nourrisson (Mahé., 1996).

Production laitière caprine mondiale

La production laitière caprine est répartie à travers le monde comme suit : 57.76% de la production se trouve en Asie avec 122 197 32 Tonnes, puis vient l'Afrique avec 22.53% de la production (448 7005 Tonnes), en troisième place on trouve l'Europe qui produit 312 154 8 Tonnes qui correspond à 15.68% de la production mondiale avec seulement 1.44% du cheptel mondiale, en fin L'Amérique qui ne compte que 4.02% de la production du lait de chèvre avec 801 285 Tonnes (FAO., 2022). De fait de bien-être économique et nutritionnel que maintient le lait de chèvre, on le trouve consommé et produit principalement en grande quantité mondiale

en Inde, Bangladesh, Pakistan, Turquie, les pays de la Méditerranée, du Moyen-Orient, de l'Europe de l'Est et de certaines parties de l'Amérique du Sud (Ribeiro and Ribeiro., 2010).

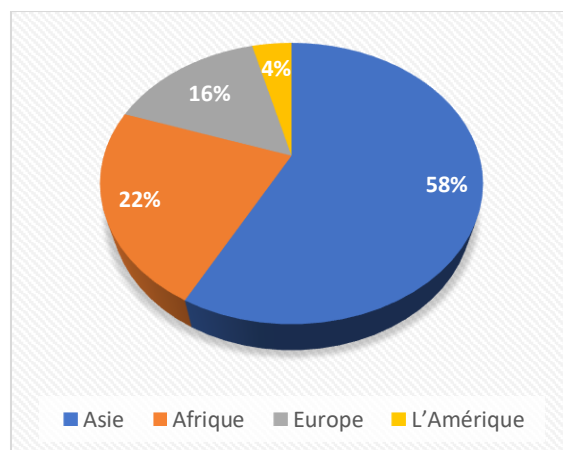


Figure 11 La production laitière caprine mondiale

Production laitière caprine algérienne

La production laitière moyenne annuelle en Algérie est représentée principalement par le lait de vache avec environ 60%, par contre les productions issues des autres espèces animales restent marginales sinon limitées à la sphère de l'autoconsommation, puisque le lait de brebis et le lait de chèvre représentent, respectivement, 26% et 13% (Nadjrawi., 2003). Concernant le lait de chèvre en Algérie, qui symbolise un cas particulier en s'effectuant dans le cadre de système d'élevages extensifs trouvé dans les zones de montagnes, steppiques, marginalement et au niveau des oasis (Ferrah., 2005), a connu une augmentation dans sa production à partir de 2009 avec 209 mille tonnes, jusqu'à 2017 pour 399 mille tonnes, puis y a eu une baisse en 2019 (FAO., 2022).

Composition du lait de chèvre

Par la complexité de la nature et la forme de ses composants, chaque lait est adapté à subvenir aux besoins nutritionnels et aux possibilités digestives des petits des femelles de la race qu'il permet de développer (Ramet., 1985). Ce liquide nourrissant est constitué de plusieurs éléments et selon leur teneur, Pougheon et Goursaud (2001) les ont classés comme suit :

- L'eau qui est l'élément majoritaire
- Le lactose comme le principal glucide
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

Kongo et Malcata (2016) rapportent que l'espèce, la race, l'alimentation de l'animale et son stade de lactation influencent sur la composition moyenne du lait.

L'eau

Le lai est constitué essentiellement par l'eau avec environ 81 à 87% du son volume, retrouvé sous deux formes : 4% liée à la matière sèche et 96% est libre (Ramet., 1985) ; sa caractérisation polaire due à la présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres, lui permet de former une solution vraie avec les éléments polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum ; contrairement aux matières grasses qui ne se dissolvent pas mais formeront une émulsion du type huile dans l'eau, due à son caractère hydrophobe ; il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (Amiot et al., 2002). Selon Brosset et al (2000), la détermination de sa teneur permet de détecter les mouillages.

Composition protéique

Les matières protéiques du lait se trouvent dans la phase aqueuse et elles sont représentées principalement, avec environ 80%, par la caséine qui se trouve sous forme des micelles (Mahe et al., 1993, Chanokphat., 2005) et qui est la protéine caractéristique du lait par son pouvoir d'être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation (Ramet., 1985). Cette fraction micellaire diffère quantitativement et qualitativement selon les espèces mais dans une même espèce, d'un individu à un autre, elles sont pratiquement identiques (Martin., 1996, Morgan et al., 2003). Les 20% qui reste de la fraction protéique sont représenté par des protéines solubles du lactosérum (les albumines, les globulines, les protéases peptones) (Collin et al., 1991, Trujillo et al., 2000, Chanokphat., 2005) qui ne précipitent pas par acidification ni par les enzymes, par contre elles sont déstabilisées par la chaleur, et ils se caractérisent par une forte hydrophilie qui leur confère des propriétés fonctionnelles originales et par une valeur nutritionnelle élevée (Ramet., 1985).

Les caséines

Les caséines représentent 68 à 70% des protéines totale du lait de chèvre, elles sont composées de quatre fractions α S1, α S2, β , κ , qui sont toutes phosphorylées (St Gelais et al., 2000).

La caséine α S1 se présente avec un faible taux dans le lait de chèvre par rapport à celui de vache, elle est la protéine la plus sensible au calcium (Marletta et al., 2007) et son hydrolyse donne des peptides qui expriment l'amertement dans les fromages, ce qui explique que le fromage de chèvre a un goût amer moins prononcé (Amiot et al., 2002).

Par contre, le lait de chèvre est plus riche en caséine α S2 par rapport au lait de la vache, avec 21% pour la α S2 caprine versus 10% de la matière azotée totales chez la vache (St Gelais et al., 2000) et elle se caractérise par son pouvoir de phosphorylation le plus important des quatre caséines (Remeuf et al., 2001).

De même, comparativement au lait de vache, le lait caprin est plus riche en caséines β (chèvre 48% versus vache 35%) (St Gelais et al., 2000) et elle est bien plus hydrophobe que la caséine α S1, mais d'une sensibilité moindre au calcium (Chanokphat., 2005). Le clivage de cette

caséine conduit, d'une part à la formation des caséines γ , et d'autre part à la synthèse de plusieurs des composants de la fraction protéose-peptone (Chanokphat., 2005).

En ce qui concerne la caséine κ , les teneurs sont équivalentes (environ 15%) (St GELAIS et al., 2000) et seule cette caséine est une glycoprotéine dotée de propriétés amphiphiles (Martin et leroux., 2000). La caséine κ joue le rôle de stabilisant pour les autres caséines grâce à l'association de ses deux caractéristiques : elle referme deux résidus phosphate et elle est difficilement précipitée par les ions calcium (Chanokphat., 2005) ; pour ces raisons, la caséine κ est localisée à la périphérie de la micelle de caséine, jouant le rôle à la fois de limitant de la croissance de la micelle et de maintien de celle-ci en suspension dans le lait (Leonil et al., 2007).

La fraction γ se retrouve en faible quantité dans le lait, et résulte d'une protéolyse naturelle et limitée de la caséine β . D'un point de vue sensibilité au calcium, cette dernière caséine est plus affectée que la caséine $\alpha S1$ et β (Chanokphat., 2005).

Tableau 1 Caractéristiques des caséines caprines et bovines (Martin., 1996)

Caséines	$\alpha S1$		B		$\alpha S2$		κ	
C : chèvre / v : vache	C	V	C	V	C	V	C	V
% de la caséine totale	10	38	48	38	20	11	22	13

La proportion de la caséine $\alpha S1$ dans la caséine totale varie, chez la chèvre de 0 à 25% selon le génotype, la valeur indiquée correspond à une moyenne.

L'interaction entre les résidus phosphosérines des caséines et le phosphate de calcium donne des structures micellaires en suspension (Pierre et al., 1998, Marletta et al., 2007) ; qui eux même expose des groupements hydrophobes de ces protéines et ceux des protéines globulaires, ce qui explique la grande tendance des caséines à l'association (Payens., 1982, Leonil et al., 2007). L'hydratation des micelles est corrélée positivement avec leur stabilité thermique (Farrell., 1973, Marletta et al., 2007) et négativement avec leur minéralisation (Remeuf et al., 1989, Marletta et al., 2007). Le diamètre et la dispersion des micelles caprines sont plus importants que ceux des bovins (Ould Eleya et al., 1998) ; et ce diamètre est influencé par la teneur d'un lait en caséine : plus le taux de ces protéines augmente plus le diamètre des micelles est petit (Remeuf et al., 1989). Aussi la structure micellaire caprine diffère par une minéralisation supérieure, ce qui lui est nuisible au plan de son hydratation qui en sera fortement diminuée (Remeuf et Leonil., 1985, Remeuf et al., 1989, Ould Eleya et al., 1998).

Grappin et al (1981) rapportent que le pourcentage de caséine dans le lait est légèrement supérieur au pourcentage de protéines coagulables proprement dit, car pas toutes les caséines qui forment des micelles et qu'une partie est éliminée dans la phase aqueuse du lait : le lait de chèvre comporte 75,6% de caséines des matières azotées totales (MAT) dont seulement 70,9% sont coagulables.

Les protéines du lactosérum

Les protéines de lactosérum représentent environ 20% des lactoprotéines caprines, elles restent en solution dans le lactosérum après emprésurage et coagulation des caséines, c'est pour quoi elles sont dites « solubles » ; les deux principales fractions sont l' α -lactalbumine et la β -lactoglobuline (Amiot et al., 2002, Martin., 1996) ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, le sérum albumine, la lactoferrine et des enzymes (Amiot et al., 2002). Elles sont définies par Thapon (2005), comme des protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Ces protéines solubles ne coagulent pas par voie enzymatique, mais sont sensibles à la dénaturation thermique ; elles se caractérisent en outre par une forte hydrophilie qui leur confère des propriétés fonctionnelles originales (pouvoirs hydratant et foisonnant) et par une valeur nutritionnelle élevée (Ramet., 1985).

D'après Meza-Nieto et al (2006), la β -lactoglobuline représente 55% soit 4,4 g/l du lait, ce qui la rend la prédominante du lactosérum (FOX, 2003). On la trouve sous forme de dimères (Martin., 1996) avec une structure globulaire préservée et stabilisée par deux ponts disulfures (Eigel et al., 1984, FOX., 2003), on y note aussi la présence d'un site de fixation hydrophobe constitué des feuillet β antiparallèles centraux, pour l'encrage des particules hydrophobes comme les acides gras, ce qui peut expliquer le rôle supposé de cette protéine dans l'attache et le transport du rétinol, précurseur de la vitamine A (Qiwu et al., 1997, FOX., 2003), vers des récepteurs localisés sur la bordure en brosse duodénale (Martin.,1996) ; en plus, Moulti-Mati (1991) révèle l'utilité de cette lactoprotéine dans la culture cellulaire grâce à son empire dans la prolifération cellulaire.

L' α -lactalbumine est une protéine sérique avec environ 20 à 25% de leur taux total (Marshall., 2004). C'est une protéine du type globulaire, avec 4 ponts disulfures lui conférant une stabilité thermique remarquable (Cheftel et Lorient., 1982, Haertle., 2000) ; dotée d'une faculté de fixer certains ions (magnésium, calcium, sodium, potassium, zinc et le cuivre), c'est pour quoi elle est définie comme une métalloprotéine (Eigel et al., 1984, Ribadeau-Dumas., 1991, Houdebine., 1995, De Wit., 1998). Son rôle essentiel est la médiation dans la biosynthèse du lactose (Eigel et al, 1984 ; Ribadeau-Dumas, 1991 ; Houdebine, 1995 ; De Wit, 1998), vu qu'elle est l'une des deux sous unités de la lactose synthétase qui assure la dernière étape de processus dans la cellule épithéliale mammaire (Avalos De La Cruz., 2007).

Le sérum albumine représente environ 7% des protéines du sérum (Vignola., 2002). C'est une protéine considérément évoquée dans le lait ; elle passe du sang vers le lait via les jonctions des vaisseaux sanguins de la glande mammaire (Lonnerdal., 1985), ce qui illustre sa grande ressemblance physique et immunologique avec son homologue sanguin (Eigel et al., 1984, Lonnerdal., 1985, Shuster et Harmon., 1990). C'est une protéine de forme elliptique avec trois domaines globulaires perceptibles (Lieske et al., 2005). Chacun de ces domaines possède un équilibre différencié des forces moléculaires de liaison à la surface, ce qui lui offre la possibilité d'interagir avec le cholestérol, la bilirubine et une variété d'hormones et de produits pharmaceutiques, et aussi la liaison des acides gras libres et des ions tel que calcium, cuivre et magnésium (Lieske et al., 2005).

Les immunoglobulines sont des glycoprotéines qui figurent dans le lait de chèvre avec 18,3% des protéines totales (Pougheon et Goursaud., 2001). Ces composants sont très hétérogènes,

complexes et différent significativement des autres protéines sériques (Eigel et al., 1984) ; par contre dans le lait caprin on trouve que trois classes des cinq présentes dans le sang, qui sont IgG, IgA et IgM (Park., 2001) et qui sont très abondantes dans le colostrum (Thapon., 2005). Le rôle majeur de ces immunoglobulines est la défense, d'un côté par une protection locale des glandes mammaires et d'un autre côté par celle du nouveau-né (De Wit., 1998, Marshall., 2004, Avalos De La Cruz., 2007).

Les protéose-peptones sont des protéines solubles obtenus après un traitement thermique à 95°C pendant 30 minutes suivie d'une acidification au pH isoélectrique des caséines (Pougheon et Goursaud., 2001). En fonction de leur origine, on a deux types : ceux issus de l'hydrolyse de la caséine β et qui sont le composant 5 et 8 (Le Bars et Gripon., 1993, Paquet., 1989 ; Vojtech et al., 2008) et la glycoprotéine phosphorylée qui est l'élément prédominant de ces protéines (Mati et al., 1991, Lister et al., 1998, Vojtech et al., 2008) nommé PP3 ou le composant 3 (NG et al., 1970, Paquet., 1989).

La lactoferrine est une metalloglycoprotéine fixatrice du fer (Hurley et al., 1993, Marshall., 2004). Sa fonction persiste dans le transport du fer vers les intestins où y a lieu son absorption par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques (Hurley et al., 1993, Marshall., 2004) ; et elle est aussi caractérisée par sa propriété bactériostatique (Shuster et Harmon., 1990) par ferriprivation (Maynard et al., 1989). La quantité de ce composant dans le lait indique la résistance de la glande mammaire contre les infections bactériennes (Ribadeau-Dumas., 1991, Maynard et al., 1989).

La lactoperoxydase est une enzyme avec la plus grande quantité dans le lait (Ribadeau-Dumas et Grappin., 1989, Marshall., 2004) avec un taux de 30 mg/l (Gautier et al., 1999). Elle est un catalyseur : en assurant l'oxydation du thiocyanate (SCN^-) par le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) donnant naissance à l'hypothiocyanate (OSCN^-) qui est un composé actif contre un certain nombre de souches bactériennes Gram négatif et Gram positif ; ce qui lui donne un caractère bactéricide (Ribadeau-Dumas et Grappin., 1989, Ribadeau-Dumas., 1991, Marshall., 2004, Zapico et al., 1991).

Composition lipidique

Les matières grasses, qu'on trouve sous forme de globules gras en émulsion dans le lait : une suspension de globules liquides qui ne se mélangent pas avec l'eau du lait (Wattiaux et Howard., 2006), sont produites en partie dans la mamelle de la chèvre (Chilliard., 1996) et elles sont, avec les glucides, les sources principales d'énergies pour l'animal (Kongo et al., 2016). En moyen, le lait caprin contient 35 à 40g/l de matière grasse (Chilliard., 1996, Amiot et al., 2002). Cette moyenne diffère avec l'espèce, la race ou le génotype des animaux, leur stade de lactation et leur alimentation (Lahrech., 2019). Les globules gras du lait de chèvre ont un diamètre moyen d'environ 3 μm (Wolff et Fabien, 1998) ; en raison de cette petite taille et d'un pourcentage plus faible d'agglutinine dans leurs membranes externes (qui favorise la formation de la crème dans le lait de vache (Chilliard., 1996)), les globules de gras ont moins tendance à s'agglomérer et à s'écrémer à froid et elles se séparent très peu par gravité (Amiot et al., 2002) et peut être elles contribuent à sa bonne digestibilité (Chilliard., 1996). Contrairement à l'espèce bovine, les

caprins ont des globules gras entourés d'une membrane composée de protéines montrant une forte tendance à l'association aux caséines (Cabo., 2010).

Amiot et al (2002) rapporte que la matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de B carotène ; et contrairement au lait de cache, le lait de chèvre ne contient pas de caroténoïdes, raison pour laquelle le lait caprin est de couleur plus blanche. Concernant la tenue des composants de cette fraction, on trouve 95% de triglycéride, 1% de phospholipides, des cérébrosides, 0,4% du cholestérol et 0,6% d'acides gras libres (Chilliard., 1996, Amiot et al., 2002).

Les triglycérides

Les triglycérides qui représentent 95 à 98 % des lipides totaux (Chilliard., 1996) sont des esters du glycérol et d'acides gras (formés par condensation de 3 molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol, par perte de 3 molécules d'eau) (Amiot et al., 2002) ; ces molécules sont hydrophobes et apolaires (Pougheon et al., 2001). Ils contiennent un pourcentage plus élevé d'acides gras contenant de six à dix atomes de carbones, soit les acides caprique, caprylique et caprique ; et ils sont plus sujets à la lipolyse, laquelle provoque l'apparition d'une odeur rance (Amiot et al., 2002, Jeantet et al., 2008, Thomas et al., 2008). Chilliard (1996) rapport que les conditions de conservation, séparation et dosage du lait de chèvre influencent sa teneur en glycérides partiels. Le rancissement du lait est dû à une lipolyse excessive des triglycérides par la lipoprotéine lipase (LPL) présente en quantité importante dans le lait caprin, mais il est probable qu'une lipolyse modérée contribue au goût « chèvre » par l'intermédiaire des acides gras libres à 6, 8 et 10 atomes de carbone (Chilliard., 1996).

Les phospholipides

Les phospholipides dans le lait de chèvre ont un faible pourcentage qui est 1% (Chilliard., 1996). Ils sont classés comme des lipides complexes et se distinguent par la présence de phosphore dans leurs structures. Dans le lait, on distingue 3 types de phospholipides : les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines. Ces éléments sont caractérisés essentiellement par leur propriété émulsifiante grâce à leur caractère amphi polaire : leur partie lipophile s'attache aux constituants du globule de matière grasse et l'autre partie hydrophile s'associe à l'eau, ainsi ils baissent la tension interfaciale présente à la surface des globules grasses (Amiot et al., 2002).

Les acides gras

Les acides gras sont constitués d'une chaîne lainière d'atomes de carbone et d'hydrogène dont le nombre d'atomes de carbone est toujours pair (entre 4 et 32), saturé (ce sont des acides gras avec toutes les liaisons entre ses carbones sont de type simple) ou insaturée (ce sont ceux qui possèdent une ou plusieurs doubles liaisons) (Amiot et al., 2002), possédant un groupe polaire hydrophiles situé à l'extrémité d'une chaîne aliphatique hydrophobe (une chaîne de carbone et

d'hydrogène) (Pougheon et al., 2001). Ils sont l'élément fondamentale de la matière grasse car ils représentent 90% de la masse des glycérides (Pougheon et al., 2001) et selon les conditions de récolte et de conservation on peut avoir une fluctuation dans leurs taux, selon le degré de lipolyse des laits. Chez le caprin, on trouve beaucoup plus les acides gras à chaîne moyenne (C6, acide caproïque, C8, acide caprylique, C10, acide caprique) que chez le bovin (Chilliard., 1996).

Composition glucidique

Parmi les glucides du lait, le lactose (un disaccharide) est le plus abondant, et en faibles quantités y a le glucose et le galactose qui sont les constituants de ce disaccharide par une liaison en β (1-4) (Amiot et al., 2002) ; c'est le constituant le plus stable du lait de chèvre au cours de la lactation (Lopez et al., 1999), sa teneur moyenne est d'environ 50g/l (Amiot et al., 2002), et elle présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux (Hoden et Coulon., 1991). En plus, ce disaccharide est stable vis-à-vis des agents chimiques et a un goût sucré faible avec un pouvoir 6 fois plus faible que le sucre ordinaire (Pougheon et al., 2001).

Amiot et al (2002) décrit que ce sucre peut subir quelques transformations chimiques lors de la transformation du lait, on trouve principalement 3 réactions : l'hydrolyse qui se fait soit par la baisse de l'acidité du lait ($\text{pH} < 2$ à 159°C et sous pression) soit par l'enzyme lactase (nommée aussi β -galactosidase) ; puis le brunissement non enzymatique qui peut se faire par la réaction de Maillard (résultat d'un chauffage relativement long à 120°C , y a la réduction de lactose et sa combinaison avec les fonctions amine des acides aminés basiques des protéines donnant le pigment mélanine) et enfin, on a la réaction de fermentation (assurée par les bactéries lactiques via la voie Meyerhof-Embden, pour que chaque molécule de lactose produise 4 molécules d'acide lactique).

Le rôle principal de ce sucre est de servir de substrat aux bactéries lactiques qui le dégradent, grâce à leur enzyme galactosidase, en une molécule de glucose et une de galactose, qui seront utilisés par ces mêmes bactéries pour la fermentation et produire l'acide lactique qui induit une diminution du pH du lait (la quantité de lactate produite dépend du type de bactérie utilisée et de la quantité de lactose disponible). Cette acidité augmentée conduira à la formation du caillé lactique après la déminéralisation des micelles (St-Gelais et al., 2000). Lorsque les capacités de fermentation de la flore sont dépassées, apparaissent des douleurs et des diarrhées, c'est ce que l'on appelle « l'intolérance au lactose » ; et environ 70 % des individus perdent l'activité lactase intestinale durant leur développement (Mahé., 1996).

Composition minérale

La fraction des minéraux représente un faible taux dans le lait caprin qui est en moyenne 8% de la matière sèche (Kern., 1954). Ces éléments sont présents dans le lait sous deux formes principales : libres dans la phase aqueuse ou liés aux caséines dans la phase micellaire. Ces deux formes sont dans un état d'équilibre (Daviau et al., 2000) ; qui peut être modifié par des changements physico-chimiques du milieu : variation de température du lait, de son pH ou encore ajout de Ca et/ou de P (Le Jaouen., 1986). La composition minérale du lait de chèvre est

identique à celle du lait de vache ; toutefois, le lait de chèvre est légèrement plus riche en Ca et P et nettement plus riche en Mg, K et Cl (Guéguen., 1996). Concernant le rôle de ces sels, on note leur importance dans la stabilité des micelles de caséines (Gaucheron., 2005), puisque les teneurs en Ca, en P et en caséines d'un lait ont une influence sur son pouvoir tampon (le pouvoir tampon est la capacité d'une solution à résister à une diminution de pH même en ajoutant de l'acide) ; St-GELAIS et al (2000), notent qu'en terme de fabrication fromagère, un lait faiblement tamponné coagulera plus rapidement qu'un lait fortement tamponné, ou pour le même temps de coagulation il faudra moins d'agents coagulants pour le premier que pour le deuxième.

Composition vitaminique

Les vitamines sont des substances biologiques et des cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires, ce qui les rendent indispensable à la vie (Amiot et al., 2002). Elles se trouvent généralement dans le lait sous forme de trace en quantité très minimes (Pougheon., 2001), et elles se présentent sous deux types : les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) ; et les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (Jeantet et al., 2008).

Vitamines liposolubles : dans le lait de chèvre, la teneur en vitamine A est supérieure à celle du lait de vache, elle se trouve exclusivement sous forme de rétinol qui semble être sa forme active et la plus opérationnelle dans le corps (Pougheon., 2001). La teneur en vitamine D et E du lait caprin est inférieure à celle du lait de vache, sachant que Jaubert (1996) précise le rôle essentiel de la vitamine D dans l'absorption digestive et l'utilisation du Ca et du P dans la formation des os.

Vitamines hydrosolubles : les laits de chèvre et de vache contiennent un taux similaire en vitamine B1, B2, B5, B6, B8 et B12 ; et trois fois plus de niacine (B3 ou PP) dans le lait caprin, qui est un des constituants fondamentaux de 2 coenzymes (NAD-NADP) nécessaires au métabolisme des glucides, des protéines et des lipides (Jaubert., 1996).

La différence dans la composition vitaminique entre le lait caprin et celui bovin, rapportées dans la littérature, a été justifiée par Jaubert (1996) par la nature de l'échantillon : lait entier ou écrémé, lait cru ou lait chauffé ; puisque certaines vitamines sont sensibles à la chaleur et à la lumière, et aussi le taux de la matière grasse dans un lait influe sa teneur en vitamines liposolubles.

Composition enzymatique

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par des cellules vivantes ; chaque enzyme possède son point isoélectrique et s'avère vulnérable à plusieurs agents dénaturants : la variation de pH, la température, la force ionique et les solvants organique (Amiot et al., 2002). Elles sont des catalyseurs, car elles agissent sur des réactions biochimiques (Pougheon., 2001). D'après Amiot et al (2002), le lait contient trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases et les oxygénases.

En fonction de leurs propriétés, les enzymes peuvent jouer un rôle très important :

- Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (Pougeon., 2001). Ces réactions sont réalisées, d'une part par les lipases essentiellement la lipoprotéinelipase (LPL) qui assurent la lipolyse des triglycérides libérés des globules de matière grasse après la destruction de leurs membrane par certains traitements que subira le lait ; et d'autre part par les protéases qui donnent des protéoses peptones, des peptides et des acides aminés, et ces protéases sont représentées principalement dans le lait par : lysozyme qui hydrolyse les protéines des parois cellulaires des bactéries qui a donc une propriété antibactérienne, et la plasmine qui hydrolyse les caséines α S1, α S2 et β en plusieurs peptides (Amiot et al., 2002).
- Rôle antibactérien, ce sont les enzymes qui apportent une protection au lait : lysozymes et lactopéroxydase qui est responsable de la phase bactériostatique en présence de thiocyanate et d'eau oxygénée durant les toutes premières heures qui suivent la traite (Pougeon., 2001).
- Indicateurs de
 - Qualité hygiénique : par certaines enzymes produites par des bactéries et des leucocytes (Pougeon., 2001).
 - Traitement thermique : par des enzymes thermosensibles telle que les phosphatases alcalines (utilisé comme traceur pour établir le barème de pasteurisation qui induit sa destruction, et une réaction négatif au test phosphatase alcaline est réglementaire lors de traitement thermique), les peroxydases (la POD a un rôle antioxydant et antimicrobienne (Farkye., 2003), elle pourrait contribuer à la stabilité de certaines vitamines sensibles à l'oxydation(Griffiths., 2016) ; et elle est dénaturée par la chaleur lors des traitements thermiques du lait à une température supérieure à 80°C) et les acétyllestérases (Au niveau de la glande mammaire, elle joue un rôle dans la lipogenèse et la synthèse des matières grasses du lait (Barbano et al., 2013) et c'est une enzyme thermolabile qui est dénaturée lors des traitements thermiques (pasteurisation, UHT) (Gallier S et al., 2012)).
 - D'espèces : par le test de la xanthine-oxydase (qui sert à la dégradation des purines induisant une augmentation d'acide urique dans le sang), qu'on trouve dans le lait de vache beaucoup plus que dans le lait de chèvre (Pougeon., 2001).

Selon Amiot et al (2002), les enzymes du lait de chèvre sont principalement des estérases : les lipases, la phosphatase alcaline et des protéases ; et il a mentionné que le lait de chèvre contient environ trois fois moins de phosphatase alcaline que le lait de vache.

Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre

D'après Amiot et al (2002), les caractéristiques physico-chimiques les plus utilisés dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, l'acidité, le point de congélation et le point d'ébullition. Le rapport entre certains éléments est très stable et peut être utilisé pour identifier une altération de la composition naturelle du lait ; par exemple, l'addition d'eau dans le lait est détectée par les valeurs anormaux de sa densité et son point de congélation, qui sont en préalable spécifique (Wattiaux et Howard., 2006).

pH

Le pH exprime la concentration des ions H^+ en solution et il reflète l'état de fraîcheur d'un lait et sa stabilité, car ce paramètre influence la solubilité des lactoprotéines (Amiot et al., 2002). Bosset et al (2000), rapporte qu'un lait normal de chèvre à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité et a un pH de 6,5 qui peut varier jusqu'à 6,7, et d'après Remeuf et al (1989), le pH du lait de cette espèce se situe entre 6,45 et 6,90 avec une moyenne de 6,7 différant peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (Remeuf et al., 1989, Le Jaouen et al., 1990).

Acidité

Le lait a une acidité apparente appelée aussi acidité naturelle noté dès sa sortie du pis de la femelle, elle est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substance minérale telles que les phosphatases et le CO_2 et d'acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. À l'état fraîche, le lait ne contient que 0,002% d'acide lactique, mais avec le temps les bactéries lactiques se développent et produisent cet acide par fermentation du lait pour avoir une nouvelle acidité nommée l'acidité développée (c'est cette acidité qui conduit à la dénaturation des protéines). En récurrences, l'acidité titrable est la mesure des ions H^+ disponible dans le milieu qu'ils soient dissociés ou non, et elle est exprimée soit en pourcentage (%) d'équivalents d'acide lactique, soit en degrés Dornic ($^{\circ}D$) (Amiot et al., 2002).

Le lait de chèvre a une acidité assez stable pendant la lactation (Veinoglou et al., 1982), elle est comprise entre 19 à 22 $^{\circ}D$ (Gaddour et al., 2013). L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait, car elle est une conséquence de développement de la flore lactique qui est influencé par l'augmentation de la température et la durée de conservation (Mahieddine et al., 2017)

Densité

D'après Pointurier (2003), il convient de signaler que le terme anglais « density » prête à confusion puisqu'il désigne la masse volumique et non la densité ; et donc, la densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau (Pointurier., 2003). Le lait de chèvre a une densité qui se situe entre 1028 à 1030 (Gaddour et al., 2013).

De plus, la densité est une variable qui dépend de deux facteurs : la concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras) qui ont tous une densité supérieure à 1, par conséquence, la densité du lait varie proportionnellement avec leurs concentrations ; et la proportion de matière grasse, celle-ci ayant une densité inférieure à 1, ainsi la densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse, un écrémage augmentera la densité et un mouillage ou une addition d'eau la diminuera (Amiot et al., 2002).

Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure, puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation (Neville et Jensen., 1995) ; c'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est réalisée par un cryoscope (Amiot et al., 2002). Le lait de chèvre a un point de congélation de $-0,583^{\circ}\text{C}$, qui est plus bas que celui du lait de vache ($-0,555^{\circ}\text{C}$) (Benyoub., 2016).

D'une manière générale, toutes les modifications des composants du lait ou les traitements qu'il subira, causeront une variation de son point de congélation (Mathieu., 1997) ; par exemple, une augmentation dans ce paramètre au-delà des normes permet de soupçonner une addition d'eau qu'on appelle le mouillage (Mahaut et al., 2000, Amiot et al., 2002)

Point d'ébullition

Selon Amiot et al (2002), le point d'ébullition est la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Le point d'ébullition du lait atteint $100,5^{\circ}\text{C}$, il est légèrement supérieur à celui de l'eau, à cause de l'influence de la présence des solides solubilisés.

Caractéristiques organoleptiques du lait de chèvre :

L'analyse organoleptique est une évaluation qualitative qui est effectuée sur le lait, et qui ne peut être précisée que si on le compare à un lait frais (Vierling., 2003). Cette analyse comprend une phase visuelle, une phase olfactive et une phase gustative (Maldonado and Burgos., 2015) ; réalisée par une analyse sensorielle par les organes de sens (la vue, le toucher, l'ouïe, l'odorat, et le goût) (LAS., 2011).

Phase visuelle :

En observant le lait, on doit apprécier sa couleur, brillance, viscosité et propreté. Le lait de chèvre se caractérise par sa couleur mate très blanche en raison de sa matière grasse et l'absence de β -carotènes qui donnent la couleur jaune au lait de vache (les carotènes sont chacun des hydrocarbures insaturés, d'origine végétale que les animaux transforment en vitamine A (Fredot., 2006)) (Fredot., 2006). La viscosité du lait est influencée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes, plus précisément par la teneur en graisse et en caséine (Rheotest., 2010) ; c'est pourquoi le lait de chèvre qui contient des globules de matières grasses de petite taille avec un nombre plus important, est plus visqueux que le lait de vache (Bidot Fernández., 2017).

Phase gustative :

Le lait de chèvre a un goût légèrement sucré (Veisseyre., 1979, Duteurtre et al., 2005), cette saveur évolue en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal (Vierling., 2003, Fredot., 2006). À l'état fraîche, il possède une saveur plutôt neutre, qui au

stockage au froid devient caractéristique et plus révélée que le lait de vache (Zeller., 2005, Jooyandeh et Abroumand., 2010).

Phase olfactive :

Le lait de chèvre fraîchement trait, a une odeur neutre (Bidot Fernández., 2017). En revanche, la matière grasse du lait qui fixe des composés aromatiques, lui confèrent des odeurs animales caractéristiques, qui sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur) et à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (Bidot Fernández., 2017, Vierling., 2003, Fredot., 2006). Cette flaveur, en grande partie est due à certains acides gras libres (Jaubert G., 1997, Morgan et al., 2001), est accentuée par la lipolyse et disparaît après l'ébullition (Jaubert G., 1997).

Qualité et intérêts nutritionnelles du lait de chèvre

Le lait est le premier aliment et le seul pour une bonne période postnatale des nouveau-nés de toutes les espèces mammifères, à qui il répond à leurs besoins nutritionnels pour une bonne santé et un développement harmonieux (Amiot et al ;2002).

En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait de chèvre est plus énergétique que le lait de vache avec 710 contre 650 kcal/l (De La Torre et al., 2008). Cette énergie est fractionnée entre les différents composants du lait, elle est fournie essentiellement par la matière grasse avec 48% et le lactose avec 30% (Amiot et al., 2002).

Le lait et les produits laitiers sont la principale source d'AG saturés (AGS) dans l'alimentation humaine, y compris ceux jugés responsables d'un risque accru de maladies cardiovasculaires (C12:0, C14:0 et C16:0) (EFSA., 2010) ; cependant, le lait de chèvre présente des concentrations plus faibles concernant ces AGS (C12:0, C14:0, C16:0) ce qui le déclare bénéfique pour certaines personnes souffrant des problèmes cardiovasculaires (Stergiadis et al., 2019). Par ailleurs, la fraction lipidique du lait caprin le rend facilement digestible grâce à deux paramètres, éventuellement sa composition, surtout, en globules de petite taille qui coagulent rapidement (Aganga et al., 2002), et sa richesse en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C 10) (Razafindrakoto et al., 1993, Mahe., 1997, Barrionuevo et al., 2001).

Pour le volé des vitamines, le lait caprin renferme autant de vitamines D et B12 que le lait maternel, mais avec des taux supérieurs en vitamines du groupes B (B1, B2, B3, B5, B6, B8) (Stergiadis et al., 2019). La vitamine D prévient des problèmes dans le processus de développement des os et des cartilages (Amiot et al., 2002), mais aussi renforce l'immunité du corps humain contre l'infection de certaines maladies (Stergiadis et al., 2019). D'après Amiot et al (2002) le complexe B a plusieurs rôles, telle que la prévention de : l'anémie pernicieuse (vit B12), l'insomnie et la fatigue (vit B5), pellagre (dermatite, démence et diarrhée) (vit B3), convulsion et dermatite (vit B6), la thiamine (vit B1) qui a un rôle dans la prévention contre les déficits mental, cardiaque et musculaire ; et enfin la biotine (vit B8) qui a un bien fait sur l'activité cardiaque et l'appétit. Stergiadis et al (2019) ajoutent que la vitamine choline, qui est abondante dans le lait de chèvre, et qui empêche l'accumulation de graisse autour du foie, est

un facteur important dans la représentation de cette graisse et son utilisation dans le corps, de sorte que la carence en choline ralentit la croissance, accumule la graisse autour du foie et cause des dysfonctionnements dans les processus de sa représentation corporelle. Dans le lait caprin on trouve aussi le rétinol qui est connue comme vitamine anti-âge et participe également dans le processus de visualisation ; une carence de cette vitamine provoque des types d'asthme, la maladie de nidification nocturne et affecte également la fertilité et la reproduction (Haenlein., 2004).

Le lait de chèvre est légèrement plus riche en Ca et P et nettement plus riche en Mg, K et Cl que le lait de vache (Guéguen., 1996). Ce qu'il lui offre, grâce à son potassium, un rôle important dans la protection cardiovasculaire, par le maintien d'une pression artérielle normale et la prévention d'athérosclérose (Stergiadis et al., 2019, Amiot et al., 2002). Par ailleurs, le calcium attribue dans la formation des os, contraction musculaire, coagulation du sang et régulation enzymatique ; et le défaut de sa consommation durant l'enfance, l'adolescence et la première partie de l'âge adulte, augmente le risque des fracture surtout celle associées à l'ostéoporoses chez les personnes âgées notamment les femmes ; la prévention de cancer du côlon et du rectum a également un lien avec la consommation régulière de supplément de calcium et d'aliment riches en calcium dont le lait et les produits laitiers (Amiot et al., 2002). Enfin, le magnésium est un cofacteur dans plus de 300 réactions métaboliques et prévient des troubles du système nerveux tels que les convulsions et les hallucinations (Amiot et al., 2002).

La consommation de lait de chèvre pendant la grossesse permet à l'embryon d'avoir les acides aminés les plus importants dont il a besoin pour son développement intra-utérin, ainsi que les acides gras insaturés indispensables pour la construction de son système nerveux, sans que la mère ne soit exposée ou éprouve des carences en ces nutriments (García et al., 2014). Par contre chez les nourrissons, il n'est pas recommandé de l'utiliser tel qu'il est à cause du taux important de protéines, il est nécessaire de diluer le lait de chèvre et de le sucrer (Freund., 1997). Pour les enfants, le lait de chèvre est riche de la trilogie anti-rachitisme du calcium, du phosphore et de la vitamine D, cela fait de lui un aliment important pour eux lorsqu'ils commencent à marcher. La composition du lait de chèvre en sels minéraux et la vitamine D favorisent la structuration appropriée des dents (Freund., 1997). La présence de phosphores et de potassium dans ce produit caprin le déclare important pour l'alimentation des enfants, car généralement, ils renforcent leur système nerveux : le phosphore donne de l'énergie au neurone par l'adénosine triphosphate, et le potassium transmet facilement le signal nerveux entre la fibre (Freund., 1997).

Qualité microbiologique du lait de chèvre

Le lait par sa composition en graisse, eau, lactose, protéines, sels minéraux et vitamines, et son pH qui approche le neutre (6,7), est un aliment de choix favorable au développement des microorganismes (Guiraud., 2012). Ces derniers sont représentés par les levures, moisissures voir des virus mais essentiellement par des bactéries (Pierre Billon et al., 2009).

Les produits de leur métabolisme lors de la multiplication peuvent être utiles, comme ils peuvent être nuisibles en causant l'altération du lait et de ses dérivés, et dans certains cas, elles imitent un danger pour l'humain (Guiraud., 2012, Lamontagne et al., 2002).

L'origine des micro-organismes du lait :

Les micro-organismes du lait peuvent avoir deux origines :

- La flore indigène ou originelle : ce sont les micro-organismes présents dans le lait à sa sortie du pis, et qui dépendent de l'alimentation, la race et d'autres facteurs ; selon Lamontagne et al (2002), le lait contient moins de 500 UFC/mL s'il est obtenu d'un animal sain et dans des conditions aseptiques, et ce sont les germes mésophiles qui prédominent.
- La flore contaminante : cette catégorie de germe est celle ajoutée au lait de sa sortie du pis, au moment de la traite, jusqu'à sa consommation tel qu'il est ou transformé (Lamontagne et al., 2002). Ils seront soit d'origine industriels (équipements de traite, de stockage et de transformation du lait), soit empestés par les manipulateurs, des vecteurs (insectes) et l'environnement (fèces, téguments de l'animal, sol, litières, l'alimentation, l'air et l'eau) (Guiraud., 2012). On peut classer ces germes en flore d'altération (responsable des modifications des caractéristiques sensorielles des produits ou qui réduit leur période de conservation) et flore pathogène (qui entravent la santé de leurs consommateurs) (Lamontagne et al., 2002).
-

Les micro-organismes du lait :

Virus

Les virus sont déclarés comme des parasites, puisqu'ils ont besoin d'un organisme vivant pour se multiplier, ce qui ne peut pas arriver sur des aliments. Donc leur présence dans le lait ou dans un produit laitier signifie qu'un manipulateur, un animal, l'eau ou une des composantes utilisées dans la formulation du produit alimentaire a servi de vecteur d'incorporation. Les principaux virus associés au secteur laitier sont ceux de l'hépatite A et les bactériophages (Lamontagne et al., 2002).

Levures

Les levures sont des champignons unicellulaires (dans la plus grande partie de leur cycle biologique) (Pierre Billon et al., 2009). D'après Lamontagne et al (2002), dans le domaine laitier on trouve des levures à intérêt technologique, comme la participation à l'affinage de certains fromages (le saint-paulin, l'oka et le port-salut) et la fabrication de certains produits laitiers fermentés tels que kéfir et le koumis ; et des levures nuisibles, qui dégradent les aliments et leur donnent une odeur d'alcool et gonflent leur emballages par la production de gaz et le limonage ; mais jusqu'à nos jours, il n'y a pas d'identification des levures pathogènes.

Moisissures

Ces champignons sont des eucaryotes non photosynthétique et immobiles (Pierre Billon et al., 2009) avec une forme structurée appelée « Thalle » qui peut rappeler un arbre ou un pissenlit (Lamontagne et al., 2002). Il y a des moisissures utiles, employés dans la fabrication de fromage tel que le camembert, la brie et le roquefort ; des moisissures nuisibles, qui donnent aux aliment une texture et des couleurs atypiques ; également des moisissures pathogènes, qui produisent dans les denrées alimentaires des toxines qui sont une source de danger pour la santé (Lamontagne et al., 2002).

Bactéries

Les bactéries sont des êtres unicellulaires de type procaryote hétérotrophe (dépendent de la présence de substrat organique) (Guiraud., 2012). L'importance et la nature des bactéries présentes dans le lait, dépendent, de l'état sanitaire de l'animal, de la nature des fourrages, mais aussi des conditions hygiéniques appliquées lors de la traite, de la collecte et de la température de conservation du l'aliment (Robinson., 2002). Et selon leur action on peut les classées en 3 catégories (Lamontagne et al., 2002).

○ Bactéries utiles :

Appelées aussi ferments, sont utilisées dans l'industries laitier pour la production des produits fermentés tel que les yaourts et les fromages. Les plus utilisés sont les ferments lactiques qui regroupent les bactéries qui acidifient le lait (Lamontagne et al., 2002).

○ Bactéries nuisibles :

Ce sont les bactéries responsables de diverses dégradations suite à certaines activités métaboliques comme le limonage (qui se traduit par la texture visqueuse des surfaces du fromage ou la présence de longs filaments dans le lait), le surissement (caillage du lait), la production de mauvaises odeurs (souffrée, ammoniacale) et la gazéification du lait ou le gonflement lors de l'affinage des fromages (Lamontagne et al., 2002).

○ Bactéries pathogènes :

Lamontagne et al (2002) rapporte que ces bactéries cause des affections en relation avec la santé des manipulateurs et des consommateurs ; et il les a classées en deux catégories :

Bactéries pathogènes infectieuses : qui doivent être vivante lors de l'ingestion de l'aliment contaminé pour agir et perturber le système digestif. Elles sont représentées majoritairement par Salmonella sp, Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens et Campylobacter (Lamontagne et al., 2002).

Bactéries pathogènes toxigènes : ce sont ceux qui produisent dans l'aliment une toxine qui cause la maladie au consommateur. Les principales bactéries toxigènes sont les staphylococcus sp et clostridium botulinum (Lamontagne et al., 2002).

Le lait de chèvre se caractérise par une résistance à la prolifération bactérienne qui est élevée dans les premières heures de son existence. Ceci est lié d'une part à l'activité immunologique

propre de ce lait, d'autre part, à sa minéralisation qui est plus importante que celle du lait de vache (Lemens., 1985), notamment le NaCl qui a une action stimulante sur la production de mésochéroline-5. Produite par une bactérie lactique présente particulièrement dans le lait de chèvre, dont le but antimicrobien est dirigé vers *Listeria monocytogenes* (Medjoudj., 2018).

Facteurs de variation quantitative et qualitative du lait de chèvre :

La composition du lait de chèvre variait amplement au cours d'une saison de lactation sous l'effet d'un grand nombre de facteurs tel que la reproduction, le stade de lactation, l'alimentation, la race, l'âge, la santé, les différences animales individuelles, l'environnement, la saison et le climat (Guo et al., 2004). Ces facteurs on peut les classés en deux classes, des facteurs intrinsèques liés à l'animale, et d'autres extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (Coulon., 1994).

Facteurs intrinsèques :

Variabilité génétique entre individus

D'après Andelot (1983), cité par Pougheon et Goursaud (2001), la quantité du lait est fortement liée à la race ; et généralement le taux de matière grasse et des protéines est faibles dans le lait des races les plus laitières. Selon la même source, une variabilité intra-race existe aussi et avec une influence élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès. Par exemple, les « Saanen » produisent plus de lait avec des TB et TP moins importants, inversement aux « Alpines » qui produisent moins de lait mais avec des TB et TP plus élevés (Lahrech., 2019).

Stade de lactation :

La production laitière évolue au cours de la lactation, de même pour la composition chimique du lait. Le Jaouen (1986) explique que la production du lait augmente régulièrement pendant les premières semaines de la lactation, le pic de lactation est atteint entre la troisième et la huitième semaine, suivit par une période de stagnation de quelques semaines, pour que cette production décroît progressivement jusqu'au tarissement au bout de dix mois environ (Le Jaouen., 1986). Par contre, la composition du lait en matières grasses et protéiques évolue de façon inverse à la quantité de lait produite : en période colostrale elle est élevée, puis elle baisse jusqu'à un minimum au deuxième mois de lactation et vers les trois derniers mois de lactation elle augmente une autre fois (Pougheon et Goursaud., 2001).

Numéro de lactation :

La production laitière diminue à partir de cinquième lactation, après qu'elle atteint son maximum au bout de la troisième lactation (Gaillon et Sigwald., 1998). D'après Pougheon et Goursaud (2001), pendant les quatre premières lactations, le taux butyreux et le taux protéique sont faiblement liés à l'âge.

Santé de l'animal

Les troupeaux laitiers partout dans le monde souffrent d'une baisse de la productivité et une augmentation de la mortalité à cause des maladies animales. Les maladies peuvent affecter la productivité laitière par la diminution de la production de lait, la qualité du lait, la fertilité et la conversion alimentaire, en plus d'un retard de la puberté ; telle que les mammites et le parasitisme internes et externes qui provoquent une baisse de la production sans tuer les animaux (FAO).

Facteurs extrinsèques :

L'alimentation :

La chèvre est reconnue comme une grosse mangeuse malgré la difficulté de la composition de son alimentation. L'ingestion suffisante du fourrage et de fibres longues permet aux mamelles de produire l'essentiel des matières grasses du lait ; en revanche, le rapport fourrage/ concentré ne semble avoir que peu d'incidence sur le taux protéique du lait (Jenot et al., 2000). Pougheon et Goursaud (2001) évoque, que suite à la mobilisation des graisses corporelles, on peut avoir une augmentation très importante du taux butyreux et une modification de la composition en matière grasse associés à une baisse importante de la quantité de lait produite et une réduction variable du taux protéique, lors d'une diminution courte et brutale du niveau de l'alimentation des animaux. Par contre, une alimentation trop riche en concentré engendre systématiquement une baisse significative du taux butyreux (Jenot et al., 2000).

La Saison :

En effet, la saison a un impact significatif sur la composition et ou la quantité du lait principalement en fonction de la durée du la journée : les jours longs ont des effets stimulants pendant la lactation, mais ils limitent le contenu en MG, à la différence des jours courts qui ont un effet négatif sur la production quantitative du lait, mais ils accroissent les contenus en protéines et en matière grasse (Dahl et Petitclerc., 2003). Pougheon et Goursaud (2001) mentionne que le TB est au minimum en juin – juillet et au maximum à la fin de l'automne, en revanche, le TP a deux minimums : un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été, et deux maximums : à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

Le climat :

Les facteurs climatiques limitant les performances d'élevage sont la température, les radiations solaires, l'humidité relative et leurs interactions. La quantité de lait produite et sa composition restent constantes tant que la température est comprise entre 5°C et 27°C, cependant cette production diminue si la température augmente ou inversement (Gousaud., 1985) ; à titre d'illustration, Durand (2001) révèle qu'un animal exposé au froid règle sa thermo résistance en consommant davantage d'aliment disponible ou il utilise les nutriments au dépens de la production du lait et même en épuisant dans ses réserves corporelles, donc, la production laitière diminue avec la diminution de la température, alors que le TB et le TP augmentent. Quant à

l'ensoleillement, a pour effet d'accroître la température ambiante d'une marge de 20°C, cela incommoder d'autant les animaux et leur production diminue (Dubreuil, 2000).

La traite :

Le nombre de traite par jour a un rôle dans la composition du lait. D'après Wattiaux (2007), l'ajout d'une traite (trois au lieu de deux) peut augmenter la production de 10 à 20% sans modifier la composition du lait, puisque la récolte fréquente du lait empêche l'augmentation de la pression interne de la glande mammaire. Par contre, la réduction du nombre de traite une seule fois, provoque une diminution de la production laitière associée à un lait plus riche en protéines et en matières grasses (Lollivier et al., 2002).

Matériel et Méthodes

Présentation de la région d'étude

L'étude s'est déroulée dans deux fermes privées, la première possède la chèvre Naine Kabyle et la deuxième possède la race Alpine et la race Saanen, appartenant à la commune d'Yakouren, la daïra d'Azazga dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Figure 12). Lsystème d'élevage adopté par la ferme de la Naine Kabyle est l'agro-pastoral extensif et celui de la deuxième ferme est un système mixte semi intensif.

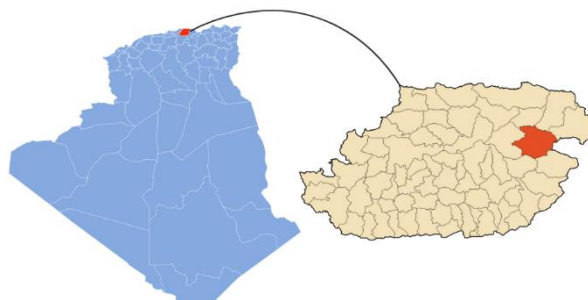


Figure 12 Localisation de la région d'étude

Matériel végétal

On a prélevé 12 plantes naturelles herbacées des parcours pâturés par les chèvres Naine Kabyle, afin de réaliser les analyses fourragères. Leur identification est présentée dans le tableau (04).

Matériel animal

L'étude est réalisée sur le lait des sujet adultes (âge ≥ 2 ans) et multipares de trois races caprines : la Naine Kabyle (16 femelles) (Figure 13), l'Alpine (5 femelles) (Figure 14) et la Saanen (5 femelles) (Figure 15).



Figure 13 Une chèvre de race Naine de Kabylie (Photo personnelle, 2024)



Figure 14 Une chèvre de race Alpine (Photo personnelle, 2024)



Figure 15 Une chèvre de race Saanen (Photo personnelle, 2024)

Méthodes

Analyses fourragères

La première étape lors de l'analyse d'un fourrage est le prélèvement des échantillons. Ces derniers sont prélevés de manière à être les plus représentatifs possible d'où prélèvements dans plusieurs endroits des parcours pâturés par les animaux. Ces échantillons ont été stockés dans un sac hermétiquement fermé. Une fois arrivés au laboratoire, ils ont été séchés à l'étuve (Figure16), broyés puis conservés dans des buccaux fermés en vue d'analyses (Figure17, Figure18). Afin d'évaluer la composition chimique de ces aliments, des analyses fourragères ont été réalisées conformément aux normes françaises AFNOR (1985) au sein du laboratoire d'alimentation de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger pour l'analyse de la matière sèche (MS) (Annexe), la matière minérale (MM) (Annexe), la matière organique (MO) la cellulose brute (CB) (Annexe) et la matière grasse (MG) (Annexe). Concernant l'analyse de la matière azotique (MAT) se sont déroulées au laboratoire de l'ITELV de Baba Ali-Alger.



Figure16 Plante après séchage à l'étuve (Photo personnelle, 2024)



Figure 17 Broyage des échantillons (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)



Figure 18 porcelaine (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

Analyses physico-chimiques du lait

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur le lait de toutes les chèvres de l'étude, il a été collecté tous les 15 jours à partir de la première semaine de la mise-bas, pendant la période allant de mars au mai 2024. Les flacons stériles contenant le lait collecté ont été conservé au frais à -4°C et analysés le lendemain. Les dosages ont été réalisés au niveau du laboratoire de département technologie de l'ENSA El Harrach, Alger.

Analyse de la composition du lait

Les analyses de la composition du lait ont été réalisées à l'aide d'un appareil LACTOSCAN (Figure19) et elles sont : l'extrait sec total (EST), l'extrait sec dégraissé (ESD), la densité (D), le taux butyreux (TB), le taux protéique (TP), le taux de lactose (TL), le taux de sels (TS) et le point de congélation (PC).



Figure 19 : LACTOSCAN utilisé pour l'analyse physico-chimique du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger)

Détermination de l'acidité titrable

L'acidité est exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D). Elle consiste au dosage de l'acide lactique, sur 10 mL de lait, à l'aide d'hydroxyde de sodium à 0,111 mol/L (1 mL de NaOH (N/9) correspond à 0,01 g d'acide lactique pour cent) en présence de phénolphthaléine à 1% (p/v) et sous agitation (indicateur coloré) (Figure20). Le virage est atteint lorsque la coloration rose pâle persiste pendant une dizaine de secondes (AOAC, 1995) (Figure21).



Figure 20 Matériels utilisés pour l'analyse de l'acidité titrable du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger)



Figure 21 Le virage de couleur lors de la détermination de l'acidité titrable du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger)

Mesure du pH

Les mesures de pH effectuées sur les échantillons, sont basées sur une méthode potentiométrique dont le principe repose sur une mesure de la différence de potentiel entre

une électrode dite de mesure et une autre de référence. La valeur de pH caractérisant l'échantillon analysé, est lue directement sur l'appareil (pH mètre) après immersion de son électrode dans le lait. Cette opération comme pour toutes les autres mesures physico-chimiques qui précède, est répétée 2 fois, avec rinçage de l'électrode de l'appareil entre chaque mesure (Moualek., 2011) (Figure22).

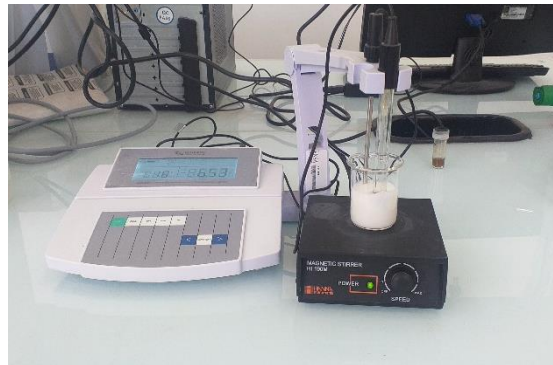


Figure22 Détermination de pH du lait (Photo personnelle, l'ENSA El Harrach, Alger)

Résultats et discussions

Étude de la courbe de lactation de la Naine de Kabylie :

Le tableau (2) rassemble la composition physicochimique du lait de la chèvre Naine de Kabylie, pendant deux mois et demi de lactation. Les moyennes et les écarts types des principales caractéristiques physicochimiques du lait de cette race sont listés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 Analyses physicochimiques du lait de la race Naine de Kabylie

N°	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8
MG	58,03 ± 16,94	49,18 ± 16,51	39,57 ± 9,65	46,89 ± 8,97	48,17 ± 11,66	46,75 ± 10,23	46,90 ± 11,59	47,22 ± 11,65
Lact	48,18 ± 1,80	45,23 ± 0,88	45,17 ± 2,48	46,35 ± 2,77	47 ± 3,07	47,85 ± 2,46	49,76 ± 4,29	45,67 ± 5,22
Prot	48,18 ± 1,80	45,23 ± 0,88	45,17 ± 2,48	46,35 ± 2,77	47 ± 3,07	47,85 ± 2,46	49,76 ± 4,29	45,67 ± 5,22
ESD	88,6 ± 3,11	84,65 ± 1,70	83,26 ± 4,42	85,96 ± 5,01	86,97 ± 5,88	87,95 ± 4	90,78 ± 7,83	83,42 ± 9,34
EST	146,63 ± 13,82	133,83 ± 18,21	122,83 ± 11,02	132,85 ± 9,83	132,64 ± 14,95	134,70 ± 9,67	137,67 ± 14,19	130,63 ± 12,79
Sels	0,77 ± 0,02	0,73 ± 0,02	0,72 ± 0,04	0,73 ± 0,05	0,73 ± 0,06	0,72 ± 0,04	0,74 ± 0,07	0,68 ± 0,07
D°	1,0305 ± 3,20	1,02962 ± 0,75	1,03002 ± 1,93	1,03001 ± 2,41	1,02987 ± 3,29	1,02974 ± 1,93	1,03033 ± 3,15	1,02728 ± 3,97
PC	-0,585 ± 0,01	-0,539 ± 0,02	-0,530 ± 0,03	-0,549 ± 0,04	-0,558 ± 0,04	-0,565 ± 0,03	-0,502 ± 0,33	-0,538 ± 0,06
PH	6,78 ± 0,06	6,69 ± 0,05	6,81 ± 0,15	6,71 ± 0,06	6,71 ± 0,07	6,69 ± 0,14	6,65 ± 0,07	6,73
Acidité	14,5 ± 2,12	16 ± 0	14,86 ± 2,69	15,08 ± 2,44	16,83 ± 2,71	17,98 ± 1,95	21,23 ± 3,46	19,67 ± 3,39

Matière grasse :

C'est la fraction la plus variable dans la composition du lait. La mesure de la matière grasse ou du TB est généralement couplée à celle de la matière protéique ou du TP dans les laboratoires d'analyses laitières. Les résultats du tableau 2 et la figure 23, montrent que le taux de matière grasse au sein de notre race varie entre 58,025 g/l et 39,57 g/l. Cette dernière valeur, qui est la valeur minimale enregistré pendant notre travail représente le pic de lactation qui se justifie par la quantité du lait produit qui est maximal, et donc le taux de la matière grasse baisse par apport à cette quantité : c'est ce qu'on appelle l'effet de dilution ; et c'est ce qui explique également le taux maximal au début de lactation (58,03g/l), où la quantité du lait est réduite. Ce pic de lactation est suivi d'une période où le tau butyreux tend à se stabiliser entre 46,75g/l et 48,17g/l.

En conséquence, le taux de matière grasse baisse rapidement après la mise bas, atteignant une valeur minimale autour d'un mois et demi qui représente le pic de lactation. Puis vient le plateau de lactation où la TB tend à se stabiliser, et qui dure tout le reste de la lactation.

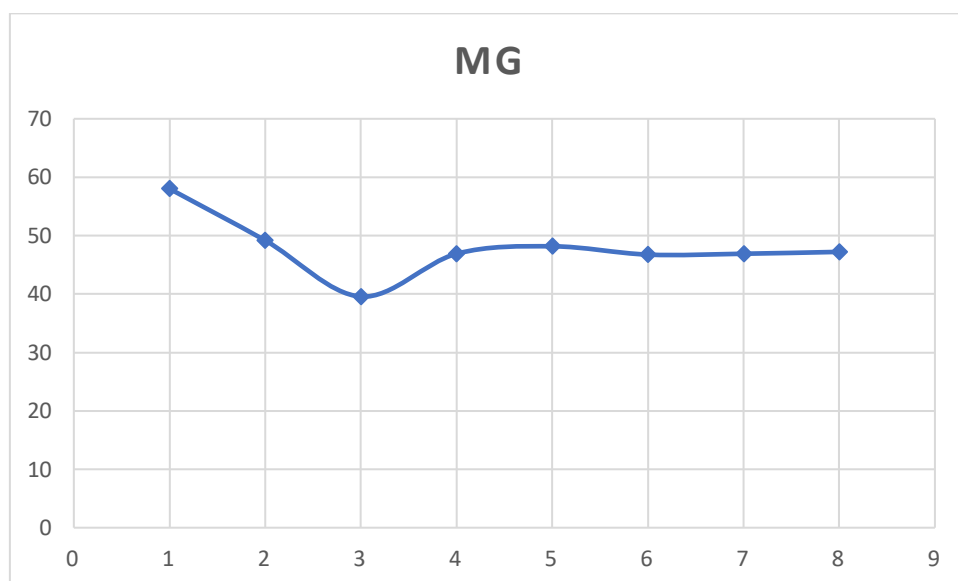


Figure 23 Évolution du la matière grasse du lait de la Race Naine de Kabylie

L'extrait sec total :

L'extrait sec total ou la matière sèche du lait représente la quantité totale de matière solide présente dans le lait, exprimée par unité de volume (g/litre). Dans le cas de la race Naine de Kabylie, cette valeur varie au cours de la lactation :

1. **Début de lactation** (petite quantité de lait produite, mais riche en matières solides) : 146,625 g/l
2. **Pic de lactation** (environ un mois et demi après le début de la lactation) : 122,825 g/l
3. **Stabilisation post-pic** : Entre 130,633 g/l et 134,698 g/l

Ces variations sont typiques d'une courbe de lactation, où la concentration en matière sèche du lait est plus élevée au début et à la fin de la lactation, et diminue légèrement au pic de lactation, lorsque la production de lait est à son maximum.

Cela suggère que le lait de la race Naine de Kabylie est caractérisé par des variations saisonnières ou par cycle, ce qui est conforme aux normes observées pour d'autres espèces laitières.

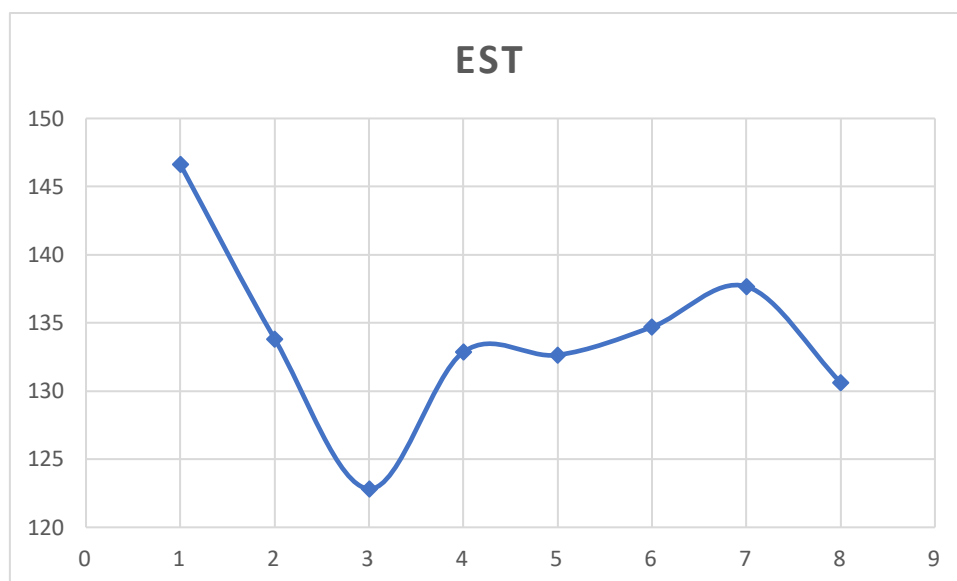


Figure 24 Évolution de l'EST du lait de la Naine de Kabylie

La densité :

Dans notre étude, la densité du lait de la race Naine de Kabylie a montré plusieurs variations, allant de 1,0305 à 1,0273. En général, la densité dépend principalement de deux facteurs : la teneur en matière sèche dégraissée et celle en matière grasse. Habituellement, elle diminue avec l'augmentation du taux de matière grasse. Cependant, la figure (25) montre que la densité a atteint son maximum de 1,0305 autour de la période post-partum, normalement associée à une période de haute teneur en matière grasse. Ainsi, l'hypothèse précédemment énoncée n'est pas confirmée, comme illustré également dans la figure (26), où la variation entre les trois valeurs de matière grasse (MG), densité (D°), et l'Extrait Sec Total (EST) n'a pas été signalée.

Lahrech A (2019) résume les raisons des variations de densité du lait, incluant la saison, le stade physiologique de la femelle, la race, le type d'élevage et la fréquence d'abreuvement. Les deux derniers facteurs pourraient expliquer les variations de densité observées chez ces chèvres, notamment le fait que les animaux passent toute la journée à l'extérieur dans les forêts de Yakouren, sans accès libre à l'eau. En conséquence, les animaux pourraient ne pas être suffisamment abreuvés, ce qui pourrait conduire à une production de lait plus concentrée en matière sèche (comme observé dans la partie de l'extrait sec total). L'organisme des animaux conserve l'eau pour ses besoins vitaux, ce qui pourrait augmenter la densité du lait.

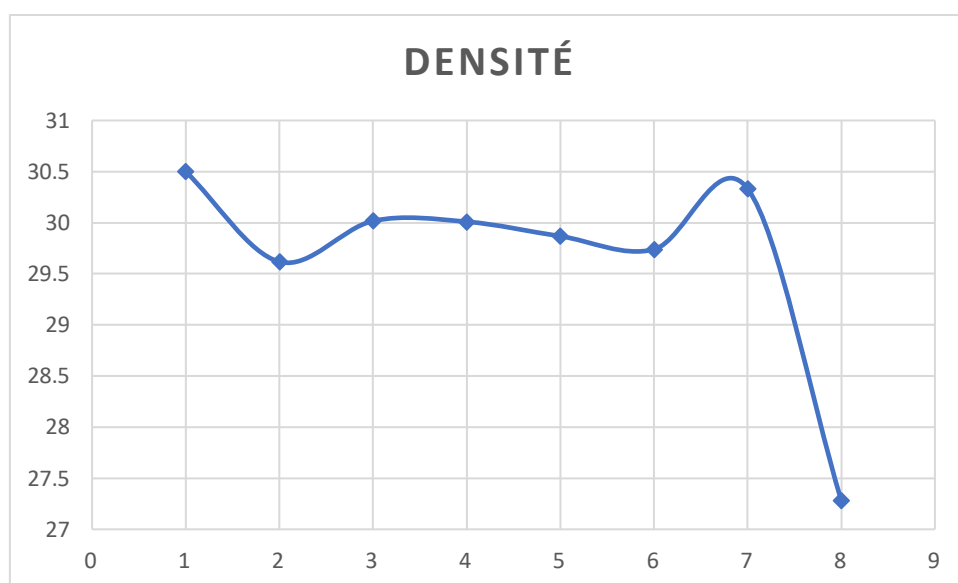


Figure 25 Évolution de la densité du lait de la Naine de Kabylie

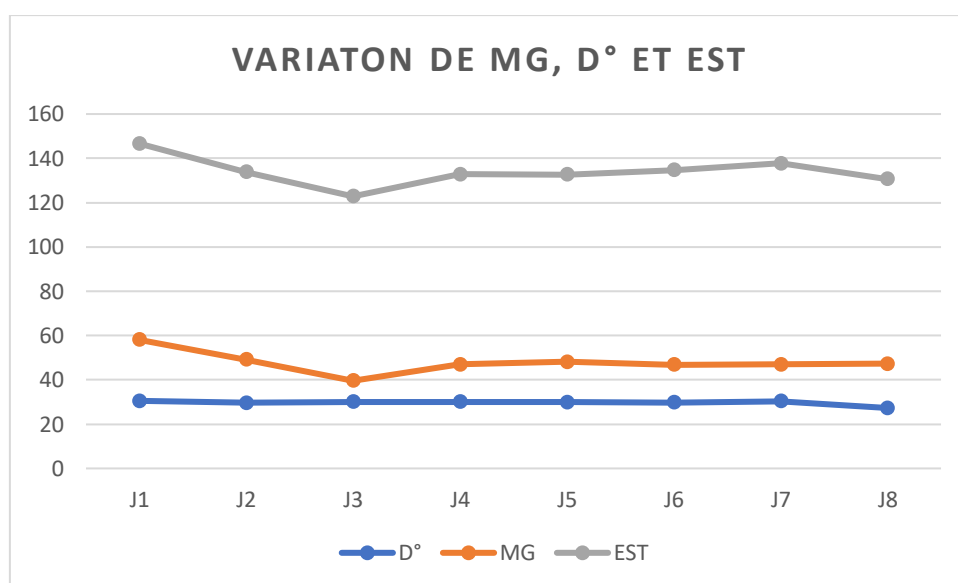


Figure 26 Variation de la MG, D° et EST du lait de la Naine de Kabylie

Le lactose :

Le lactose, sucre caractéristique du lait produit dans la mamelle à partir du glucose, présente des valeurs moyennes pour la race Naine de Kabylie qui varient entre 47,17 g/l et 49,76 g/l. Selon Hennane (2012), ce taux de lactose ne varie pas excessivement durant la période de lactation. Cependant, nos résultats montrent le contraire, avec une évolution irrégulière de ce sucre pendant la lactation : après la mise bas, le lactose est à 48,18 g/l, puis il diminue pour atteindre 47,17 g/l, noté autour du pic de lactation (correspondant au taux de matière grasse observé ultérieurement), ce qui suit l'augmentation de la quantité de lait (effet de dilution).

Pendant la phase de plateau, le lactose ne se stabilise pas et enregistre une augmentation jusqu'à 49,76 g/l, pour ensuite tendre à diminuer.

Cette irrégularité observée pendant le plateau de lactation pourrait être expliquée par un changement d'alimentation à haute valeur énergétique. Cependant, ce changement n'est pas clairement défini dans le système d'élevage semi-extensif de ces femelles.

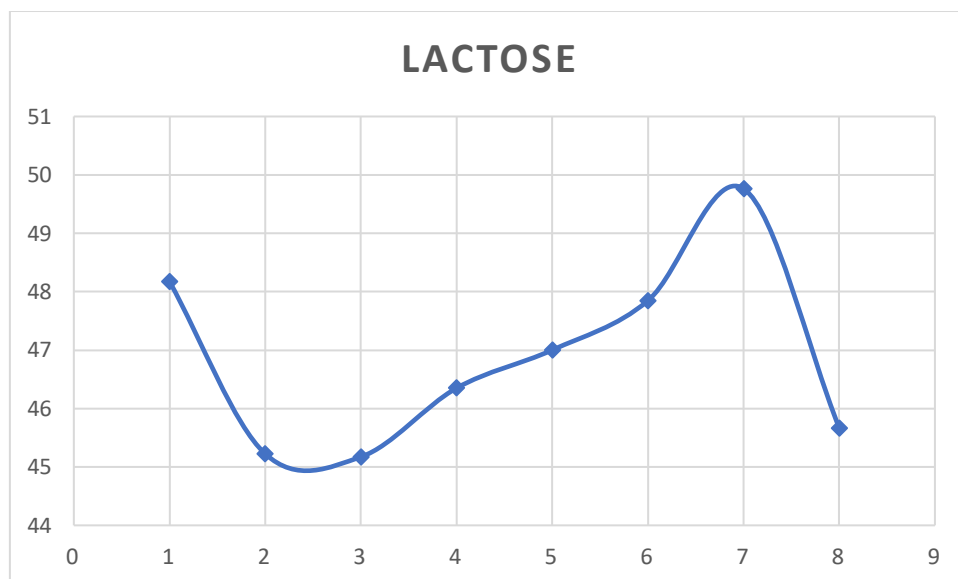


Figure 27 Évolution de lactose du lait de la Naine de Kabylie

Les protéines :

Le graphique suivant illustre l'évolution du taux protéinique du lait de la race Naine de Kabylie. Initialement, le taux de protéines est relativement élevé, atteignant environ 35 g/l, ce qui est attribuable à la richesse en protéines immunitaires du lait, jouant un rôle crucial dans la protection des jeunes chevreaux. Ensuite, il y a une nette diminution de ce taux jusqu'au pic de lactation, où il atteint 32,41 g/l, toujours sous l'effet de dilution. Par la suite, on observe une période de stabilité autour de 32 g/l et 33 g/l, suggérant que les conditions de production (alimentation, santé des chèvres, environnement) sont relativement constantes pendant cette période.

À la fin de cette courbe, on remarque une chute drastique qui atteint environ 30 g/l. Ces fluctuations vers la fin suggèrent que des facteurs, internes ou externes, ont perturbé la stabilité observée précédemment.

Selon Brugere (2003), le lait de chèvre contient en moyenne 30,8 g/l de protéines, tandis que nos résultats dépassent cette valeur, ce qui indique que le régime alimentaire de ces chèvres, nourries dans la vaste forêt de Yakouren, est bien adapté à la microflore ruminale, favorisant une bonne exploitation de l'azote alimentaire.

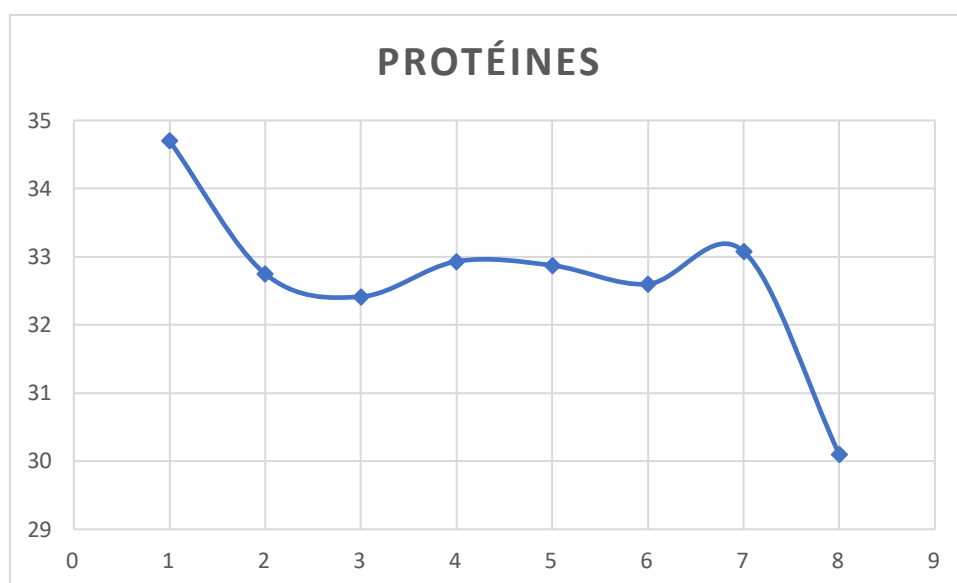


Figure 28 Évolution des protéines du lait de la Naine de Kabylie

Les minéraux :

Le lait contient de nombreux minéraux essentiels, parmi lesquels le calcium, le potassium, le chlore, le phosphore, le sodium et le magnésium. Certains de ces minéraux sont présents sous forme dissoute, tandis que d'autres se trouvent sous forme colloïdale, associés aux caséines au sein des micelles (Mahaut et al., 2000). Notre courbe de lactation de la race Naine de Kabylie montre un taux initial élevé en minéraux, atteignant environ 8 g/l, qui diminue ensuite pour se stabiliser, fluctuant légèrement autour de 7,2 g/l et 7,4 g/l.

L'augmentation initiale du taux de minéraux dans le lait de chèvre au début de la lactation est principalement due à la production de colostrum, en réponse aux besoins nutritionnels des nouveau-nés et à l'adaptation du corps de la chèvre à la production laitière.

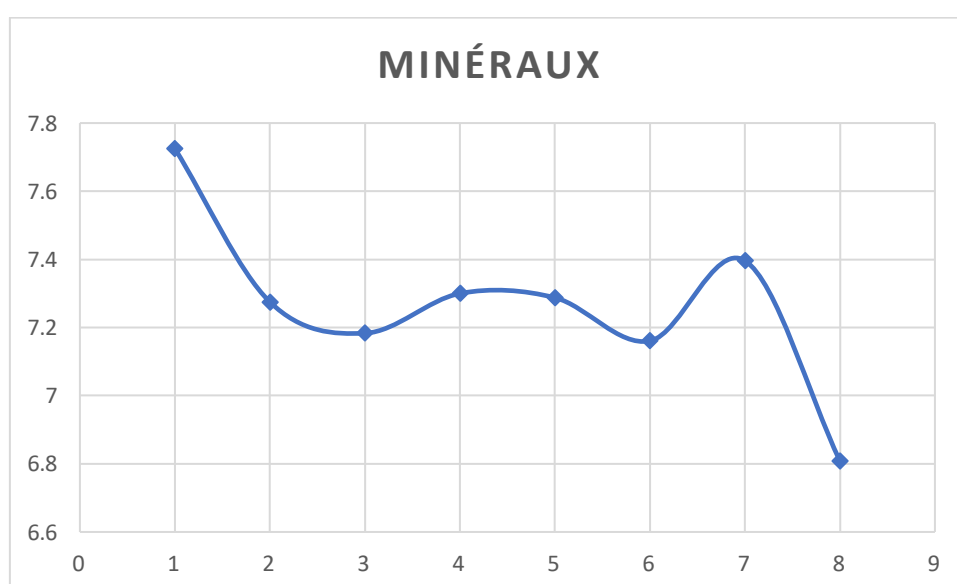


Figure 29 Évolution des minéraux du lait de la Naine de Kabylie

Etude comparative des paramètres physico-chimiques de trois races :

Le tableau 3 présente la composition physico-chimique du lait des chèvres des races Naine de Kabylie, Saanen et Alpine. Il récapitule les moyennes et les écarts-types des principales caractéristiques physico-chimiques du lait observées au cours de notre étude.

Tableau 3 Analyses physicochimiques du lait des trois races de chèvres.

Race	Naine Kabyle	Saanen	Alpine
MG (g/l)	47,84 ± 5,03	31,12 ± 4,13	33,82 ± 1,39
EST (g/l)	133,97 ± 6,68	113,51 ± 5,27	115,63 ± 4,06
D°	29,67 ± 0,94	29,76 ± 1,28	28,73 ± 1,43
Lact (g/l)	46,9 ± 1,62	44,99 ± 1,37	44,72 ± 1,93
Prot (g/l)	32,68 ± 1,26	30,8 ± 1,08	30,62 ± 1,30
Sels (g/l)	7,27 ± 2,2	6,8 ± 0,02	6,79 ± 0,28

Effet de la race sur la matière grasse

La figure (30) présente les différentes valeurs de matière grasse des trois races Naine de Kabylie, Saanen et Alpine. On remarque que la Naine de Kabylie affiche le taux le plus élevé parmi les trois, avec $47,84 \pm 5,03$ g/l, comparé à $31,12 \pm 4,13$ g/l pour la Saanen et $33,82 \pm 1,39$ g/l pour la race Alpine. Cette différence s'explique par le fait que les races Saanen et Alpine sont reconnues pour leur haute production laitière, tandis que la Naine de Kabylie est une mauvaise laitière, ce qui concentre davantage sa matière grasse.

En ce qui concerne le lait de la race de Kabylie, nos résultats sont supérieurs à ceux de Bouzair et Tennah (2019), qui ont trouvé un taux de $44,32 \pm 7,14$ g/l. Cette différence peut être attribuée à leurs pratiques d'élevage et leur alimentation, avec un supplément de concentré de 300 g par traite (deux fois par jour), augmentant ainsi d'autres composants tels que le sucre, comme observé dans leur Extrait Sec Total (EST). Nos chiffres sont également nettement supérieurs à ceux rapportés par Lahrech (2019) ($22,10 \pm 0,26$ g/l), qui a effectué un écrémage partiel de ses échantillons avant analyse.

Le taux de matière grasse enregistré pour notre race Alpine est similaire à celui rapporté par Noutfia et al (2011), soit $34 \pm 1,15$ g/l, malgré que son étude ait été menée au Maroc, sous un climat méditerranéen similaire à celui de notre région.

En revanche, pour la Saanen, Bouzair et Tennah (2019) ont rapporté un taux de $44,25 \pm 3,3$ g/l, supérieur à celui de notre étude ($31,12 \pm 4,13$ g/l). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les femelles de notre étude suivent un système semi-extensif, tandis que celles étudiées par Bouzair et Tennah (2019) suivent un système extensif, avec un accès libre aux pâturages verts de Freha, source essentielle de matière grasse pour le lait.

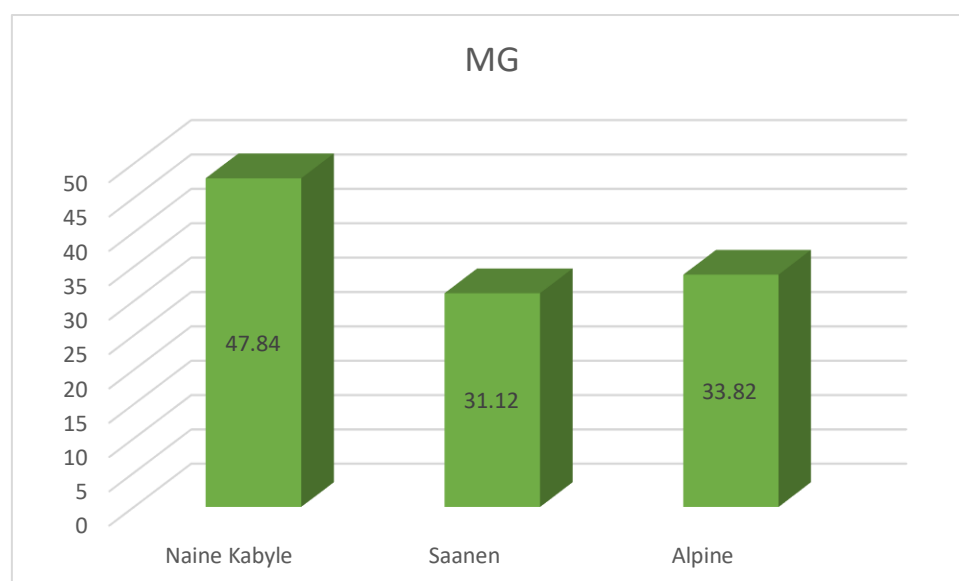


Figure 30 Matière grasse du lait des trois races

Effet de la race sur l'extrait sec total

La figure (31) montre une grande différence dans l'extrait sec total entre la Naine de Kabylie et les deux autres races. La race de Kabylie se trouve en tête de liste avec $133,97 \pm 6,68$ g/l, suivie par l'Alpine avec $115,63 \pm 4,06$ g/l et la Saanen avec $113,51 \pm 5,27$ g/l. Cette variation s'explique par le taux élevé de matière grasse chez la Naine de Kabylie, contrairement aux deux autres races exotiques qui produisent une plus grande quantité de lait, ce qui dilue les composants essentiels du lait, y compris l'extrait sec total.

Les données de Lahrech (2019) et Bouzair et Tennah (2019) concernant la Naine de Kabylie se rapprochent de nos résultats ($122,13 \pm 0,12$ g/l et $137,2 \pm 10,08$ g/l respectivement), bien que le lait analysé par Lahrech (2019) ait subi un écrémage partiel. Normalement, sans cette étape, l'extrait sec total devrait être plus élevé. Les résultats de Bouzair et Tennah (2019), malgré un taux de matière grasse faible, montrent un extrait sec total similaire au nôtre, ce qui peut s'expliquer par une alimentation supplémentée en concentré augmentant le taux de lactose et donc l'extrait sec total.

En revanche, le lait de la Saanen dans notre étude est moins riche en éléments comparé à celui de Bouzair et Tennah (2019), qui ont trouvé $130,89 \pm 4,38$ g/l, pour la même raison : une alimentation énergétique entraînant un taux élevé de sucre et donc une valeur d'extrait sec total plus élevée. En ce qui concerne l'Alpine, son lait est plus riche en éléments par rapport à celui de Noutfia et al (2011) au Maroc, qui était de $109,27$ g/l, ce qui peut être attribué à des différences dans le régime alimentaire.

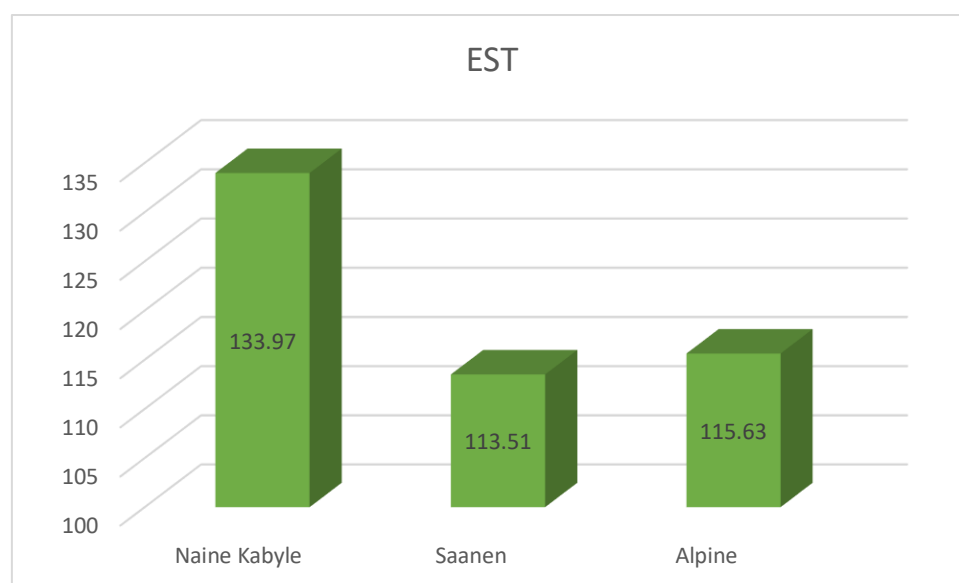


Figure 31 l'Extrait Sec Total du lait des trois races

Effet de la race sur la densité

La densité du lait de la Naine de Kabylie est étroitement similaire à celle de la race Saanen, toutes deux autour de 1,029, tandis que le lait de la race Alpine présente une densité proche des deux autres races ($1,02873 \pm 0,43$). Ces valeurs similaires s'expliquent par la haute quantité de lait et la faible teneur en matière grasse des deux races standardisées, ce qui augmente la densité. En revanche, le lait de la Naine de Kabylie présente une densité plus basse en raison de sa richesse élevée en matière grasse et de la quantité moindre de lait produite.

Bouzair et Tennah (2019) ont rapporté une densité de $1,03208 \pm 0,0091$ pour la Naine de Kabylie, une valeur légèrement proche de la nôtre ($1,02967 \pm 0,0094$). Ce rapprochement s'explique par des taux de matière grasse similaires entre les deux études (notre étude : $47,84 \pm 5,03$ g/l, leur étude : $44,32 \pm 7,14$ g/l), la légère différence étant due à l'impact de l'augmentation légère de ce taux butyreux dans notre étude. Selon les mêmes auteurs, la race Saanen a enregistré une densité de $1,02919 \pm 0,0056$, un résultat très proche de nos données, $1,02976 \pm 0,0128$. De même, pour la race Alpine de notre région ($1,02873 \pm 0,0143$) et celle du Maroc signalée par Noutfia et al (2011) avec une densité de $1,0280 \pm 0,002$.

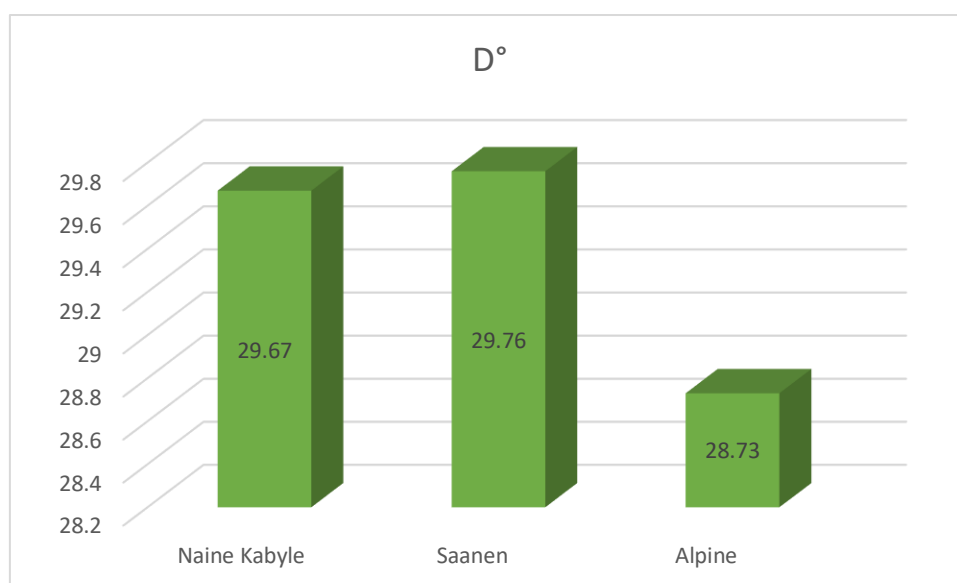


Figure 32 la Densité du lait des trois races

Effet de la race sur le lactose

La figure (33) montre que le lait de la Naine de Kabylie est plus riche en lactose, avec $46,9 \pm 1,62$ g/l, comparé à $44,99 \pm 1,37$ g/l pour la Saanen et $44,72 \pm 1,93$ g/l pour l'Alpine, malgré une alimentation occasionnellement supplémentée en concentré pour ces deux dernières. Cette différence peut s'expliquer par la quantité élevée de lait produite par ces races, ce qui dilue le taux de lactose dans le lait.

Le taux de ce sucre observé par Lahrech (2019) pour la Naine de Kabylie est de $46,6 \pm 0,01$ g/l, une valeur identique à la nôtre. En revanche, Noutfia et al (2011) a rapporté un taux de 42,3 g/l pour la race Alpine au Maroc, une valeur inférieure à notre résultat de 44,72 g/l, probablement parce que nos chèvres bénéficient d'un complément en concentré de manière intermittente.

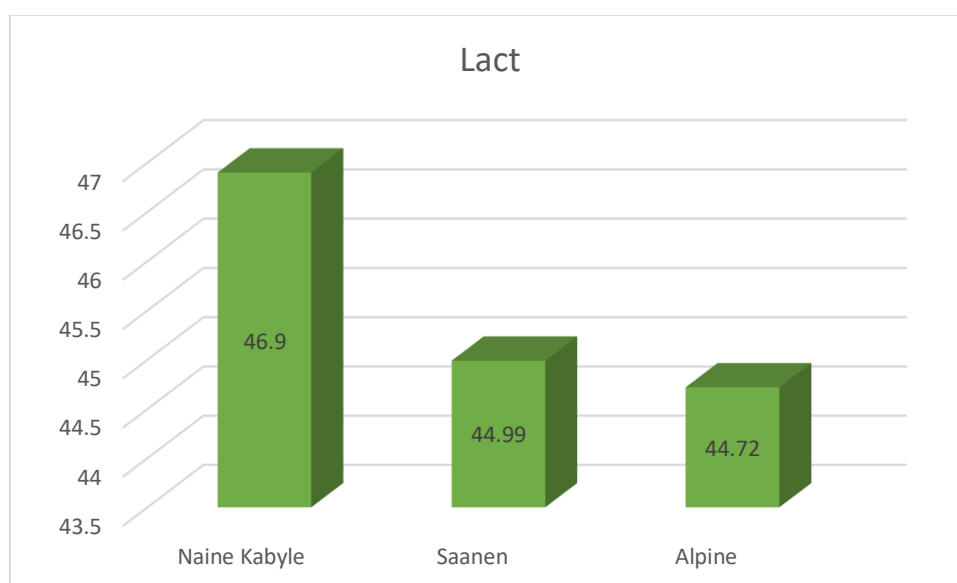


Figure 33 le Lactose du lait des trois races

Effet de la race sur les protéines

En ce qui concerne les protéines du lait, qui jouent un rôle crucial dans la technologie fromagère, la Naine de Kabylie affiche un taux élevé comparé à la race Saanen et à l'Alpine ($32,68 \pm 1,26$ g/l, $30,8 \pm 1,08$ g/l et $30,62 \pm 1,30$ g/l respectivement), ce qui indique que le régime alimentaire de ces chèvres est bien adapté à la microflore ruminale, leur permettant d'exploiter efficacement l'azote alimentaire.

Le taux de protéines de notre étude est inférieur à celui rapporté par Lahrech (2019) : $37,60 \pm 0,64$ g/l, ce qui peut être attribué aux différences dans le type d'alimentation. En revanche, Noutfia et al (2011) a relevé une valeur de $30,3 \pm 0,46$ g/l pour la race Alpine au Maroc, chiffre similaire au nôtre ($30,62 \pm 1,30$ g/l), ce qui suggère que le climat du bassin méditerranéen offre des conditions de vie similaires pour les animaux.

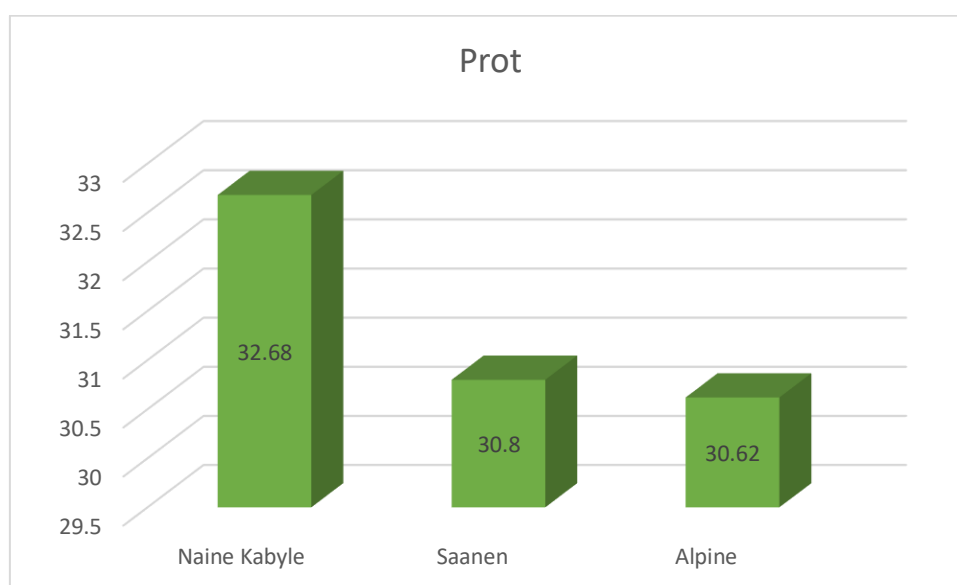


Figure 34 les Protéines du lait des trois races

Effet de la race sur les minéraux

Le lait présente un profil riche en minéraux, et plusieurs facteurs peuvent influencer leur concentration, tels que l'alimentation de l'animal, le stade de lactation, ainsi que la race et l'espèce. Dans notre étude, la race locale de la Kabylie a affiché une concentration de $7,27 \pm 2,2$ g/l de minéraux, une valeur supérieure à celles de la Saanen et de l'Alpine ($6,8 \pm 0,02$ g/l et $6,79 \pm 0,28$ g/l respectivement), cela étant attribué à une alimentation principalement basée sur un pâturage vert pour la Naine de kabylie, donc un régime riche et varié, contrairement aux deux autres races qui sont supplémentées avec du concentré.

Lahrech (2019) a rapporté une concentration de minéraux de $7,33 \pm 0,58$ g/l dans le lait de la race Kabyle, un résultat similaire au nôtre, suggérant que leurs régimes alimentaires fournissent des taux comparables en minéraux. En ce qui concerne la race Alpine présente en Algérie, elle présente un taux ($6,79 \pm 0,28$ g/l) inférieur à celui de la même race au Maroc, qui est de $7,09 \pm 0,124$ g/l (Noutfia et al, 2011).

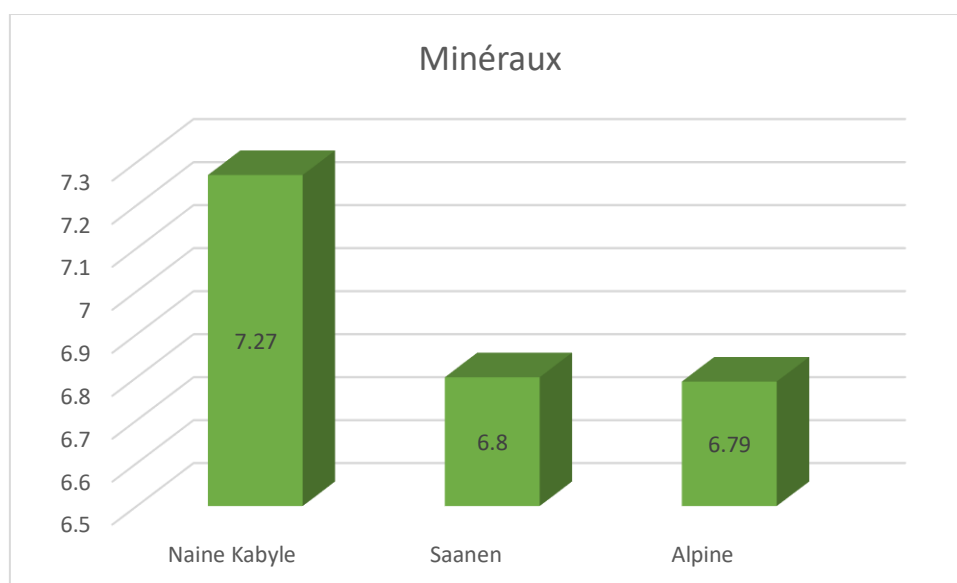


Figure 35 le taux des minéraux du lait des trois races

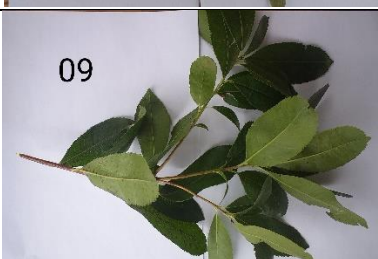
Étude de la qualité de l'alimentation de la race Naine de Kabylie :

Identification des espèces végétaux prélevées :

L'identification des plantes prélevées dans les parcours de pâturage a été réalisée grâce à l'aide de l'ingénieure spécialiste en herbager de l'ENSA. Le tableau (4) présente les 9 espèces identifiées.

Tableau 4 Identifications des plantes prélevées

N°	Famille botanique	Espèce (nom scientifique)	Nom Vernaculaire	Photos de la plantes
1	Apiaceae	Foeniculum vulgare	Tufayt	01
2	Rhamnaceae	Rhamnus alaternus	Imliles	02
3	Araliaceae	Hedera helix	Adafal	3

4	Lauraceae	Laurus nobilis	Rend	
5	Non identifié	Non identifié	Issemlel	
6	Fabaceae	Cytisus villosus	Ilugi	
7	Oleaceae	Phillyrea angustifolia	Imethouala	
8	Oleaceae	Olea europaea	Azepouch	
9	Ericaceae	Arbutus unedo	Issisnou	

Composition chimique de la ration

Les résultats des analyses chimiques (MS, MO, CB, MG et MAT) de tous les échantillons étudiés apparaissent dans le tableau (5).

Tableau 5 Composition chimique de la ration

Ech	MS	MM	CB	MG	MAT
1	20,02	14,77	10,74	3,82	17,36
2	34,98	11,65	13,09	3,76	15,16
3	41,37	12,82	21,27	5,09	9,56
4	47,80	5,04	26,64	8,84	13,05
5	35,90	9,27	15,85	4,59	13,55
6	39,69	4,30	25,74	4,02	15,29
7	52,94	6,46	18,72	3,45	13,06
8	39,59	8,74	19,44	3,06	13,65
9	33,38	6,38	16,29	4,66	13,04

Ces résultats montrent une variation significative dans les teneurs en matière sèche, matière minérale, cellulose brute, matière grasse et matière azotée totale entre les différents échantillons de fourrage :

- **Matière Sèche (MS)** : Varie de 20,02% (échantillon 1) à 52,94% (échantillon 7).
- **Matière Minérale (MM)** : Plus élevée dans l'échantillon 1 (14,77%) et plus faible dans l'échantillon 6 (4,30%).
- **Cellulose Brute (CB)** : Plus élevée dans l'échantillon 4 (26,64%) et plus faible dans l'échantillon 1 (10,74%).
- **Matière Grasse (MG)** : Varie de 3,06% (échantillon 8) à 8,84% (échantillon 4).
- **Matière Azotée Totale (MAT)** : Varie de 9,56% (échantillon 3) à 17,36% (échantillon 1).

Ces variations reflètent les différences de composition des différents fourrages analysés. Ces différences peuvent être attribuées à divers facteurs tels que le type de plante, les conditions de culture, et les techniques de récolte et de traitement. Ainsi, on peut déduire que les chèvres de la race Naine de Kabylie qui se nourrissent essentiellement de ces plantes issues du forêt de Yakouren, bénéficient d'une alimentation riche et variée qui aurait un effet positif sur sa production laitière.

Cette étude, menée dans la région de Yakouren, Tizi-Ouzou, en Algérie, avait pour objectif d'analyser les caractéristiques physico-chimiques du lait de trois races de chèvres : la Naine de Kabylie, la Saanen et l'Alpine. Les résultats obtenus offrent des perspectives intéressantes pour l'amélioration et la valorisation de la production laitière locale.

Les principaux résultats montrent que le lait de la Naine de Kabylie se distingue par une teneur élevée en matière grasse, atteignant jusqu'à 58,03 g/l, et un extrait sec total (EST) qui reste le plus élevé parmi les trois races. La densité du lait est stable et relativement élevée, indépendamment de sa richesse en matière grasse. Les taux de lactose et de protéines sont également plus élevés, ce qui souligne la richesse nutritionnelle de ce lait. De plus, la teneur en minéraux est significative, renforçant la qualité globale du lait de cette race locale.

Le lait de la Naine de Kabylie présente une teneur en matière grasse supérieure à celle des races Saanen et Alpine, ce qui peut être particulièrement avantageux pour la production de fromages et autres produits laitiers à haute valeur ajoutée. L'extrait sec total et la teneur en protéines sont également plus élevés chez la Naine de Kabylie, indiquant une meilleure qualité nutritionnelle. Les laits des races Saanen et Alpine sont plus homogènes en termes de densité et de lactose, mais restent inférieurs en richesse nutritionnelle par rapport à la Naine de Kabylie.

Les caractéristiques supérieures du lait de la Naine de Kabylie en termes de matière grasse, protéines et minéraux suggèrent un potentiel de valorisation pour des produits laitiers spécialisés, tels que les fromages de qualité. L'étude souligne l'importance des pratiques d'élevage et de l'alimentation sur la qualité du lait. Une attention particulière à ces aspects pourrait améliorer la production et la qualité du lait des races locales. Il est crucial d'encourager les éleveurs à adopter des pratiques optimales et de leur fournir des formations et des ressources pour maximiser la production de lait de qualité.

En conclusion, cette étude met en évidence la richesse du lait de la Naine de Kabylie, malgré une production moindre en quantité par rapport aux races Saanen et Alpine. La qualité supérieure de ce lait en termes de matières grasses, protéines et minéraux offre des opportunités pour la valorisation des produits laitiers locaux et souligne l'importance d'une gestion optimale des pratiques d'élevage et de l'alimentation des chèvres. Ces résultats peuvent servir de base pour des initiatives visant à améliorer la production laitière et à promouvoir les produits laitiers de haute qualité issus des races locales.

Références bibliographiques

- Aboutayeb R., (2009) Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- Adib, A., & Bertrand, S. (2009). Analyse des risques de transferts de produits phytosanitaires vers le lait. Institut de l'élevage, 7-9.
- Aganga A.A., Amarteifio J.O. and Nkile N., 2002 : « Effect of stage of lactation on nutrient composition of Taswana sheep and goats milk ». J. Food Comp. Anal. 15 : 533-543.
- Aissaoui Maroua ; 2020 : Caractérisation morphologique des ressources génétiques caprine et suivi des performances de production d'un produit de croisement entre la race alpine et la race locale de la région aride Biskra. Thèse Doctorat. Département des Sciences Agronomiques. Protection et développement des espaces agropastoraux. Biskra
- Ajala M.K., Lamidi O.S., Otaru S.M., 2008. Periurban small ruminant production in Northern Guinea Savanna, Nigeria. Asian J. Anim. Vet. Adv., 3 (3): 138-146
- Alais C., 1984 : « Science du Lait ; Principe des Techniques Laitières ». SEPAIC, 4^{ème} Ed, Paris
- Alais, C. 1998. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. 12^a reimpresión ed, CECSA, México.
- Alexandre G., Arquet R., Fleury J., Troupé W., Boval M., Archimède H., Mahieu M. et Mandonnet N., 2012. Systèmes d'élevage caprins en zone tropicale: analyse des fonctions et des performances. Productions Animales, 25(3), 305.
- Ali L., Van den Bossche P., Thys E., 2003. Challenges and constraints of urban and suburban small ruminant breeding in Maradi, Niger: What kind of future? [in French] Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 56 (1-2): 73-82
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R. 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Science et technologie du lait : transformation du lait. Fondation de Technologie Laitière du Québec. Inc. Ed. Presses Internationales Polytechnique, Québec, Canada.. 600
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis. Vol. II, 16th Ed; Association of Official Chemists International: Arlington, VA.
- Avalos De La Cruz D A. 2007. Faisabilité de la production au Mexique de fromages de chèvre additionnés de piment : aspects technologiques, sensoriels, sanitaires et économiques. Thèse Doctorat de l'INPL, en Procédés Biotechnologiques et Alimentaires. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE. Pg 22

- Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M., et Ouzrout R. (2005). Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales "ARABIA ET KABYLE". Sciences et technologie, 23, 30-37
- Barbano D.M., et al. Hydrolyse médiée par l'acétyl estérase d'esters d'acétate de résidus d'acide D-glucuronique du xylane dans le lait bovin. Journal des sciences laitières. 2013. 96(4):2275-84.
- Barrionuevo M., Alferez M J M., Lopez Aliaga I., Sanz Sampelayo M R. and Campos M S. (2001). Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. Journal of Dairy Science, 85, 657-664.
- Belaid D., (2016). Le semis direct, une opportunité de développement .Revue Agriculture. Numéro special 1 (2016) 146-151.
- Benhoucine S, (2011). Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de chèvre.
- Benyoub, K. (2016). Caractérisation morphométrique, typologie de l'élevage caprin et étude physico-chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen. Mémoire Master en génétique. Université de Tlemcen (Algérie).
- Bey D., Laloui S; 2005. Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (Biskra).Thèse. Doc.Vét. (Batna), 60p.
- Bidot Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. Revista de Producción Animal 29, 32-41.
- 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. Péd . LAIT. France: C N R S, 2000, 95 (5) :546-580.
- Boubekour A ; 2010 : « Essai d'établissement de typologies d'exploitations d'élevages laitiers dans le contexte du Sud Algérien : Cas de la wilaya d'Adrar ». Thèse Magister En Science Agronomique. ENSA. El Harrach. Alger
- Boukhobza M.H., 1982. L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie. Edition Office des Publications Universitaires (O.P.U.), Alger, 458p.
- Bouzair S et Tennah H. 2019. Étude de la qualité hygiénique et sanitaire du lait de chèvre provenant d'une industrie fromagère et d'une ferme d'élevage de la race locale Naine de Kabylie. Mémoire de master en Génie Alimentaire. USTHB, Bab Ezzouar, Alger.
- Brugere H., 2003. « Cours sur Le lait et les produits laitiers ». Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2003.

- Cabo C., Caillat H., Bouvier F. and Martin P. (2010). Major proteins of the goat milk fat globule membrane. *Journal of Dairy Science*, 93, 868-876.
- Camps G ; 1976. Les origines de la domestication dans le nord de l'Afrique, Trav. du LAPEMO, ronéo: Colloque d'élevage en Méditerranée occidentale. Paris. CNRS. p49-66.
- Capgenes ; 2018 : Races caprines laitières, Résultats de Contrôle Laitier – espèce caprine, Institut de l'Élevage – FCL, 2013
- Chanokphat Phadungath. (2005). Casein micelle structure: a concise review. characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113
- Charlet P., Le Jaouen J. C., 1976 : « Les populations caprines du bassin méditerranéen : aptitudes et Evolution ». *Options Méditerranéennes*, vol 6, n° 35, p 45-55.
- Cheftel J.C. et Lorient D. (1982). Aspects technologiques : Les propriétés fonctionnelles des protéines laitières et leur amélioration. *Lait*, 62, 435-483.
- Chellig R., 1978. La production animale de la steppe. In Congrès sur le nomadisme en Afrique, Addis-Abbéba, 6-10 février 1978, 96-112.
- Chiche J. (1999). Les effets des programmes d'encouragement à l'élevage sur la production des ovins et des caprins au Maroc. *Bulletin de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II*.
- Chilliard Y et Sauvant D. 1987. La sécrétion des constituant du lait. In : INRA-CEPIL. *Le lait, Matière premier de l'industrie laitière*. Paris. P13-26
- Chilliard, Y. (1996). Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : *Le lait de chèvre, un atout pour la santé*, INRA. Niort, France, 51-65.
- Chunleau Y 1995 manuel pratique d'élevage caprin sur la rive sud de la méditerranée. Pg 42
- Codex Alimentarius. (1999). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. Pp :1-4.
- Collin JC., Kokelaar A., Rollet-Repecaud O. et Delacoix-Buchet A. (1991). Dosage des caséines du lait de vache par électrophorèse et par chromatographie liquide rapide d'échange d'ions (FPLC) : Comparaison des résultats. *Lait*, 71, 339-350.
- Corcy J C ; 1991 : « La chèvre », Ed : la maison rustique. Paris, 180-197, 256 P.
- Coulon J.B.,(1994) Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*,4 (4) : 303-309 In POUGHEON S.,Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire ,Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 59 (102 pages).

- D Sauvant, S Giger-Reverdin, F Meschy ; 2007. Alimentation des caprin. Alimentation des bovins, ovins et caprin. Besoins des animaux- valeurs des aliments. Tables INRA 2007. Pg 139-152
- D Soltner ; 2008. L'alimentation des animaux domestiques. Les principes de l'alimentation de toutes les espèces. Tome 1. 22^e édition 2008. Pg 57-118 (61-63)
- Daget P. et Godron, M., 1995. Pastoralisme: troupeaux, espaces et sociétés. Ouvrage collectif, Hatier-UREF/AUPELF, 510p.
- Dahl and Petitclerc, 2003 G.E. Dahl, D. Petitclerc Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health J. Anim. Sci., 81 (Suppl. 3) (2003), pp. 11-17
- DAVIAU C., FAMELART M.H., PIERRE A., GOUDEDRANCHE H. et MAUBOIS J.L., (2000). Rennet coagulation of skin milk and curd drainage: Effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. Lait, 80 (4): 397-415.
- De La Torre G., Serradilla J M., Gil Extremera F. And Sanz Sampelayo M R. (2008). Nutritional utilization in malaguena dairy goats differing in genotypes for the content of α S1-casein in milk. Journal of Dairy Science, 91, 2443-2448.
- De Wit J N. (1998). Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. Journal of Dairy Science, 81, 597-608.
- Dekkiche Y ; 1987. Etudes des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et deux populations locales (MAKATIA et ARBIA) en élevage intensif dans une zone steppique (Laghout).Thèse. Ing. Agro; INA. El Harrach
- Denis B ; 2000 : « La chèvre un animal à découvrir ». Conf, Inter. On Goats n°7.INRA France, Tours, pp1009-1011
- Djari M.S. et Ghribeche M.T., 1981. Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'étude ITA, Mostaganem, 170p
- Doyon A., 2005 : « Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents ». J. Anim. Feed. Sci., 13, 685-688
- Dubeuf J.P , Moronb-Fehr P ,Rubino R ; 2004. Situation, évolution et avenir de l'industrie caprine dans le monde. Small ruminant, Recherche, 51 : 156-173
- Dubreuil L. 2000. Système de ventilation d'été. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec., [http : www.arg.gouv.qc.ca](http://www.arg.gouv.qc.ca).
- Dumoulin P., 2006 : « Monographie de l'industrie caprine en Québec ». Direction de l'innovation scientifique et technologique. Régie des marchés agricoles et alimentaire au Québec.

- Durand V. L. 2001. Maitrise de la technique alimentaire de la vache laitière : production laitière ; Site : <http://reneod2.free.fr/cour/lait08,10doc>
- Duteurtre G., Oudanang M K, Et N'gaba S H. (2005). Les bars laitier de n'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloques, Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad: 20-22 novembre, Paris X-Nanterre.
- EFSA (2010). Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal 8, 1461.
- Eigel W N., Butler J E., Ernstrom C A., Farrell Jr., Harwalkar V R., Jenness R. And Whitney R M. (1984). Nomenclature of proteins of cow's milk: Fifth revision. Journal of Dairy Science, 67, 1599-1631
- Escareño L., Salinas-González H., Wurzinger M., Iñiguez L., Sölkner J. et MezaHerrera C., 2013. Dairy goat production systems: status quo, perspectives and challenges. Tropical Animal Health and Production, 45(1), 17-34.
- Esperandieu ; 1975. Art animalier dans l'Afrique antique, Imprimerie Officiel 7 et 9, Rue Toller Alger, pg 10-12.
- Fantazi K ; 2004. Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée de Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister I.N.A. Alger, 145p.
- FAO (Food And Agriculture Organization). 2012. Données Statistiques Sur l'élevage Caprin. www.faostat.com
- FAO ; 2013. Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales, Directives FAO sur la production et la sante animal N°11, section a
- **FAO ; 2018** : Données statistiques sur l'élevage
- FAO., 1997 : « Annuaire de production ». Rome.
- FAO., 2006 : « Consultation sur les cuirs et peaux ». Arusha, République Unie de Tanzanie. 1er janvier. Situation actuelle. Rome.
- FAOS (Food And Agriculture Organization). 2021. Données Statistiques Sur l'élevage Caprin. www.faostat.com
- FAOSTAT (2022). Cultures et produits animaux. In "Division des statistiques", Rome, Italie.
- **FAOSTAT ; 2022** : Cultures et produits animaux. In "Division des statistiques", Rome, Italie
- FAOSTAT. (2022). Livestock Primary. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>

- Farkye N. Contribution des activités enzymatiques du lait à l'affinage des fromages. *Revue internationale des produits laitiers*. 2003, 13(7) : 641-647.
- Farrell H. M. Jr. (1973). Models for casein micelle formation. *Journal of Dairy Science*, 56 (9), 1195-1206.
- Feliachi Gaucheron F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition and Development*, 45, 473-483.
- Ferrah A., 2005 : « Aides Publiques Et Développement De L'élevage En Algérie ». Contribution À Une Analyse D'impact. Algérie.
- Fournier A ; 2006 : L'élevage des chèvres. Artémis (eds). Slovaquie. p10-22
- Fox Patrick F. (2003). Advanced dairy chemistry. *Applied Science*. 1(1), 141-190.
- Fredot E., 2006. Connaissances des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed Tec et Doc, 397 p
- Freund, G. (1997). Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre: Niort (France), 7 novembre 1996. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre, 1-200.
- Gaddour, A., Najari, S., Abdennebi, M., Arroum, S., and Assadi, M. (2013). Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Options Méditerranéennes A* 108, 151-154.
- Gaillon, P., Sigwald, J.P., 1998. Résultats de contrôle laitier des espèces bovines et caprine France 1997. Institut de l'élevage, Paris.
- García, V., Rovira, S., Boutuial, K., and López, M. (2014). Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research* 121, 51-57.
- Gautier M., Roualt A., Herve C., Sommer P., Leret V., Jan G., Fraslin J.M., Precot F. Et Coste A., (1999). Le lait, 79 : 93-104.
- Ghechoua K Et Ghetas S ; 2015 : Caractérisations phénotypiques des populations caprines dans la région de Oued Righ (Cas de la daïra de Témachine). Mémoire de MASTER ACADEMIQUE en Sciences de la Nature et de la Vie Filière : Agronomie Spécialité : Parcours et Elevages en Zones Arides.
- Gourine A ; 1989. Etude comparative entre deux races caprine : Arabia et l'Alpine suivant la reproduction en système intensif à la ferme pilote Tadjemout ; laghouat. Mémoire Ing. Agro
- Gousaud J, 1985 : « Composition et propriété physico-chimique du lait ». Dans : « lait et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre » (LUQUET .M) Tome(1) : les laits de la mamelle à la laiterie, P15, P 3-4, P164, P171 GUIRAUD JP, 1998. Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 651p.

- Grappin R., Jeunet R., Pillet R., Le Toquin A. 1981 : « Etude des laits de chèvre : teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées », Lait, 1981, 61, 117-133.
- Gredaal., 2003 : « Les espèces d'ovicaprinae d'Algérie ». Groupe de recherche et des études pour le développement durable, Algérie.
- Gredaal., 2003 : « Les espèces d'ovicaprinae d'Algérie ». Groupe de recherche et des études pour le développement durable, Algérie
- Griffiths M.W. Le rôle des enzymes du lait dans la détermination de la qualité. Science et technologie laitières. 2016, 15 : 63-71
- Guéguen, L. 1996. La valeur nutritionnelle minérale du lait de chèvre. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France:67-80.
- Guelmaoui S. et Abderrahmani H., 1995. Contribution à la connaissance des races caprines algériennes: cas de la race M'ZAB. Thèse d'Ingéniorat en Agronomie, ENSA, ElHarrach, Alger, Algérie
- Guermah H, Kadi S, Mouhous A, Dahmani M and Chebabha S ;2018 : Caractérisation de l'élevage caprin en zone steppique: Région de M'sila (Algérie). 24èmes Rencontres Recherches Ruminants, Paris (France), 5 et 6 Décembre 2018
- Guessas H M et Semar S ;1998 : « Réflexion sur la mise en place d'un centre géniteur caprin dans la région de Ghardaia ». Thèse Ing. Agro. INA. El Harrach. Alger
- Guiraud Joseph-Pierre., 2012. Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 2012. pg 652
- Guo, M., Y. W. Park, P. H. Dixon, J. A. Gilmore, and P. S. Kindstedt. 2004. Relationship between the yield of cheese (chevre) and chemical composition of goat milk. Small Ruminant Research. 52:103-107.
- Haenlein, G. (2004). Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research 51, 155-163.
- HAERTLE T. (2000). Incidences des traitements thermiques sur les propriétés fonctionnelles des PL. Les protéines laitières : Intérêts Technologiques et Nutritionnels, 4ème Conférence Européenne d'ARILAIT. 7 novembre, Paris, France.
- Hafid N ; 2006 : « L'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres sanguins ». Mémoire de Magistère en Sciences vétérinaires, Univ de Batna, 101p
- Hellal F., 1986. Contribution à la connaissance des races caprines algériennes: Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord. Thèse d'Ingéniorat en Agronomie, ENSA, El-Harrach, Algérie, 78p.

- Hennane M., 2012 : « Lait cru de chèvre en Algérie ». Licence de microbiologie. Université Abderhamane Mira de Béjaia.
- Hoden P., Et Coulon H., (1991) Composition chimique du lait, [http:// www.2.vet.lyon.fr](http://www.2.vet.lyon.fr).
- Houdebine L M. (1995). Un nouveau rôle pour l' α -lactalbumine. Cahiers Agricultures, 4, 388-391.
- Hurley W L., Grieve R C J., Magura C E., Hegarty H M. And Zou S. (1993). Electrophoretic comparisons of lactoferrine from bovine mammary secretions, milk neutrophils, and human milk. Journal of Dairy Science, 76, 377-387.
- Idrissou et al; 2019: Y Idrissou, A S Assani, Y Toukourou, H S S Worogo, B G C Assogba, M Azalou, J S Adjassin, C D A Alabi, J A Yabi 1 et I T Alkoiret, 2019. Systèmes d'élevage pastoraux et changement climatique en Afrique de l'Ouest : Etat des lieux et perspectives. Pastoral livestock systems and climate change in West Africa: assessment and prospects. Livestock Research for Rural Development 31 (8) 2019 Pg 3
- Institut De L'élevage – Federation Du Controle Laitier (Fcl) ; 2008 : Résultats de contrôle laitier REspèce caprine
- J.P. Ramet-1985 -ETUDE FAO PRODUCTION ET SANTE ANIMALES 48- La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen
- Jaubert G. (1997). Biochemical characteristics and quality of goat milk. CIHEAM, Options Méditerranéennes, 25, 71-74.
- Jaubert, A. 1996. Les vitamines et les nucléotides du lait de chèvre. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France:81-92.
- Jeantet Romain, Thomas Croguennec, Michel Mahaut, Pierre Schuck, Gérard Brulé, 2008. Les Produits laitiers 2ème Edition Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 185 p.
- JENOT F., BOSSIS N., CHERBONNIER J., FOUILLAND 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), 1316-1322.
- Kadi S, Mouhous A, Gani F, Fiouane R and Djellal F ;2017 : Caractérisation de l'élevage caprin dans la région désertique de Béchar en Algérie. In "Seminar of the Sub-Network on

Production Systems & Sub-Network on Nutrition. Innovation for Sustainability in Sheep and Goats. Vitoria-Gasteiz, Spain", pp. 3-5

- Kamel FELIACHI ; 2003 : Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie
- Kebbab S., 2016: « Un appui potentiel à la filière lait Outre la vache, la chèvre laitière » dans L'élevage caprin en Algérie. Collection dossiers agronomiques. Ed 2016. P14
- Kerkhouche K ; 1979 : Etude des possibilités de mise en place d'une chèvrerie à vocation fromagère dans la région de draa ben khedda éléments de réflexion sur un projet d'unité caprine. Thèse Ing. Agr. INA El-Harrach, Alger, 72p.
- Kern A. (1954). Utilisation du lait de brebis en Israël. Lait, 34, 408-422.
- Khelifi N A ; 2015 : « Connaissance et caractérisation des population caprines en Algérie ». Thèse de doctorat en science vétérinaire, Saad Dahlab, Blida, Algérie, p
- Khelifi Y., 1999. Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. In Rubino R. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). Systems of sheep and goat production: Organization of husbandry and role of extension services. Options Méditerranéennes, A, Séminaires Méditerranéens; 38, 245-247
- Kongo J.M and Malcata F.X, (2016) b. Cheese: Chemistry and Microbiology. In: Encyclopedia of Food and Health. Elsevier 735-740.
- Kris Hirst ; 2019 : history of animal and plant domestication ; Archaeology ; ThoughtCo (site internet)
- Lahrech A ; 2019 : « Aptitudes fromagères du lait de chèvres locales "Makatia, Arbia, M'Zab et naine de Kabylie". Etude des propriétés fonctionnelles des protéines laitières ». Thèse de doctorat en sciences agronomiques, ENSA, El-Harrach, Algérie.
- Lamontagne M., Champagne C P., Reitz-Ausseur J., Moineau S., Gardner N., Lamoureux M., Jean J. et Fliss I. 2002. Microbiologie du lait. Science et technologie du lait : transformation du lait. Fondation de Technologie Laitière du Québec. Inc. Ed. Presses Internationales Polytechnique, Québec, Canada. 600pg
- Landais E., 1992. Principes de modélisation des systèmes d'élevage. Cahiers de la Recherche-Développement, 32, 82-95. Pg 83
- Laouadi M., 2019.Caractérisation et gestion des principales ressources génétiques caprines locales en Algérie : cas de la région Laghouat. Thèse doctora, ENSV, Alger
- LAS., (2011) Le Laboratoire d'Analyse Sensorielle d'Ambatobe-Le laboratoire d'analyse sensorielle pour vos industries agroalimentaire et cosmétique, Direction des recherches

technologiques FOFIFA BP 14444, Ambatobe , Antananarivo 101, <http://www.galys-evaluation sensorielle.fr>

- Le Bars D. And Gripon Jc. (1993). Hydrolysis Of As1-Casein By Bovine Plasmin. Lait, 73, 337-344
- Le Jaouen J C., Remeuf F. Et Lenoir J. (1990). Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications de produits laitiers caprins. XXIII International Dairy Congress, Octobre, 8-12, Montréal, Québec.
- Le jaouen, J.C. (1986). Composition du lait et de nombreux facteurs, La chèvre. 153. 10-13.
- Lecoq R., 1965 : Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles 2. Doin, Paris.
- Lemens P., 1985. Propriétés physico-chimique, nutritionnelles et biochimique du lait. Edit. Technique et documentation-Lavoisier. Paris. pp. 2-21.
- Leonil J., Marchin S., Henry G., JOUANNEAU D. et Putaux J-C. (2007). La caséine κ : Quel rôle dans la structuration de la micelle de caséines ? Colloque, 5-8 juin, Grenoble, France
- Lhoste P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. Cahiers de la Recherche Développement, 3-4, 84-88. Pg 84 85
- Lieske B., Jantz A. And Finke B. (2005). An Improved Analytical Approach For The Determination Of Bovine Albumin In Milk. Lait, 85, 237-248.
- Lister I M B., Rasmussen L K., Johnsen L B., Moller L., Petersen T E. And Sorensen S. (1998). The Primary Structure Of Caprine Pp3: Amino Acid Sequence, Phosphorylation, And Glycosylation Of Component Pp3 From The Proteose-Peptide Fraction Of Caprine Milk. Journal Of Dairy Science, 81, 2111-2115.
- Lollivier V., Guinard – Flament J., Ollivier- Bousquet M. and Marnet P. G. 2002. Oxytacin and milk removal: two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milking. Reprod. Nutr. Dev., 42 (2), 173- 186.
- Lonnerdal Bo. (1985). Biochemistry And Physiological Function Of Human Milk Proteins. The American Journal Of Clinical Nutrition, 42, 1299-1317.
- Lopez Mb., Luna A., Laencina J. And Falagan A. (1999). Cheese-Making Capacity Of Goat's Milk During Lactation: Influence Of Stage And Number Of Lactations. Journal Of The Science Of Food And Agriculture, 79, 1105-1111.
- Madani T ; 2000. L'élevage caprin dans le nord est de l'Algérie. Gruner L et Chabert Y (Ed).INRA et Institut de l'élevage Pub, Tours 2000. Acte de la 7ème Conférence Internationale sur les caprins, Tours (France) 15-21/05/00, 351-353

- Madani T., Sahraoui H. et Benmakhlouf H., 2015. L'élevage caprin en Algérie: systèmes d'élevage, performances et mutations. In Workshop national sur la valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs, Alger, Algérie, 2-3 mars 2015
- Madani T., Yakhlef H., Abbache N., 2003 : « Les races bovines, ovines, caprines et camelines" in "évaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaire à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture ». Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATE-GEF/PNUD Projet ALG/97/G31, Tome 10 : 47 – 48.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Schuck, P., Brule, G. (2000). Les produits industriels laitiers. Ed, TEC & DOC, Lavoisier, paris, pp. 2-14.
- Mahe Mf., Manfredi E., Ricordeau G., Piacere A. Et Grosclaude F. (1993). Effets du polymorphisme de la caséine α S1 caprine sur les performances laitières : Analyse intradescendance de boucs de race Alpine. Genetic Science and Evolution, 26, 151- 157.
- Mahe S. (1997). Valeur nutritionnelle du lait en alimentation humaine. Colloques INRA, 7 novembre, Paris, France.
- Mahé S., Messing B., Thuillier F. et Tomé D. 1991. Digestion of bovine milk proteins in patients with a high jejunostomy. Am. J. Clin. Nutr. 54. p: 534–538
- Mahé, S. 1996. Valeur nutritionnelle du lait en alimentation humaine. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France:9-26.
- Mahieddine, B., Feknous, N., Farah, M., Dalichaouche, N., Ines, F., Lynda, T., Nadia, M., and Redouane, Z. (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, 492- 506.
- Maldonado, S., and Burgos, L. S. (2015). Quality Indices for Goat Milk
- Manallah I., 2012. Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de Magister en Agronomie, université Ferhat Abbas de Sétif, Algérie, 63p.
- Manallah Imene 2012. Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de magister en production animale, Université Ferhat Abbas, Setif. Pg 13
- MAP., 1986. Organisation et amélioration des élevages camelins. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Rapport, 36p.
- Marletta D., Criscione A., Bordonaro S., Guastella A M. and D'URSO G. (2007). Casein polymorphism in goat's milk. Lait, 87, 491-504.

- Marshall K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative. Medicine Review*, 2, 136-156.
- Martin P. et Leroux C. (2000). Le gène caprin spécifiant la caséine α S1 : Un suspect tout désigné aux effets aussi multiples qu'inattendus. *INRA Productions Animales, HorsSérie*, 125-132.
- Martin P., 1996 : « La composition protéique du lait de chèvre : ses particularités. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre ». Actes du colloque : le lait de chèvre : un atout pour la santé. INRA, Niort, France, pp 9 – 26.
- Mathieu, J. (1997). Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. (220 pages).
- Mati A., Girardet Jm., Xenakis D. Et Linden G. (1991). Isolement et caractérisation de la fraction hydrophobe des protéose-peptones des laits bovin, ovin et caprin. *Lait*, 71, 259-273.
- Maynard F., Pierre A. Et Maubois J.L. (1989). Préparation de lactoferrine et d' α -lactalbumine humaines par utilisation de techniques à membranes. *Lait*, 69, 59-69.
- Medjoudj H., 2018. Contribution à l'étude pour la caractérisation du fromage traditionnel « Bouhezza » au lait de chèvre. Thèse de doctorat en sciences alimentaires. Université Frères Mentouri Constantine 1, Institut De La Nutrition, De l'Alimentation Et Des Techniques Agro-Alimentaires I.N.A.T.A.A. pg 7
- Meza-Nieto M A., Vallejo-Cordoba B., Gonzalez-Cordova A F., Felix L. And Goycoolea M. (2006). Effect of β -lactoglobulin A and B whey protein variants on the rennet-induced gelation of skim milk gels in model reconstituted skim milk system. *Journal of Dairy Science*, 90, 582-593.
- Michel D ; 2016 : « Espèce caprine ». résultats du contrôle laitier caprin. Institut d'élevage. France, p11.
- Missohou A., Nahimana G., Ayssiwede S.B., Sembene M., 2016. Elevage caprin en Afrique de l'Ouest : une synthèse. Goat breeding in West Africa: A review [in French]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 69 (1): 3-18
- Morgan F., Bodin J-P. Et Gaborit P. (2001). Lien Entre Le Niveau De Lipolyse Du Lait De Chèvre Et La Qualité Sensorielle Des Fromages Au Lait Cru Ou Pasteurisé. *Lait*, 81, 743-756
- Morgan F., V. Massouras T., Barbosa M., Roseiro L., Ravasco F., Kandarakis I., Bonnin V., Fistakoris M., Anifantakis E., Jaubert G., And Raynal- Ljutovac K., 2003 : « Characteristics Of Goat Milk Colleted From Small And Medium Entreprises In Greece ». Portugal And France. *Small Ruminant Research* . 47 : 39 – 49.

- Moualek I., 2011. Caractérisation du lait de chèvre collecté localement : Séparations chromatographiques et contrôles électrophorétiques des protéines. Thèse de magistère en sciences biologiques, option de biochimie appliquée et biotechnologie, UMMTO, Tizi-Ouzou, Algérie.
- Moula N ; Ait Kaki A ; Touzi L ; Farnir F ; Leroy P ; Antoine-moussiaux N ; 2017. Goat breeding in the rural district of chemini (Algeria). Nature et Technology.
- Moula N., Philippe F.X., Kaki A., Leroy P., Antoine Moussiaux N.2003. Les Ressources Génétiques Caprines En Algérie. Commission Nationale Angr. Rapport National Sur Les Ressources Génétiques Animales : Algérie, Alger.
- Moulti-Mati F., Mati A., Capiamont J., Belleville F., Linden G. Et Nabet P. (1991). Rôle De La B-Lactoglobuline Dans L'activité Proliférative Du Lactosérum. Lait, 71, 543-553.
- Nadjrawi D., 2003 : « Profil Fourrager En Algérie ». Rapport De Fao.
- Nedjraoui-Driss D., 1981. Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux facies de végétation (*Artemisia herba-alba*. Asso, *Lygeum spartum* L. et *Stipa tenacissima* L.) des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3ème cycle, U.S.T.H.B., Alger, 156p
- Nessah K, Tennah S, Azzag N, Laouadi M, Moula N., 2019. 14ème Journées Internationales Des Sciences Vétérinaires, Ensv Alger. Pg 158-160
- Nessah K., 2018. Caractérisation De La Race De Chèvre «Naine Kabyle» Et Des Systèmes De Son Élevage Dans La Région De Tizi Ouzou (Algérie). Thèse De Magister, Ecole Nationale Supérieur Vétérinaire D'alger, Algérie, Pg 2 60 38-59
- Neville M.C Et Jensen R.G., (1995) The Physical Properties Of Humain And Bovine Milks In Jensen R., Handbook Of Milk Composition-General Description Of Milks,Academic Press,Inc: 82 (919 Pages)
- Ng W C., Brunner J R. And Rhee K C. (1970). Proteose-Peptide Fraction Of Bovine Milk: Lactum Serum Component 3 A Whey Glycoprotein. Journal Of Dairy Science, 53 (8), 987-996.
- Noutfia Y., Zantar S., Ibnelbachyr M. 2011. Caractéristiques physicochimiques du lait et du fromage des chèvres Draa et Alpine. L'élevage caprin : Acquis de recherche, Stratégie et Perspectives de développement L'élevage caprin : Acquis de recherche, Stratégie et Perspectives de développement. Pg 165
- Ouchene Khelifi N.A ; Ouchene N ; Meftah A ; Dasilva A.B ; Lafri M. ; 2015.Assessing admixture by multivariate analyses of phenotypic differentiation in the Algerian goat livestock. Trop Anim health prod, volume 47. 1343-50.

- Ould Eleya M. M., Desobry Banon S., Vetier N. And Hardy J. (1998). Etude Rhéologique Des Gels Acides De Lait De Vache, De Chèvre Et De Brebis. Lait, 78, 453-459.
- Paquet D. (1989). Revue Bibliographique: La Fraction Protéose-Peptides Du Lait. Lait, 69, 1-21.
- Park W Y. (2001). Proteolysis And Lipolysis Of Goat Milk Cheese. Journal Of Dairy Science, 84, 84-92.
- Park Y.W; 2012. Goat Milk And Human Nutrition. Proceedings Of The 1st Asia Dairy Goat Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 9,12 April, 2012.
- Payens T A. (1982). Les Propriétés Physico-Chimiques Des Caséines Alpha S1, Bêta Et Kappa. Lait, 62, 306-320.
- Peacock C ; 2005 : Goats : A Pathway Out Of Poverty. Small Ruminant Research. 60 : 179-186.
- Pedro., 1952. L'élevage En Basse Kabylie. Rev. Élevage Et Cult En Afrique Du Nord, P17.
- Pierre A., Jean-Luc Le Quere., Riaublanc A., Yvon Le Graet., Demaizeres D. And Michel F. (1998). Composition And Physico-Chemical Characteristics Of Goat Milks Containing The A Or O As1 Casein Variants. Lait, 78,191-202.
- Piveteau P., (1999). Lait, 79: 23-41 (Metabolism Of Lactate And Sugars By Dairy Propionibacteria: A Reviewmétabolisme Du Lactate Et Des Sucres Par Les Bactéries Propioniques Laitières : Une Revue. | Le Lait)
- Pointurier H., (2003) La Gestion Matière Dans L'industrie Laitière, Tec Et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 Pages).
- Pougheon S., Goursaud J., 2001 : Le Lait : Caractéristiques Physicochimiques, In : Debry G., 2001. Lait, Nutrition Et Santé. Techniques Et Documentation, Paris, Pg 6 8
- Pougheon, S. (2001). Contribution À L'étude Des Variations De La Composition Du Lait Et Ses Conséquences En Technologie Laitière, Thèse Doctorat , Université Paul Sebatier De Toulouse, France
- Pradal M, 2014. L'alimentation. Le Guide De L'éleveur De Chèvres : De La Maîtrise À L'optimisation Du Système De Production Pg 181-261 (185-186-187-189-192
- Pradal M, 2014. Système De Production Et Organismes De Service. Le Guide De L'éleveur De Chèvres : De La Maîtrise À L'optimisation Du Système De Production. Pg 23-55 (31)
- Qi Wu Wang., Jonathan C A. And Swaisgood H E. (1997). Binding Of Vitamin D And Cholesterol To B-Lactoglobulin. Journal Of Dairy Science, 80, 1054-1059.

- Ramet J.P., 1985 : « La Fromagerie Et Les Variétés De Fromages Du Bassin Méditerranéen ». Vol 48 N° 48 De Etude Fao Production Et Santé Animales ,48.Rome, Italie
- Ramet, J. P. 1985. La Fromagerie Et Les Variétés De Fromages Du Bassin Méditerranéen. Etude Fao Production Et Santé Animales 48, Rome, Italie.
- Razafindrakoto O., Ravelomanana N., Rasolofo A., Rakotoarimanana Rd., Gourgue P., Coquin P., Briend A. Et Desjeux Jf. (1993). Le Lait De Chèvre Peut-Il Remplacer Le Lait De Vache Chez L'enfant Malnutri ? Lait, 73, 601-611.
- Remeuf F. Et Lenoir J. (1985). Caractéristiques Physico-Chimiques De Lait De Chèvre. Revue Laitière Française, 446, 32-40.
- Remeuf F., Guy R., Brignon G. Et Grosclaude F. (2001). Influence De La Teneur En Caséine B Sur Les Caractéristiques Physico-Chimiques Et L'aptitude À La Coagulation Enzymatique Du Lait De Chèvre. Lait, 81, 731-742.
- Remeuf F., Lenoir J. Et Duby C. (1989). Etude Des Relations Entre Les Caractéristiques Physico-Chimiques Des Laits De Chèvre Et Leur Aptitude À La Coagulation Par La Présure. Lait, 69, 499-518.
- Rheotest M., (2010) Rhéomètre Rheotest® Rn Et Viscosimètre À Capillaire Rheotest® Lk – Produits Alimentaires Et Aromatisants [Http://Www.Rheoest.De/Download/Nahrungs.Fr.Pdf](http://www.rheotest.de/download/nahrungs.fr.pdf).
- Ribadeau-Dumas B. (1991). Physicochimie Et Biochimie Des Protéines Du Lait Données Récentes. Lait, 71, 133-139.
- Ribadeau-Dumas B. And Grappin R. (1989). Milk Protein Analysis. Lait, 69, 357- 416.
- Ribeiro, A., And Ribeiro, S. (2010). Specialty Products Made From Goat Milk. Small Ruminant Research 89, 225-233
- Richard D., Hoste C. Et Peyre De Fabrègues B., 1984. Le Dromadaire Et Son Élevage. Maisons-Alfort: Cirad-Iemvt, 162 P.
- Sahraoui H ; Madani T ; Kemouche F ; 2016. Le Développement D'une Filière Lait Caprin En Region De Montagne, Un Atout Par Un Développement Régional Durable En Algérie, Option Meditteraneeenes, A,No.115, The Value Cahain In Medeteranean Sheep And Goat. Industry Organition, Marketing Strategies, Feeding And Production Systèmes
- Sebaa A ; 1992. Le Profilage Génétique Visible De La Chèvre De La Région De Laghouat, Thèse Ing. Etat. Inst. Agro Blida, 48p.
- Shuster D E. And Harmon R J. (1990). Enzyme Immunoassay Of Bovine Lactoferrin And Serum Albumin In Acid Precipitated And Ultracentrifugal Whey. Journal Of Dairy Science, 73, 3104-3111.

- Sophia. 2017 : Les Animaux De Rente, Les Animaux
- Soustre Y. (2007). Questions Sur Les Qualités Nutritionnelles Des Protéines Laitières. Biocommunication, 16, 01-04.
- Stergiadis, S., Nørskov, N. P., Purup, S., Givens, I., And Lee, M. R. F. (2019). Comparative Nutrient Profiling Of Retail Goat And Cow Milk. Nutrients 11, 2282.
- St-Gelais D., Ould Baba A., Turcot S., 2000 : « Composition Du Lait De Chèvre Et Aptitude À La Transformation. Centre De Recherche Et De Développement Sur Les Aliments : Agriculture Et Agroalimentaire » Canada. 2000, Pp 1-12.
- St-Gelais, D., Baba Ali, O., And Turcot, S. (2000). Composition Du Lait De Chèvre Et Aptitude À La Transformation. In "Site Du Ministère De L'agriculture Et Agroalimentaire Du Canada. ".
- 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, Thèse Ing. Etat. Inst. Agro Blida, 52p
- Tazi M., 2001 : « Etude De Quelques Aspects D'élevage Caprin En Algérie ». Journée D'étude Sur L'élevage Caprin. Ed Alpha Agri – Plus, 1 – 4, Alger.
- Tejani K. (2010). Le Partial De La Nature Et L'écologie En Algérie. Revue De Web Et Article Sur L'environnement En L'algerie. Réseau De Competence Et De Bonne Volontés. Outil Web De Recherche: Ecologie Et Environnement En Algérie En Afrique De Nord, En Méditerranée Et Dans Le Reste Du Monde
- Thapon J.L., (2005) Science Et Technologie Du Lait, Agrocampus-Rennes, France: 14(77 Pages).
- Thomas, C., Romain, J., And Gérard, B. (2008). "Fondements Physicochimiques De La Technologie Laitière," Lavoisier.
- Trouette G., 1930. L'élevage Indigène En Algérie. Doc. Anonyme, 50 P
- Trujillo A. J., Casals I. And Guamis B. (2000). Analysis Of Major Caprine Milk Proteins By Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography And Electrospray Ionization-Masse Spectrometry. Journal Of Dairy Science, 83, 11-19.
- V Sejian, R Bhatta, J B Gaughan, F R Dunshea N Lacetera ; 2018 : Review : Adaptation Of Animals To Haut Stress
- Veinoglou B.,Baltadjieva M., Kalatzopoulos G., Stamenova V. Et Papadopoulou E. (1982). La Composition Du Lait De Chèvre De La Région De Plovidiv En Bulgarie Et De Ionnina En Grèce. Lait, 62, 155-165

- Veisseyre R., 1979. Technologie Du Fromage.3ème Édition. La Maison Rustique, Paris. 714p
- Vierling E, (2003).Aliment Et Boisson- Filière Et Produit, 2ème Édition, Doin Éditeurs, Centre Régionale De La Documentation Pédagogique D'aquitaine, 11bey
- Vierling E., (2003) Aliment Et Boisson-Filière Et Produit, 2ème Édition, Doin Éditeurs, Centre Régional De La Documentation Pédagogique D'aquitaine:11(270 Pages).
- Vignola C.L., (2002) Science Et Technologie Du Lait –Transformation Du Lait, École Polytechnique De Montréal, Isbn: 29-34 (600 Pages)
- Vojtech A., Ondrej Z., Petr D., Ladislav Z., Ales H., Jaromir H., Jan S., Sona K., Libuse T. And Rene K. (2008). Lactoferrin Isolation Using Monolithic Column Coupled With Spectrometric Or Micro-Amperometric Detector. Sensors, 8, 464-487.
- Wattiaux M. 2007. Lactation Et Récolte Du Lait ;Principe De Traite. Institut Babcock Pour Larecherche Et Le Développement Du Secteur Laitier, University Of Wisconsin, Madison, Usa
- Wattiaux, M. And W. T. Howard. 2006. Subject: Le Lait. Accessed 2005.
- Wattiaux, M., Et Howard, W.T. (2006). Subject: Le Lait. Accessed 2005.
- Wilson R.T., 1988. Small Ruminant Production Systems In Tropical Africa. Small Ruminant Research, 1 (4), 305-325
- Zapico P., Gaya P., De Paz M., Nunez M. And Medina M. (1991). Influence Of Breed, Animal, And Days Of Lactation On Lactoperoxydase System Components In Goat Milk. Journal Of Dairy Science, 74, 783-787.
- Zeller B. (2005). Le Fromage De Chèvre : Spécificités Technologiques Et Économiques Thèse De Doctorat De L'université Paul-Sabatier, Toulouse, France.

Annexes

L'analyse de la matière sèche (MS)

Cette annexe présente le protocole d'analyse de la matière sèche (MS), réalisé conformément aux normes françaises AFNOR (1985) au sein du laboratoire d'alimentation de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.

1. Objet et principe

Pour chaque analyse, les résultats sont généralement exprimés en pourcentage de la matière sèche. Il faut donc déterminer la teneur en humidité contenue dans les échantillons.

La teneur en humidité des aliments est déterminée par la perte de poids subie après séchage à une température de 103°C pendant 24 h.

2. Mode opératoire

Mettre dans un dessiccateur des capsules en porcelaine à peser vides préalablement séchées à l'étuve pendant 1 heure minimum. Après refroidissement, tarer à 0,1 mg près chaque capsule à peser (Figure). Soit M_0 leur masse. Peser dans les capsules, à 0,1 mg près, environ 2 à 5 g d'échantillon broyé (Figure). Soit PE la prise d'essai. Mettre les capsules à peser pleines et leur à côté, dans une étuve à 103°C pendant 24h (Figure). On déclenchera le chronomètre dès que l'étuve aura à nouveau atteint la température désirée. Au bout de 24h, sortir alors les capsules à peser et les laisser refroidir dans un dessiccateur. Les peser à 0,1 mg près. Soit M_1 leur masse.

$$\%MS = \frac{M_1 - M_0}{PE} * 100$$

$$\%HUMIDITE = 100 - \%MS$$

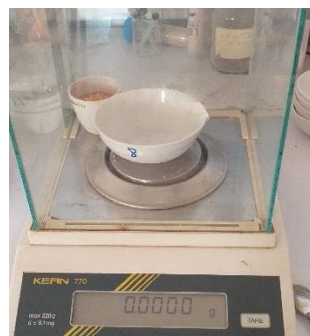


Figure 36 La tare de la capsule en porcelaine (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)



Figure 37 La pesée de l'échantillon broyé (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)



Figure 38 Séchage des échantillons dans l'étuve (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

3. Le calcul

Avec

- M_0 la masse du creuset vide, en grammes
- M_1 la masse du creuset contenant le résidu sec, en grammes
- PE la masse de la prise d'essai, en grammes

La différence entre les résultats de 2 déterminations effectuées simultanément par le même analyste ne doit pas dépasser 0,2% en valeur absolue.

Matière organique obtenue par différence :

$$MO (g) = MS(g) - MM (g)$$

L'analyse de la matière minérale (MM)

1. Objet et principe

Les matières minérales sont obtenues après destruction de la matière organique par incinération. Ce dosage peut être une étape préalable à d'autres analyses (minéraux individuels, insoluble chlorhydrique).

2. Mode opératoire

Mettre dans un dessiccateur des creusets en nickel préalablement séchés à l'étuve pendant 1 heure minimum. Après refroidissement tarer à 0,1 mg près chaque creuset. Soit M_0 leur masse. Peser dans les creusets à 0,1 mg près, environ 3 g d'échantillon broyé. Soit PE la prise d'essai (Figure). Mettre les creusets pleins dans le four à moufle. Mettre en marche la hotte aspirante. Calciner pendant 4 h à 550°C. On déclenchera le chronomètre dès que le four aura atteint la température désirée.

Le temps écoulé, attendre que la température du four redescende à 100°C, sortir alors les creusets et les laisser refroidir dans un dessiccateur (Figure). Après refroidissement, peser à 0,1 mg près les creusets. Soit M_1 leur masse.

$$\%MM = (M_1 - M_0) / PE * 100$$

Avec

MM la teneur en matières minérales exprimée en pourcentage du produit brut.

M_0 : la masse en grammes du creuset vide.

M_1 : la masse en grammes du creuset contenant les cendres.

La différence entre les résultats de 2 déterminations effectuées simultanément par le même analyste ne doit pas dépasser :

- 0,3 en valeur absolue pour des teneurs en cendres brutes inférieures à 3%
- 10% en valeur relative pour des teneurs en cendres brutes de 3% à 5%
- 0,5 en valeur absolue pour des teneurs en cendres brutes de 5% à 20%
- 2,5% en valeur relative pour des teneurs en cendres brutes de 20% à 40%
- 1 en valeur absolue pour des teneurs en cendres brutes supérieures à 40%



Figure 39 Échantillons avant incinération (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

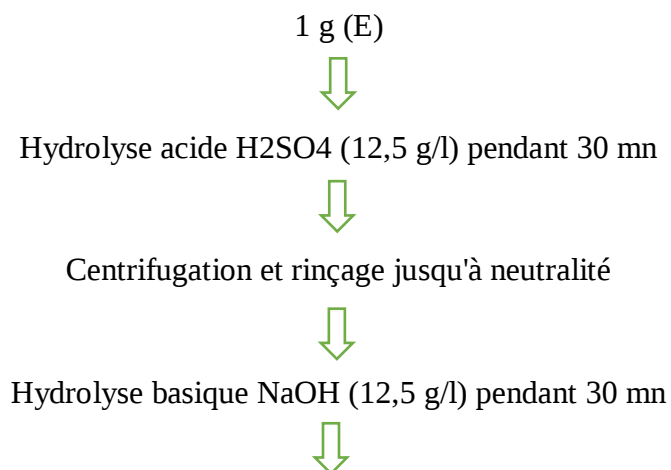


Figure 40 Échantillons après incinération (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

L'analyse de la cellulose brute (CB) : méthode de Weende

L'échantillon est traité par une solution 1.25% d'acide sulfurique puis par une solution 1.25% d'hydroxyde de sodium. Les solutions sont appliquées proches du point d'ébullition, chaque traitement dure 30 ± 1 min (Figure). Finalement, le résidu est calciné pendant 1h à 530°C . Le résidu, après le traitement acide puis basique, déduit du résidu de la calcination représente RF (Figure). Il est exprimé en g/kg Cette méthode est appliquée à ALP soit de façon individuelle (Fibertec, RF) soit avec un système batch (Ankom, RFB).

Mode de calcul



Obtention du résidu (P1) après 24h dans l'étuve



Incinération du résidu à 550°C pendant 4h (P2)



Obtention des cendres. CB% (P1-P2)/échantillon

$$CB\%MS = (P1 - P2) / E * 100 / MS * 100$$

MS: exprimée en % de matière sèche

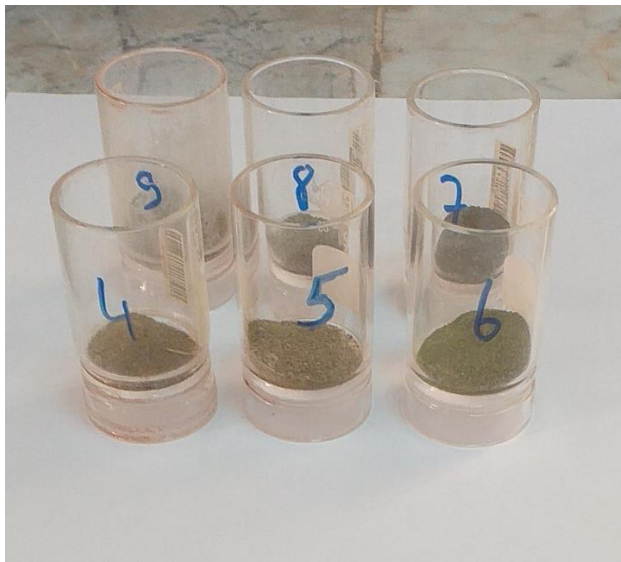


Figure 41 Traitement des échantillons (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

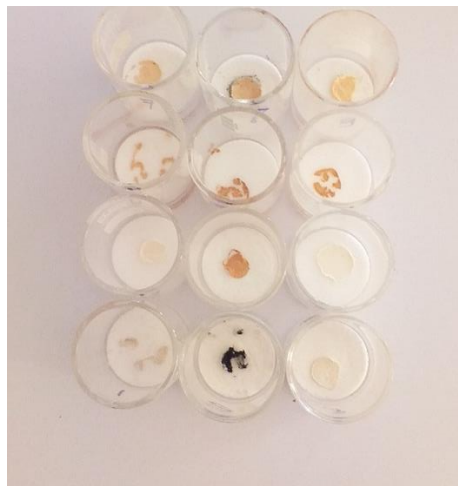


Figure 42 Les résidu de la calcination (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

L'analyse de la matière grasse (MG)

Broyer grossièrement la quantité désirée de l'échantillon (Figure). Présécher l'échantillon, dans l'étuve à 80°C après conditionnement dans l'atmosphère ambiante, et effectuer l'extraction. Peser l'échantillon conservé dans un récipient à fermeture étanche, pour analyser, dans une cartouche d'extraction adéquate et le couvrir avec du coton ou la ouate. Extraire pendant 2 à 3 h avec de l'oxyde diéthylique ou n-hexane ou autre solvant dans un appareil de Soxhlet avec un minimum de 10 siphonages à l'heure avec un débit d'au moins 5 gouttes par seconde pour un appareil d'extraction continue (Figure).

Éliminer le solvant du ballon dans l'évaporateur rotatif (Figure). Éliminer l'excès du solvant dans l'étuve réglée à (103 ± 2) jusqu'à masse constante une heure et demi puis 30 minutes pour s'assurer que le poids est constant (Figure). Refroidir au dessiccateur et peser (Figure).

$$MG\%MS = \frac{B-A}{C} \times 100 \times MS$$

A : Poids du ballon Soxhlet sec

B : Poids du ballon + résidu après dessiccation

MS : résultat exprimé en % de matière sèche



Figure 43 Échantillon broyé grossièrement (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)



Figure 44 Extraction de la matière grasse (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)

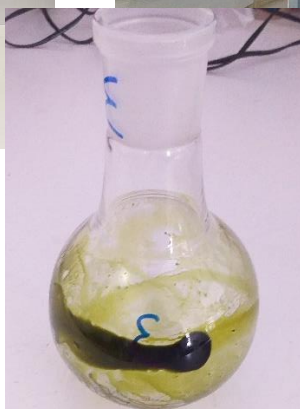
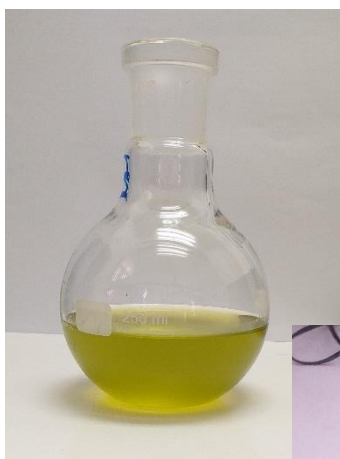


Figure 45 Élimination de solvant du ballon par un évaporateur rotatif (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)



Figure 46 Élimination de l'excès du solvant dans l'étuve (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)



Figure 47 Refroidissement au dessiccateur (Photo personnelle, l'ENSA OuadSemmar, Alger)