

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité/Option : Production et Transformation Laitières
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement
Filière : Sciences Alimentaires

Lait de chèvre : production, intérêt nutritionnel, diététique et contraintes

Présenté par :

BRAHMIA Roumaissa

DOUAOURIA Safa

SOUADIKIA Maroua

Devant le jury composé de :

Pr. Abdelaziz BENYOUNES (Professeur)

Dr. Aissam BOUSBIA (MCA)

Pr. Mabrouk CHEMMAM (Professeur)

Président

Encadrant

Examineur

Université de Guelma

Université de Guelma

Université de Guelma

Juin 2022

Remerciement

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah qui nous avait guidés
pour bien mener ce travail.*

*Nous tenons également à remercier **Mr BENDOUNES Abdelaziz**
d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire. Nous remercions de
même **Mr CHEMMAM Mabrouk** d'avoir accepté de faire l'honneur de
juger ce modeste travail et pour tous ses conseils et ses efforts fournis
pour nous. Et nous adressons nos plus vifs remerciements à notre
encadrant **Mr BOUSBIA Aissam** qui nous a bien guidé avec ses précieux
conseils et ses critiques durant toute la période du travail.
Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont
participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

ملخص

حليب الماعز : الانتاج، القيمة الغذائية، الحماية الغذائية و المعينات

لحليب الماعز ومنتجاته القائمة على الزبادي والجبن أهمية ثلاثية في النظام الغذائي للإنسان: (1) النظام الغذائي للأشخاص الذين يعانون من سوء التغذية في العالم ؛ (2) استبدال حليب البقر للأشخاص الذين يعانون من الحساسية الغذائية واضطرابات الجهاز الهضمي ، وخاصة في البلدان المتقدمة ؛ (3) تلبية احتياجات تنوq الطعام للمستهلكين الذين يمثلون جزءًا مهمًا حيث أصبح حليب الماعز أكثر شعبية في العالم في السنوات الأخيرة. تستخدم الماعز الموارد الطبيعية المحلية أكثر وأفضل من الحيوانات المجتررة الأخرى بفضل قدراتها الخاصة. في الواقع، ازداد عدد الماعز في العالم بشكل كبير منذ الستينيات. في عام 2010 ، اقترب قطيع الماعز العالمي من الوصول إلى مليار رأس يقابله أكثر من مليوني رأس في الجزائر. الخصائص الحسية الفريدة لمنتجات حليب الماعز ، والتي تتميز بنكهة محددة و نموذجية. يختلف حليب الماعز عن حليب البقر من عدة نواحٍ حيث يحتوي على المزيد من الأحماض الأمينية ويتحول الكازين الفريد من نوعه بسهولة إلى جزيئات أكثر نعومة من حليب البقر. بالمقارنة مع حليب البقر ، فإن حليب الماعز يعاني من نقص كبير في حمض الفوليك وفيتامين ب 12 ، مما يسبب "فقر الدم في". تم الإبلاغ عن التأثير المفيد لاستهلاك الحديد المتواجد في حليب الماعز ، إلا أن مستويات الحديد في حليب الماعز أقل بكثير من حليب البقر. تخضع العديد من خصائص حليب الماعز حاليًا لاهتمام بحثي متزايد. في هذه الدراسة، تمت مراجعة الفوائد الغذائية لاستهلاك حليب الماعز. على الرغم من الإمكانات ، ولا سيما السعر المرتفع للغاية والقيمة الغذائية لحليب الماعز ، فإن تربية الماعز في الجزائر غالبًا ما تظل متخلفة وتخضع لعدة قيود مباشرة مثل الإنتاج المنخفض للغاية والاستهلاك الذاتي والتسويق. الحليب، الذي نادرًا ما يباع، و يستهلكه صغار الماعز بالكامل تقريبًا.

الكلمات المفتاحية: الماعز ؛ أهمية حليب الماعز؛ صناعة الألبان ؛ القيمة الغذائية.

Résumé :

Lait de chèvre : production, intérêt nutritionnel, diététique et contraintes

Le lait de chèvre et ses produits à base de yaourt, de fromage ont une triple importance dans l'alimentation humaine : (i) l'alimentation des personnes mal nourries dans le monde ; (ii) remplacement du lait de vache pour les personnes atteintes des allergies alimentaires, et les troubles gastro-intestinaux surtout dans les pays développés ; (iii) répondre aux besoins gastronomiques des consommateurs qui représentent une part importante où le lait de chèvre est devenu plus populaire dans le monde ces dernières années. Le caprin valorise plus et mieux que les autres ruminants les ressources naturelles locales grâce à ses aptitudes particulières. En effet, La population mondiale de chèvres a augmenté de façon spectaculaire depuis les années 1960. En 2010, le cheptel caprin mondial s'est rapproché à atteindre un milliard de têtes avec plus de 2 millions de têtes en Algérie. Les caractéristiques sensorielles uniques des produits à base de lait de chèvre, qui se caractérisent par une saveur « caprine » spécifique et typique. Le lait de la chèvre diffère du lait de vache par plusieurs égards. Il a plus d'acides aminés libres et sa caséine unique précipite plus facilement en particules plus fines que le lait de vache. Comparé au lait de vache, le lait de chèvre présente des carences importantes en acide folique et en vitamine B12, qui provoquent «l'anémie du lait de chèvre». L'effet bénéfique de la consommation de lait de chèvre sur le métabolisme du Fe a été rapporté cependant les niveaux de Fe dans le lait de chèvre sont significativement plus faibles. Plusieurs caractéristiques du lait de chèvre font actuellement l'objet d'un intérêt de recherche accru. Dans cette étude, les avantages nutritionnels et diététiques de la consommation de lait de chèvre ont été passés en revue. En dépit des potentialités notamment le prix et la valeur nutritionnelle très important du lait de chèvre, l'élevage caprin en Algérie reste souvent reste peu développé et soumis à plusieurs contraintes directes comme le rendement très faible, l'autoconsommation et la commercialisation. Le lait, rarement vendu, est quasi totalement consommé par les chevreaux.

Mots clés : Lait, composition, chèvre, allergie au lait, valeur nutritionnelle, consommation

Abstract

Goat milk: production nutritional interest, dietetics and constraints

Goat's milk and its products based on yoghurt and cheese have triple importance in the human diet: (i) the diet of malnourished people in the world; (ii) replacement of cow's milk for people with food allergies and gastrointestinal disorders, especially in developed countries; (iii) meet the gastronomic needs of consumers who represent an essential part where goat's milk has become more popular in the world in recent years. Goats make more and better use of local natural resources than other ruminants thanks to their particular abilities. Indeed, the world population of goats has increased dramatically since the 1960s. In 2010, the world goat herd approached reaching one billion head with more than 2 million heads in Algeria. The unique sensory characteristics of goat's milk products are characterized by a specific and typical "goat" flavour. Goat's milk differs from cow's milk in several respects. It has more free amino acids and its unique casein precipitates more easily into finer particles than cow's milk. Compared to cow's milk, goat's milk has significant deficiencies in folic acid and vitamin B12, which cause "goat's milk anemia." The beneficial effect of goat milk consumption on Fe metabolism has been reported, however, Fe levels in goat milk are significantly lower. Several characteristics of goat milk are currently the subject of increased research interest. In this study, the nutritional and dietary benefits of consuming goat milk were reviewed. Despite the potential, in particular, the very high price and nutritional value of goat's milk, goat breeding in Algeria often remains underdeveloped and subject to several direct constraints such as very low yield, self-consumption and marketing. The milk, which is rarely sold, is almost totally consumed by goat kids.

Keywords: Milk, composition, goat, milk allergy, nutritional value, consumption

Liste des abréviations

IGA :	The International Goat Association
GHG :	Green House Gas emissions
SDG :	Sustainable Développements Goals
TP :	Taux Protéique
MAT :	Matières Azotées Totale
AG :	Acide Gras
AGS :	Acide Gras Saturé
AGMI :	Acide Gras Mono-insaturé
AGPI :	Acide Gras Polyinsaturé
FAO :	Food and Agriculture Organization of the nation
Hab:	Habitant

Liste des figures

N° de figures	Titres	N° de pages
1	La répartition des caprins dans le monde	4
2	L'évolution de La production de lait de chèvre dans quelques pays dans le monde	6
3	Répartition de la production laitière caprine dans le monde	6
4	Chèvres Arabia, Makatia, M'Zabia et Kabyle	13
5	Répartition géographique des caprins et sa localisation en Algérie	14
6	Evolution des effectifs caprins en Algérie	15
7	Production du lait de chèvre en Algérie	16
8	La production laitière des 3 espèces (vache, chèvre, brebis) en Algérie	17
9	structure de lactose et résultat de son hydrolyse	23

Liste des tableaux

N° de tableaux	Titres	N° de pages
1	Principaux pays producteurs de lait de chèvre dans le monde en 2005 et en 2020	5
2	Consommation du lait de chèvre dans monde	9
3	Performances laitières des chèvres	17
4	composition moyenne du lait de chèvre	20
5	Composition moyenne en acides gras (g/100 g de lait) dans les lipides de lait de chèvre et de vache	21
6	Composition du lait de chèvre en vitamines par rapport à 100g du lait d'après	24
7	Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g de lait)	25
8	Analyse comparative des caractéristiques physico-chimique du lait de chèvre et vache	26
9	Composition comparative du lait de chèvre, vache, brebis et femme	29

- ملخص.....	ii
- Résumé.....	iii
- Abstract.....	iv
- Liste des abréviations.....	v
- Liste des figures.....	vi
- Liste des tableaux.....	vii
- Introduction générale.....	

Synthèse bibliographique

Chapitre1: Lait de chèvre dans le monde	
1. Généralité	3
2. La population mondiale : effectif répartition et évolution	3
3. Production laitière caprine dans le monde	4
4. Demande du lait de caprin dans le monde	7
5. Consommation du lait de caprin dans le monde	8
6. Chèvres laitières et environnement	10
7. Chèvre laitière dans les pays en voie de développement	10
Chapitre 2: Production laitière caprine en Algérie	
1. Généralité	12
2. Composition génétique de la population caprine	12
2.1. La population des races caprines locales.....	12
2.2. La population des races importées.....	13
2.3. La population métissée.....	13
3. Situation de l'élevage caprin en Algérie	13
3.1. Répartition géographique des caprins et sa localisation en Algérie	14
3.2. Evolution des effectifs caprins en Algérie	14
3.3. La production de lait de chèvre en Algérie.....	15
3.4. Consommation du lait de chèvre en Algérie	18

Chapitre 3 : Composition, intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre

1. Généralité	19
2. Généralité sur le lait de chèvre	19
2.1 Définition générale du lait de chèvre	19
2.2. L'importance du lait de chèvre	20
2.3. La composition et les caractéristiques du lait de chèvre	20
2.3.1 L'eau	20
2.3.2 Matières grasses	21
2.3.3 Matières protéiques	21
2.3.4 Le lactose	22
2.3.5 Les vitamines	23
2.3.6. Les enzymes	24
2.3.7. Les minéraux	24
2.4. Autres caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre	25
2.4.1 pH et acidité	25
2.4.2 La Densité	26
2.4.3 Point de congélation	26
2.4.4. Point d'ébullition	26
2.5. Caractéristiques organoleptiques du lait de vache	27
2.6. Qualité microbiologique du lait de chèvre	28
3. Intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre.....	28

Chapitre 4 : Principales contraintes de l'élevage caprin en Algérie.....

1. Principales contraintes de l'élevage caprin	32
1.1. Contrainte directe	32
1.1.1 La production laitière insuffisante	32
1.1.2 L'autoconsommation	32
1.1.3 Commercialisation	32

1.1.4 L'alimentation des troupeaux	32
1.1.5 La mortalité élevée des jeunes	33
1.1.6 La consanguinité élevée	33
1.1.7 Un taux faible de réforme des adultes et l'âge précoce à la première reproduction.....	33
1.2. Contraintes indirectes.....	34
1.2.1 Main d'œuvre.....	34
1.2.2 Contraintes liées à l'insuffisance de l'encadrement technique des élevages.....	34
Conclusion.....	35
Références bibliographiques	

Introduction générale

Introduction

L'élevage caprin est une composante vitale de l'économie nationale dans de nombreux pays, notamment en Méditerranée et les régions du Moyen-Orient (Selvaggi et al., 2014). La chèvre est l'une des premières espèces domestiquée de petits ruminants, et qui a été utilisée pour la viande et le lait depuis au moins 2500 avant J.-C., au Moyen-Orient (Dubeuf and Boyazoglu, 2009). Cette espèce est capable de fournir des produits de haute qualité dans une variété de conditions climatiques, être résistant aux environnements extrêmes et capricieux (Selvaggi et al., 2014). Selon la FAO (l'organisation pour l'alimentation et l'agriculture), la population mondiale de chèvres est estimée à 1 128 106 236 têtes en 2020, dont le continent africain représente 43 % tandis que l'Asie occupe la première place en effectif, elle représente 52 % du cheptel mondial, l'Amérique, avec 4% du cheptel, et l'Europe avec 1%. (FAOSTAT, 2022).

L'élevage de chèvres est davantage présent dans les pays à faible revenu, en particulier dans les régions tropicales, où il dépasse parfois l'élevage ovin, jouant ainsi un rôle très important dans la vie sociale et économique des zones rurales (Morales-Jerrett et al., 2020). Contrairement à d'autres régions du monde où les chèvres ne sont pas élevées pour leur viande, peu appréciée, la viande caprine est très appréciée et consommée par la majorité de la population en Afrique (Gnanda et al., 2016). La production de lait et de viande de chèvre est soumise à plusieurs contraintes, notamment celles liées à la saisonnalité de reproduction, ce qui se traduit par un approvisionnement irrégulier (Gnanda et al., 2016).

Globalement, l'élevage caprin est heurté à plusieurs contraintes qui affecte la durabilité de cette filière, les contraintes majeures qui affectent l'avenir du caprin à savoir : l'alimentation des troupeaux, surtout en période sèche où la production des espaces forestiers est trop faible pour répondre aux besoin des troupeaux ; incapacité des éleveurs d'apporter des suppléments alimentaires pendant cette période, vue l'approvisionnement irrégulier des marchés et des prix trop élevés des aliments concentrés ,ainsi que le faible niveau de technicité des éleveurs. La filière n'est pas encore maîtrisée et des difficultés diverses sont à signaler aussi bien : au niveau de la production, de la transformation et de la commercialisation (Iaoudarene and Saidj, 2021).

L'Algérie est un pays moutonnier, mais aussi connu par son élevage caprin. Le nombre de caprin a été estimé à 4 908 168 en 2020, ce qui représente 15,82% de l'effectif des ovins qui est estimé à 30 905 560 têtes, pour la même année. (FAOSTAT, 2022). La population

caprine en Algérie est existée dans les différents reliefs agro écologique, depuis les zones de montagnes au Nord du pays jusqu'aux zones subdésertiques au Sud du pays (Kadi et al., 2017) en passant par les zones steppiques (Guermah et al., 2018). L'élevage caprin est souvent associé à l'élevage ovin, et compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles. En Algérie, la production du lait de chèvre ne permet pas l'autosuffisance, car l'accroissement du cheptel arrive à peine à suivre l'évolution de la population. Il est probable que le lait de chèvre, comme le lait de vache est utilisé traditionnellement par les éleveurs depuis fort longtemps mais sa valorisation industrielle est souvent très restreinte, voire inexistante. La production laitière caprine en 2020 était de 332 779 tonnes soit 1,8 fois moins que la production ovine et 7,25 fois moins que la production bovine (FAOSTAT, 2022). De même pour la viande, la production des viandes rouges repose globalement sur les élevages bovins et ovins alors que l'élevage caprin reste marginal. En 2020, l'Algérie a produit 18 504 tonnes de viande caprine. Cela représente dix-huit fois moins que la production ovine (336 167 tonnes) et presque huit fois moins que la production bovine (144 434 tonnes) (FAOSTAT, 2022). Une réflexion sur les possibilités de mise en place d'une filière caprine laitière organisée et durable à travers le prix du lait qui est très attractifs, les collecteurs sont favorables à assurer son acheminement vers les transformateurs et les éleveurs sont disposés à vendre une partie de la production pour assurer la sécurité de leur trésorerie quotidienne, ce qui constitue un garantie au développement de filières caprines (Sahraoui et al., 2016).

Cependant, les informations disponibles sur l'élevage caprin en l'Algérie sont très limitées et les données bibliographiques sont très vagues et insuffisantes (Ouchene-Khelifi et al., 2021). Dans ce travail de Master, nous avons étudié les principaux contraintes et atouts de la filière caprine en Algérie à travers le volet lait: production, intérêt nutritionnel, diététique et les principales contraintes de l'élevage caprin en Algérie.

Chapitre 1 :
Lait de chèvre dans le monde

1. Généralité

L'industrie mondiale de la chèvre laitière se développe rapidement. En plus des produits à base de lait sains et nutritifs, les chèvres laitières fournissent des moyens de subsistance durables, en particulier dans les zones à ressources limitées, et permettent aux petits exploitants de surmonter les difficultés économiques. Des chèvres bien gérées peuvent également être bénéfiques pour l'environnement grâce au pâturage des mauvaises herbes, à la prévention des incendies, au maintien de la biodiversité et à l'atténuation de certains effets du changement climatique. Ceci est largement attribué à leur choix de régime et à leurs comportements alimentaires (Lu, 1988; Miller and Lu, 2019a). En plus du lait, les chèvres laitières offrent d'autres avantages aux propriétaires, notamment des peaux pour le cuir, des chevreaux pour la viande et du fumier pour les engrais, et peuvent ajouter des sources de revenus.

L'association internationale du caprin (IGA : The International Goat Association) est le défenseur mondial du secteur caprin depuis l'année 1982 à travers plusieurs activités qui ont contribué à l'expansion des connaissances et des pratiques caprines par le biais de conférences, des publications scientifiques de haut niveau via la revue scientifique « Small Ruminant Research » et des médias sociaux. Les Chercheurs, les producteurs et les décideurs travaillent ensemble et partagent des informations et des expériences permettront au secteur d'atteindre son plein potentiel. Avec sa mission de promouvoir la recherche et le développement caprins au profit de l'humanité, de réduire la pauvreté, de promouvoir la prospérité et d'améliorer la qualité de vie, l'IGA est la seule organisation qui soutient le secteur caprin aux quatre coins du monde. Il s'agit d'un réseau mondial de personnes et d'organisations qui relie la recherche, la production, la transformation et la commercialisation ; partage l'information, l'expérience et les meilleures pratiques ; préconise une production caprine socialement juste, respectueuse de l'environnement et économiquement viable; et soutiennent les activités internationales, régionales et locales avec des perspectives globales et diverses (Miller and Lu, 2019a).

2. La population mondiale : effectif répartition et évolution

La population mondiale de chèvres a augmenté de façon spectaculaire depuis les années 1960, en raison de l'évolution des revenus et des préférences alimentaires des populations humaines, et du changement climatique limitant les zones d'élevage. En 2013, le cheptel caprin mondial dépassait le milliard de têtes, soit une augmentation de plus de 34 % par rapport à 2000 (FAOSTAT, 2022). Au cours de la même période, le cheptel ovin n'a

augmenté que de 10 % et le cheptel bovin mondial est resté assez constant à environ un milliard de têtes (US, 2019). Près de

(Figure 1), la Chine, l'Inde, le Pakistan et le Bangladesh ayant les populations les plus élevées. Bien que la plupart des revenus de la production caprine mondiale proviennent des ventes de viande, il y a eu une augmentation simultanée de la production et de la consommation de lait de chèvre (Miller and Lu, 2019a)

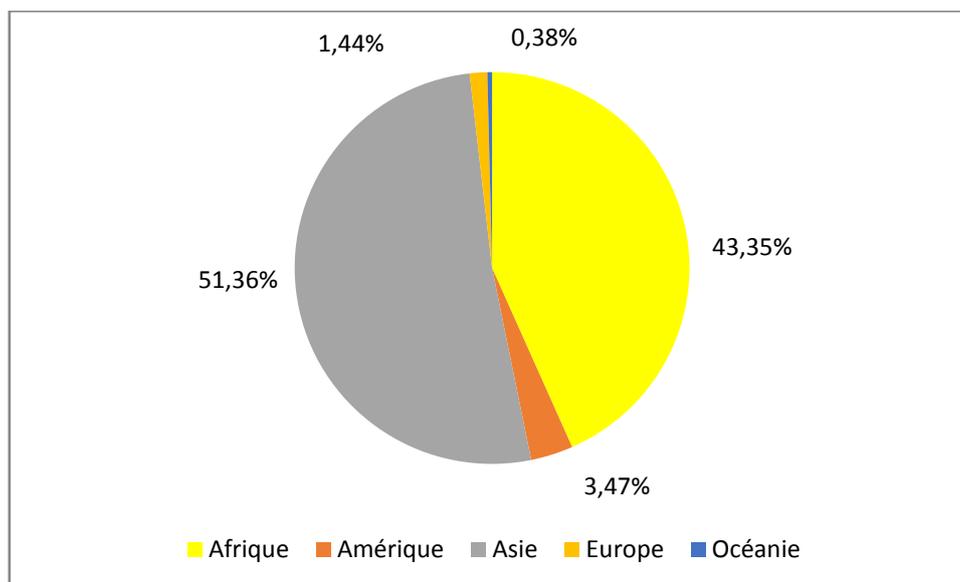


Figure.1 : La répartition des caprins dans le monde (figure tracée par nos soins à partir des données de la(FAOSTAT, 2022)

2. Production laitière caprine dans le monde

La population mondiale de chèvres laitières était estimée à 218 millions en 2017 (FAOSTAT, 2022) . Il y a eu une augmentation continue du nombre de chèvres laitières dans le monde, avec des augmentations spectaculaires dans les années 1990. En 2017, l'Asie comptait la plus grande proportion de la population mondiale (52%), suivie de l'Afrique (39%), de l'Europe (5%), des Amériques (4%) et de l'Océanie (<1%). Au cours de la dernière décennie (2007 à 2017), la population mondiale de chèvres laitières a augmenté de près de 22 %. L'Afrique a connu l'augmentation la plus rapide (32 %), suivie de l'Asie (19 %) et de l'Océanie (3 %), avec une légère diminution nette observée en Europe (- 0,9 %) et en Amérique (- 0,7 %). L'Europe est le premier continent producteur du lait de chèvre avec un pourcentage de 15% de la production mondiale. Cette production est assurée par un effectif très restreint en comparaison avec l'Asie et l'Afrique soit seulement 9,8 millions de têtes qui représente 5,1%

de l'effectif mondial. Ceci est due à une grande spécialisation et une bonne commercialisation.

Le tableau 1 montre la production de lait et de viande par pays au niveau mondial, où les producteurs les plus importants sont les pays en Asie, au Moyen-Orient et en Afrique. En effet, les rendements laitiers moyens des chèvres varient considérablement entre les pays. Au Soudan, le rendement laitier moyen des chèvres est d'environ 64 kg/an, tandis qu'en Inde, il est de plus de 179 kg/an. (FAOSTAT, 2022).

Tableau 1 : Principaux pays producteurs de lait de chèvre dans le monde en 2005 et en 2020 (FAOSTAT, 2022)

Pays	Production (Tonnes x 1000) 2005	Production (Tonnes x 1000) Année 2020
Inde	2700000	5888077
Bangladesh	1416000	2671911
Soudan	1295000	1165043
Pakistan	660000	965000
France	587000	679300
Grèce	495000	361350
Espagne	465000	523900
Iran	365000	350831
Ukraine	290000	191100
Russie	259000	254357
Chine	256000	233080
Turquie	240000	554143
Mali	238590	255226
Indonésie	220000	370708
Algérie	160000	332779
Mexique	154478	163590
Brésil	135000	298377
Italie	115000	61240
Mauritanie	109800	110251
Bulgarie	109320	31280

D'après les statistiques de la FAOSTAT (2022), le Bangladesh est devenu le plus grand producteur du lait de chèvre avec plus de deux millions de tonnes par rapport au reste des pays, suivi de la Grèce et le Mali. Cependant, la production laitière caprine en Algérie reste faible en comparaison avec les autres pays (Figure 1).

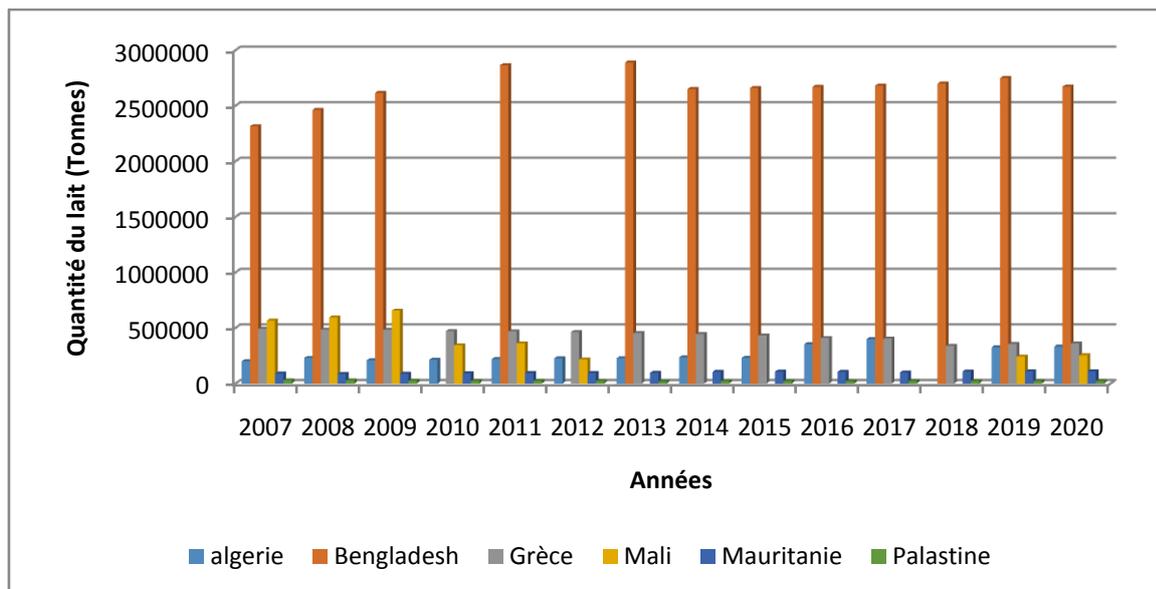


Fig. 2: L'évolution de La production de lait de chèvre dans quelques pays dans le monde (2007 - 2020, figure tracée par nos soins à partir des données de la FAOSTAT (2022)).

En ce qui concerne la répartition de la production laitière caprine à travers le monde et d'après FAOSTAT (2022), 57.76% de la production mondiale se trouve en Asie avec 122 197 32 Tonnes. En effet, l'Afrique produit une grande partie avec 22.53% de la production (448 7005 Tonnes). L'Europe à une forte spécialisation laitière, 15.68% de la production mondiale avec seulement 1.44% du cheptel mondiale (312 154 8 Tonnes). L'Amérique ne compte que 4.02% de la production du lait de chèvre (801 285 Tonnes). (fig.02) (FAOSTAT, 2022)

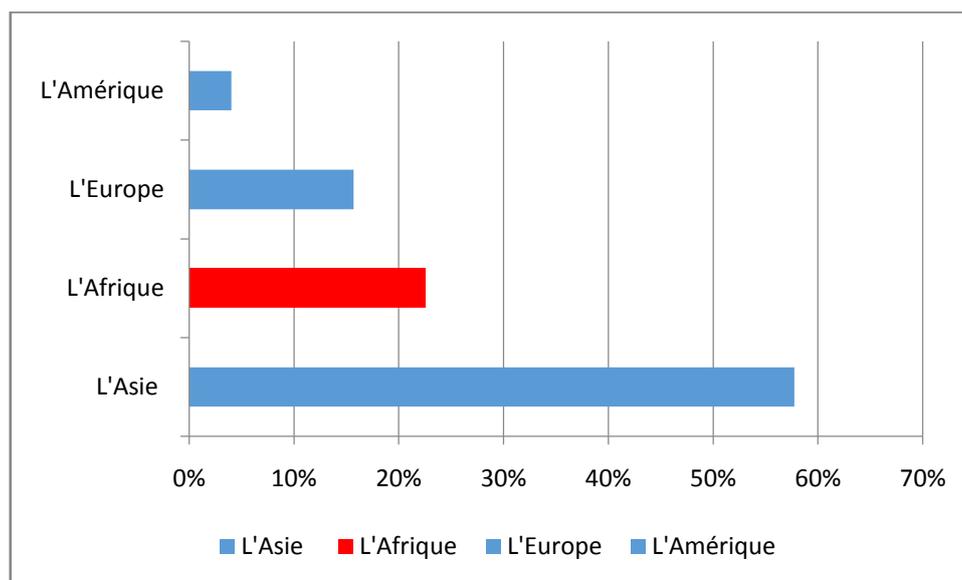


Fig. 3 : Répartition de la production laitière caprine dans le monde (figure tracée par nos soins à partir des données de la FAOSTAT (2022))

3. Demande du lait de caprin dans le monde

La demande de produits laitiers caprins augmente à la fois sur les marchés traditionnels et sur les nouveaux marchés. Le lait et les produits de chèvre sont de plus en plus préférés pour leurs bienfaits pour la santé et la nutrition, notamment une plus grande digestibilité et un meilleur métabolisme des lipides, en plus de leur goût, par rapport au lait de vache (Haenlein, 2004b).

Les chèvres se trouvent dans presque tous les pays et ne sont plus associées uniquement aux producteurs à faible revenu ou aux zones sèches et marginales. Le prix attractif des produits caprins, notamment le lait, a attiré de nouveaux producteurs et investisseurs dans le domaine. Le fromage de chèvre de haute qualité est toujours associé à la France, mais actuellement il est produit par de nombreux pays, dont l'Italie, l'Espagne et les États-Unis. Le potentiel de l'industrie du lait de chèvre est assez prometteur, en particulier pour les pays à revenu faible et moyen, mais des investissements sont nécessaires pour intégrer les intrants, les marchés, la recherche et les infrastructures de production. La politique et l'action du gouvernement sont essentielles pour garantir que les producteurs puissent bénéficier de la demande croissante de lait de chèvre (Miller and Lu, 2019a).

Dans de nombreux pays, les statistiques officielles n'incluent pas la consommation domestique ou les ventes sur les marchés informels où les registres ne sont pas conservés, ce qui complique les efforts pour mesurer la valeur des chèvres. La majeure partie du lait de chèvre dans le monde est produite et consommée en Inde, au Bangladesh, au Pakistan et en Turquie. Le lait de chèvre pour l'alimentation et les revenus est également important dans 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).

La plupart des chèvres sont gardées par de petits producteurs et ne font pas partie de systèmes de production spécialisés, il peut donc être difficile d'estimer la contribution du lait de chèvre aux moyens de subsistance. Les chèvres et leurs produits jouent un rôle culturel important à travers les dons et les échanges d'animaux vivants, la consommation de viande de chèvre lors de célébrations religieuses ou de rituels et la fourniture de peaux, de fibres et d'engrais pour les cultures.

Le secteur laitier caprin fait partie de l'industrie laitière mondiale, qui comprend le lait de vache, de brebis, de bufflonne et de chamelle et leurs produits. Par conséquent, le prix du lait de chèvre par rapport au lait de vache peut influencer sur le fait qu'un producteur ne se lance pas dans d'autres activités. Des secteurs du lait de vache bien organisés avec de bonnes infrastructures pour le transport, la transformation et les intrants peuvent également profiter

aux producteurs de chèvres laitières, tant que la demande des consommateurs et des politiques de soutien sont en place. Dans la plupart des pays, le lait de chèvre est plus susceptible d'être consommé localement, tandis que le lait de vache est plus susceptible d'entrer dans les marchés formels pour y être transformé. Néanmoins, le secteur du lait de chèvre devient de plus en plus commercialisé, présentant des défis inattendus (Miller and Lu, 2019a).

La demande mondiale pour tous les produits laitiers devrait continuer d'augmenter, à mesure que les consommateurs deviendront relativement plus aisés et augmenteront leur consommation de produits d'origine animale. Les prix au producteur devraient augmenter de 19 % d'ici 2027 par rapport à la période de référence 2015-2017 (FAOSTAT, 2022). La Chine est le plus grand importateur de toutes les catégories de produits laitiers et importe également du lait de chèvre en poudre et du lactosérum, notamment pour la fabrication de préparations pour nourrissons. La majeure partie du lactosérum de chèvre chinois est importée d'Italie et des Pays-Bas (FAOSTAT, 2022). L'industrie laitière caprine en Chine a connu une expansion massive, en raison de la reconnaissance gouvernementale du potentiel du secteur, de la recherche ciblée et des incitations financières. Cependant, la production ne peut pas répondre à la demande des usines, ce qui fait augmenter les prix à l'échelle nationale et mondiale.

Le marché du lait de chèvre le plus organisé se trouve en Europe, notamment en France, mais aussi en Espagne, en Grèce et aux Pays-Bas (Dubeuf and Boyazoglu, 2009). La production de chèvres laitières aux États-Unis a commencé à croître dans les années 1980, et les grandes fermes commerciales deviennent de plus en plus importantes, tirées par la demande croissante de fromage de chèvre. Le nombre de chèvres laitières aux États-Unis a doublé de 1997 à 2012 (Dubeuf and Boyazoglu, 2009).

4. Consommation du lait de caprin dans le monde

Le lait de chèvre fait partie du « régime méditerranéen » très célèbre pour ses bienfaits pour la santé et reconnu comme faisant partie du patrimoine culturel immatériel de l'humanité par les Nations Unies. En Europe aujourd'hui, il y a une appréciation renouvelée du goût et des bienfaits du lait de chèvre pour la santé, et une fierté du régime alimentaire traditionnel, ce qui entraîne une augmentation de la consommation. De plus, les consommateurs européens associent le lait de chèvre à une agriculture naturelle, rurale et durable, et choisissent donc de l'acheter pour soutenir un mode de vie qu'ils apprécient. Le bien-être des animaux d'élevage figure parmi les trois principales questions sur lesquelles les consommateurs européens souhaitent en savoir plus, après la sécurité et la qualité des aliments, et l'effet de l'agriculture sur l'environnement et le changement climatique (Eurostat., 2011). Les producteurs et les

réglementations gouvernementales veillent à répondre aux attentes de leurs consommateurs en matière de gestion environnementale et de bien-être animal. De plus en plus d'informations sont disponibles sur les comportements naturels des chèvres et sur la manière de les respecter dans les systèmes modernes de production caprine, mais davantage de recherche et de formation des agriculteurs sont nécessaires. La majorité de la production et de la consommation mondiales de chèvres laitières se trouve en Asie (Miller and Lu, 2019a).

Tableau 2: Consommation du lait de chèvre dans monde (Le Jaouen and Toussaint, 1993)

Région	Effectif mondial (%)	Consommation Kg/hab/an	
		chèvre	Vache
Afrique	30	3.263	16.524
Amérique du Nord et Centrale	3	0.922	172.773
Amérique du Sud	4	0.526	80.377
Asie	59	1.265	10.948
Europe	3	3.521	349.605
Océanien	<1	–	469.338
Russie	1	1.261	321.385
Pays développés	6	1.723	283.169
Pays en voie de développement	94	1.623	17.003
Monde	100	1.647	80.585

Dans de nombreux pays, les statistiques officielles n'incluent pas la consommation familiale ou le marché informel, où les registres ne sont pas conservés, ce qui complique les efforts de mesure de la valeur des chèvres. La grande partie de la production et consommation mondiale du lait de chèvre se trouvent en Inde, au Bangladesh, au Pakistan et en Turquie. Le lait de chèvre pour l'alimentation et les revenus est également important dans 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). Le marché le plus organisé pour le lait de chèvre se trouve en Europe, en particulier en France, mais aussi en Espagne, en Grèce et aux Pays-Bas (Loe et al., 2004) . Aujourd'hui, en Europe, les bienfaits du lait de chèvre sont très bien connus pour

la santé, ce qui entraîne une augmentation de la consommation. De plus, les consommateurs européens associent le lait de chèvre à une agriculture naturelle, rurale et durable, et choisissent donc de l'acheter pour soutenir un mode de vie auquel ils attachent de la valeur (Miller and Lu, 2019b). Le secteur de la chèvre laitière fait partie de l'industrie laitière mondiale, Par conséquent, le prix du lait de chèvre par rapport au lait de vache peut influencer sur la décision d'un producteur de prendre de l'expansion ou de se lancer dans d'autres activités ; la demande mondiale pour tous les produits laitiers devrait continuer d'augmenter, à mesure que les consommateurs deviennent relativement plus riches et augmentent leur consommation de produits animaux. Les prix au producteur devraient être 19 % plus élevés d'ici 2027 par rapport à la période de référence 2015-2017 (FAOSTAT, 2022) . D'après Li (2019) la Chine est le plus grand importateur de toutes les catégories de produits laitiers et importe également du lait de chèvre en poudre.

5. Chèvres laitières et environnement

Les émissions de gaz à effet de serre (GHG : Greenhouse gas emissions) par le bétail contribuent au changement climatique, de sorte que les stratégies visant à réduire leur impact revêtent une importance croissante. Les gaz sont principalement du CO₂, du CH₄ et du N₂O. L'atténuation des émissions de CH₄ chez les chèvres laitières est importante pour des raisons économiques et environnementales. Le méthane produit comme sous-produit de la fermentation microbienne dans le rumen représente une perte nette d'énergie pour les chèvres laitières. À l'échelle mondiale, les émissions de gaz à effet de serre des caprins et des ovins représentent environ 20 à 25 % de celles des bovins à viande et des bovins laitiers. En termes d'unité du lait produit, les petits ruminants semblent émettre plus de gaz à effet de serre que les gros ruminants. L'intensité moyenne des émissions pour les produits des ruminants a été estimée à 2,8, 3,4 et 6,5 kg CO₂ -eq/kg en matière grasse et en protéines pour le lait corrigé de vache, de bufflonne et de petit ruminant d'une manière respective. (Hristov et al., 2013). Par conséquent, la réduction et l'atténuation des gaz à effet de serre chez les chèvres laitières seront un objectif de recherche important pour l'avenir.

7. Chèvre laitière dans les pays en voie de développement

Les chèvres laitières peuvent être un outil clé pour atteindre l'Agenda 2030 des Nations Unies pour le développement durable, adopté en 2016, et ses 17 objectifs de développement durable interdépendants (sustainable développements goals : SDGs). Le secteur de l'élevage en général passe de sa concentration de longue date sur la production isolée à l'amélioration de sa contribution à tous les SDGs, y compris la nutrition humaine, la protection de

l'environnement et l'égalité des sexes (IGA., 2014). Le sous-secteur caprin laitier sera particulièrement important pour atteindre ces objectifs, en raison de l'importance du lait de chèvre dans l'alimentation des enfants pauvres et du rôle important des femmes dans la propriété et la gestion des chèvres laitières. Néanmoins, ces résultats ne se produiront pas automatiquement, mais nécessitent des systèmes de planification et de responsabilisation explicites (IGA., 2014), afin de protéger et d'améliorer la capacité des femmes à prendre des décisions de gestion et de commercialisation à mesure que les chèvres laitières deviennent plus rentables.

Dans les pays à faible revenu d'Afrique, d'Asie, d'Amérique latine et d'autres régions, des chèvres adaptées localement sont élevées à la fois pour le lait et la viande, dont la plupart sont vendues de manière informelle. Dans les zones pastorales, en particulier dans les zones plus sèches et sujettes à la sécheresse, le lait de chèvre est très apprécié et apprécié, et est souvent la seule protéine de l'alimentation des enfants. En général, les programmes de recherche, de vulgarisation et de commercialisation dirigés par le gouvernement ont donné la priorité aux bovins et négligé les petits ruminants en général, et les chèvres laitières en particulier, malgré leur importance pour certaines des populations les plus vulnérables. Néanmoins, une importante production de lait de chèvre se trouve dans de nombreux pays africains, dont le Soudan, le Mali, la Somalie, le Kenya et l'Algérie (Skapetas and Bampidis, 2016).

Chapitre 2 :
Production laitière caprine en Algérie

1. Généralité :

La chèvre est souvent appelée la vache du pauvre, la chèvre reste l'animal qui joue un rôle primordial dans l'alimentation des populations. Elle est élevée essentiellement pour le lait, la viande, et la peau et les poils (Hafid, 2006). En Algérie l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles, associé à l'élevage ovin. Il est présent dans toutes les zones ; au nord il est concentré aux régions montagneuses, mais le gros effectif est reparti dans les zones steppiques et subdésertiques (Iaoudarene and Saidj, 2021).

En Algérie, le lait de chèvre représente une part négligeable dans la production nationale de lait. Bien que l'effectif caprin de races croisées ait doublé au bout de 20 ans (1992 à 2011), pour atteindre 4 544 000 têtes, la production de lait de chèvre a connu une faible progression en termes de quantité produite (Mouhous et al., 2013).

Le système d'élevage caprin demeure extensif. Il est surtout localisé dans les zones montagneuses. Cet élevage est considéré souvent comme activité secondaire qui assure une liquidité financière en cas de besoins (Jansen and van den Burg, 2004). Plusieurs tentatives de son développement ont été lancées auparavant, mais avec peu de succès. L'alimentation est souvent basée sur le pâturage, la productivité laitière des chèvres est toujours faible. Cela représente l'une des contraintes au développement d'une filière caprine laitière (Mouhous et al., 2013).

2. Composition génétique de la population caprine

2.1. La population des races caprines locales

La population caprine locale représente le rameau Nord-Africain proche du type Kurde et Nubiosyrien (Moula et al., 2017). Les animaux se caractérisent par de longs poils, le plus souvent de couleur noire ou gris foncé, et par sa rusticité et son adaptation à la diversité pédoclimatique algérienne. 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, localisée dans les hauts plateaux et dans certaines zones du Nord ; et enfin la race M'Zabia, localisée dans la partie septentrionale du Sahara (Laouadi et al., 2020) (Figure 4). La mozabite est caractérisée par une durée de lactation plus longue en comparaison avec les autres races, soit une durée de 180 jours, et une production laitière la plus élevée qui peut atteindre 460 kg/lactation. Par, contre la race Makatia ne peut produire plus de 80 Kg/lactation (Fantazi, 2004),

L'élevage de ces races adaptées est orienté vers une production mixte de la viande et du lait.



Fig. 4 : Chèvres Arabia, Makatia, M'Zabia et Kabyle (Laouadi et al., 2020; Moula et al., 2017)

2.2. La population des races importées

La population des races importées est représentée principalement par la Saanen et à un moindre degré par l'Alpine, importées d'Europe et caractérisées par leur forte production laitière. La race Saanen est élevée principalement par les fabricants du fromage en Kabylie (Moula et al, 2017).

2.3. La population métissée

La population métissée est issue de croisements contrôlés ou incontrôlés des races locales avec les races Maltaise, Damasquine, Murciana, Toggenburg, Alpine et Saanen. L'objectif de ces croisements reste varié selon les régions et les éleveurs (Moula et al., 2017).

3. Situation de l'élevage caprin en Algérie

L'effectif caprin algérien est estimé à 4,5 millions de têtes dont 60% de femelles. L'élevage caprin se concentre essentiellement dans les zones montagneuses, steppiques et subdésertiques où il constitue une activité économique importante. Le cheptel caprin algérien présente une extraordinaire diversité génétique mais n'a fait l'objet, à ce jour, que de peu de description de ses populations.(Moula et al., 2014).

3.1. Répartition géographique des caprins et sa localisation en Algérie

La répartition du cheptel caprin à travers le territoire national dépend de plusieurs facteurs à savoir : la nature de la région, le mode d'élevage, et l'importance accordée à la chèvre (Hafid, 2006). La figure 5 montre que la plus grande partie de l'effectif caprin est dans les zones steppiques et sahariennes (oasis) soit presque 59% de l'effectif total cela est en accord avec (Iaoudarene and Saidj, 2021) où la population caprine en Algérie est localisée dans la steppe avec 41 %, et en zone montagneuse avec un taux de 29 %, et au sud avec un pourcentage de 23 %.

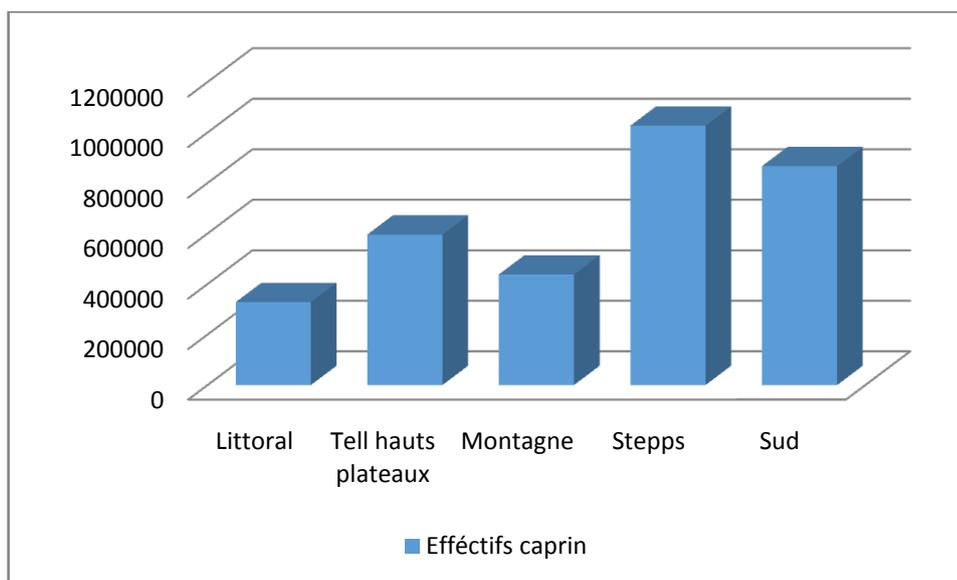


Fig. 5 : Répartition géographique des caprins et sa localisation en Algérie

3.2. Evolution des effectifs caprins en Algérie

L'effectif caprin total était de l'ordre de 1 356 000 têtes en 1963. Il a atteint un effectif de 2 557 000 têtes en 1969. Il a presque été doublé en six années en réalisant un croît annuel appréciable (14,8%). Par contre, l'augmentation annuelle chute de 2,3% au cours de la décennie des années 70 pour atteindre un effectif de 2 818 000 têtes en 1979. Au cours de la décennie des années 80, il a diminué en atteignant 2 404 000 têtes en 1989 avec une diminution annuelle de (-1,5%). 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. Enfin pour les années 2000, les effectifs caprins ont progressé lentement en enregistrant un total de 3 774 000 têtes en 2007 (FAOSTAT, 2022). L'évolution de l'effectif des chèvres a la même tendance que celle du cheptel caprin total. Cet effectif est passé de 788000 têtes en 1963 à 1838000 têtes en 2003. Le pourcentage de chèvres dans le total caprin a également peu

évolué. Il est passé de 58,0% à 56,3% durant la période comprise entre 1963 à 1969 et 2000 à 2007 en passant par des valeurs de 61,9% et 57,3% respectivement pour les périodes comprises entre les années 1970 à 1979 et 1990 à 1999. L'évolution du cheptel caprin dans les 10 dernières années est représentée dans la figure 6, le cheptel a marqué une évolution intéressante entre 2010 et 2014 avec une augmentation de un million soit un taux de croissance de 20%. Ce cheptel a marqué une légère évolution dans cette période, qui est liée essentiellement aux essais d'intensification par l'introduction des races améliorées en particulier l'Alpine et la Saanen (Manallah, 2018). Tandis que le cheptel a connu un chevauchement depuis 2014 avec une tendance de stabilité.

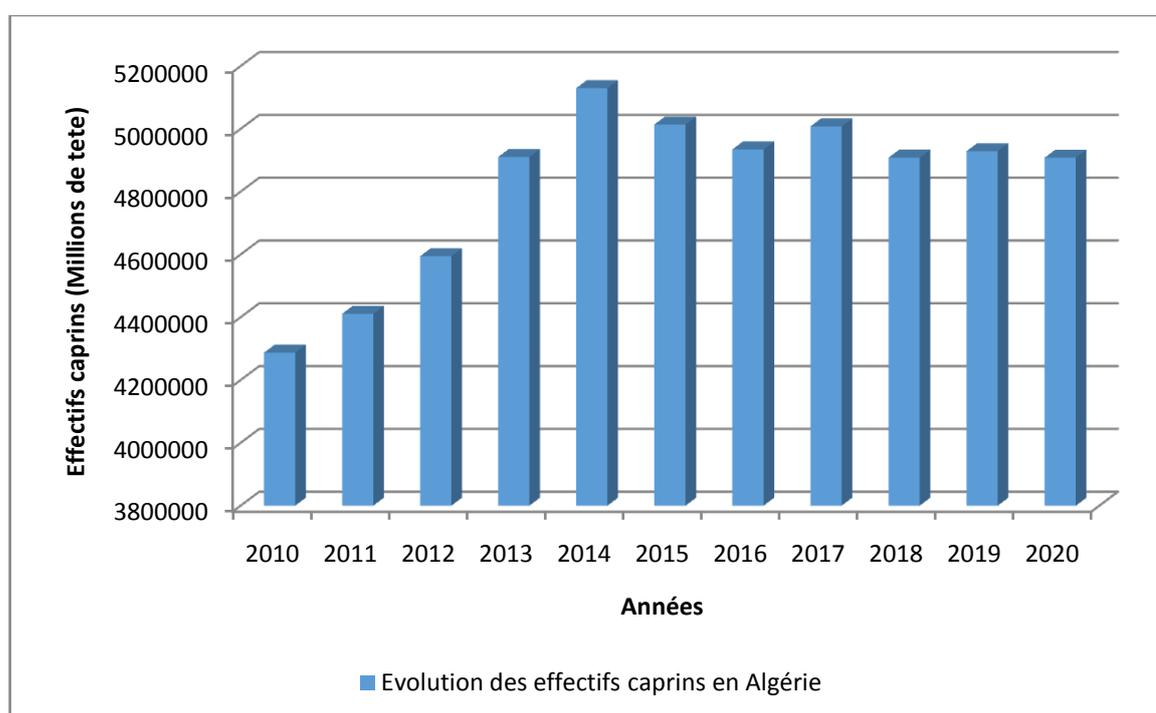


Fig.6 : Evolution des effectifs caprins en Algérie (millions de tête) (2010 - 2020, figure tracée par nos soins à partir des données de la (FAOSTAT, 2022))

3.3. La production de lait de chèvre en Algérie

En Algérie, contrastant avec l'essor de la filière caprine en France, la transformation du lait de chèvre reste faible malgré la rusticité et l'adaptation de la chèvre aux conditions qu'offre l'Algérie. Les produits dérivés sont la plupart du temps des laits fermentés, le plus souvent de qualité sensorielle variée (Badis et al., 2005).

La production laitière de chèvre est irrégulièrement répartie dans le monde selon les zones géographiques et selon les pays (Tableau 2). La production du lait de chèvre en Algérie est en augmentation du 2009 jusqu'au 2017, avec 209 mille tonnes en 2009, pour atteindre 399 mille tonnes qui est la production la plus élevée. En 2019 il y'a une baisse de production par rapport

aux deux années précédentes (Figure 7). La production laitière des chèvres locales est insuffisante, même pour les meilleurs résultats réalisés par les races alpines, Saanen, Hijazi, Mozabite et croisé, soit respectivement 3, 2.7, 2, 2.55 et 1.5 (L/j/chèvre). Toutefois, bien que la population caprine est caractérisée d'une hétérogénéité accrue dans la variation des performances laitières (tableau 3), le rendement laitier de la population rustique est jugé faible et réduit, surtout en comparaison avec les races importées. La faible production laitière, qui est liée au type génétique, est aussi influencée par le facteur alimentaire qui fait défaut au niveau des élevages caprins. En effet, D'Aquino et al. (1995) ont signalé que les génotypes caprins répondent différemment aux mêmes conditions annuelles par un effet négatif ou positif sur leurs performances laitières.

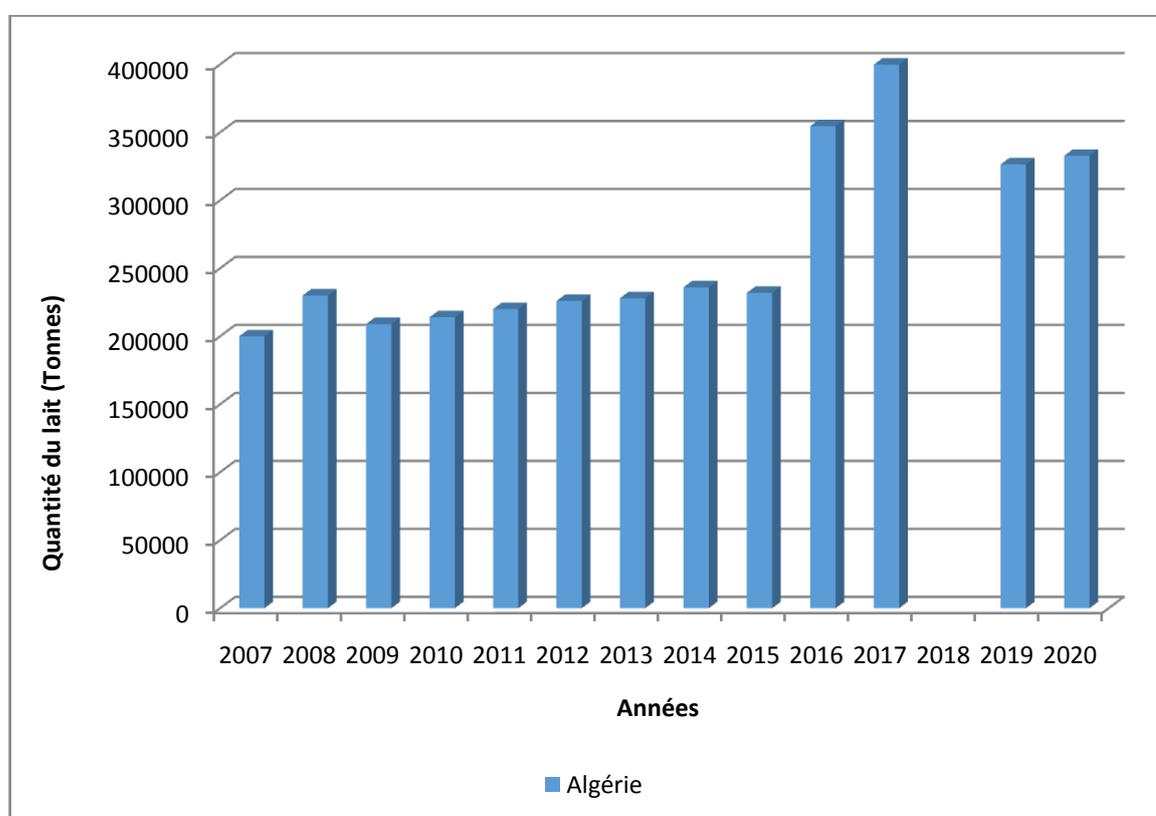


Fig.07 : Production du lait de chèvre en Algérie (2007 - 2020, figure tracée par nos soins à partir des données de la (FAOSTAT, 2022))

Tableau 3 : Performances laitières des chèvres

Race/Rameau	Pays	Production laitière Moyenne (L/j/chèvre) ¹	Auteurs
Alpine	Algérie	3	(Matallah et al.)
Saanen	Algérie	2,7	(Matallah et al.)
Hijazi	Algérie	2	(Matallah et al.)
Croisée	Algérie	1,5	(Matallah et al.)
Arabe	Algérie	1,5	(Matallah et al.)
Arbia	Algérie	0.89 ± 0.91	(Djouza and Chehma, 2018)
Arbia	Algérie	1,46	(Fantazi, 2004)
Naine de Kabylie	Algérie	0,93	(Fantazi, 2004)
Mozabite	Algérie	2,55	(Fantazi, 2004)
Ben Arouss	Maroc	0,5	(El Otmani et al., 2013)
Draa	Maroc	0,46	(Boujenane et al., 2010)
Murciano-Granadina	Espagne	2,03	(Delgado et al., 2017)

¹: quantité totale de lactation divisée sur la durée de lactation en jour

Parmi les trois espèces laitière bovine, ovine et caprine), la production laitière bovine domine largement les autres type de production. En effet, d’après les statistiques de FAOSTAT (2022), le lait de vache représente la plus grande quantité produite en Algérie suivie par la production ovine qui prédomine légèrement la production caprine (figure 8).

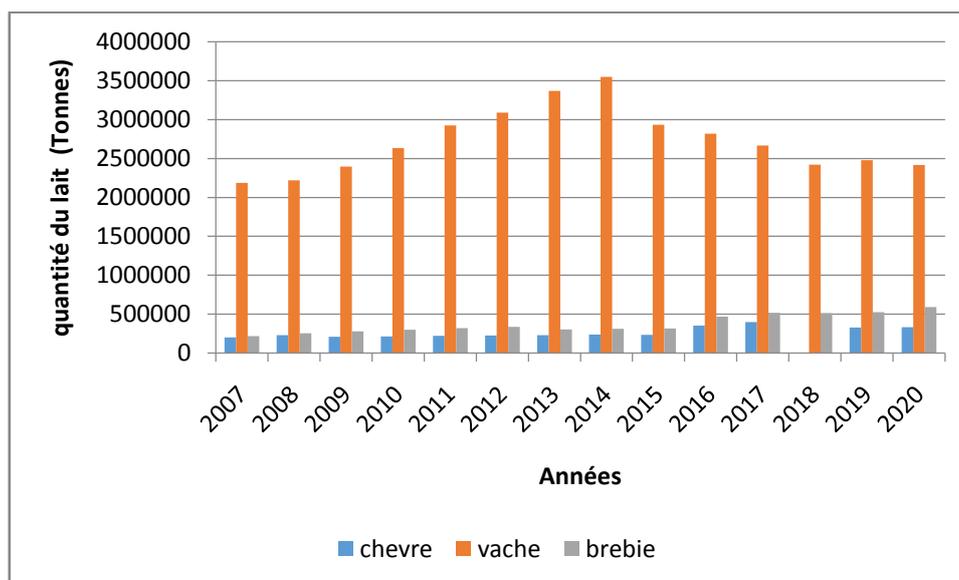


Fig.8 : La production laitière des 3 espèces (vache, chèvre, brebis) en Algérie (2007 - 2020, figure tracée par nos soins à partir des données de la (FAOSTAT, 2022))

3.4. Consommation du lait de chèvre en Algérie

Majoritairement le lait se consomme sous forme de lait reconstitué, cette production laitière est assurée à 80% pour le cheptel bovin, le reste par le lait de brebis et de chèvre. Le lait de chèvre de par son goût âcre n'est pas toujours apprécié par les consommateurs, à l'inverse, sa transformation au fromage le rend plus digeste et très apprécié tant du point de vue organoleptique que nutritionnel. Très peu de données bibliographiques concernant la consommation du lait de chèvre, un lait souvent autoconsommé ou commercialisé dans un secteur informel. Le lait de caprin est moins valorisé économiquement au niveau mondial, mais il est une ressource de grande potentialité chez les pays sous-développés (Lahrech, 2019). Le lait de chèvre peut présenter une très bonne alternative de développement de la filière lait et subvenir ainsi au besoin de la population toute en réduisant les factures d'importation (Mahieddine et al., 2017). Le lait constitue un produit de base dans le modèle Algérien de consommation. En Algérie, le lait de chèvre est depuis longtemps marginalisé, développé au niveau familial dans les régions montagneuses, et consommé cru ou fermenté. Le lait de chèvre, en raison de son goût âcre, n'est pas toujours apprécié par les consommateurs au contraire, sa transformation surtout en fromage le rend plus digestible et très apprécié (Belkacemi and Fouchel, 2018). Depuis longtemps, le lait de chèvre en Algérie est autoconsommé par les ménages, et que sa valorisation industrielle reste souvent très restreinte, voire inexistante. Malgré l'essor connu par la filière laitière ces dernières années, le lait de chèvre autoconsommé par les éleveurs, reste très peu destiné à une transformation technologique.

Chapitre 3 :
**Composition, intérêt nutritionnel et
diététique du lait de chèvre**

1. Généralité

L'importance des chèvres en tant que fournisseurs du lait, des produits laitiers et viandes, a été discuté et documenté dans de nombreuses actes de congrès nationaux et internationaux (Boyazoglu and Morand-Fehr, 2001). Cette importance est également reflétée dans l'augmentation la plus forte du nombre d'animaux caprin en comparaison avec les autres espèces, où l'effectif caprin a enregistré une augmentation rapide au cours des 30 dernières années (FAOSTAT, 2022). Il est probable que le lait de chèvre, comme le lait de vache, soit utilisé traditionnellement par les éleveurs depuis fort longtemps. Dans notre contexte actuel d'urbanisation et d'industrialisation de l'alimentation, le lait de chèvre, sous la forme de lait ou de fromage, jouit incontestablement d'une image « santé ». Il n'est pas facile de savoir précisément comment cette image est entretenue ; cependant, il semble qu'une partie vienne de l'usage du lait de chèvre pour le nourrisson qui ne peut recevoir le lait de sa mère. Cette bonne image est encore entretenue par l'utilisation du lait de chèvre comme aliment thérapeutique (Desjeux, 1993). La valeur nutritionnelle du lait de chèvre peut donc être étudiée à partir de deux sources d'information : celle qui provient de la composition physicochimique, biochimique du lait de chèvre et celle qui provient de la littérature médicale et surtout pédiatrique.

2. Généralité sur le lait de chèvre

2.1 Définition générale du lait de chèvre

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. C'est un liquide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β carotène, de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH qui varie de 6.6 à 6.8, légèrement acide, proche de la neutralité (Alais, 1984). Le lait de chèvre est un aliment complet et hautement nutritif et d'importantes caractéristiques nutritionnelles et alimentaires, en particulier pour l'humain.

Le lait de chèvre est moins connu, et peu utilisé que le lait de vache, le lait de chèvre a pourtant tous les atouts de santé et de nutrition. C'est un liquide biologique produit par les glandes mammaires de la chèvre après gestation. D'un point de vue nutrition, il est très proche du lait maternel. C'est pourquoi durant des siècles, il a été utilisé pour nourrir les bébés dont les mères ne pouvaient allaiter naturellement. Un peu plus épais et fort en goût que le lait de vache, il reste très peu consommé. Pourtant ses avantages santé et nutrition sont égaux, voire supérieurs, à ceux du lait de vache. En cuisine, il permet aussi d'apporter du goût et du caractère à toutes les préparations, même les plus simples

2.2. L'importance du lait de chèvre

L'existence de plusieurs variétés de type de lait en fonction des espèces mammifères, et le lait de chèvre peut constituer une profitable alternative au lait de vache (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Les produits au lait de chèvre suscitent l'intérêt des consommateurs du fait qu'ils accomplissent l'une des trois demandes suivantes : (i) la consommation ménagère (la chèvre est la vache du pauvre), (ii) Un intérêt particulier est donné aux produits à base de lait de chèvre spécialement le fromage et le yaourt vu leurs goût, (iii) caractéristique : leurs propriétés nutritionnelles particulières et leur rentabilité accrue, ainsi que le troisième aspect de la demande qui découle de l'affection des personnes souffrant d'allergies au lait de vache (Haenlein, 2004a). Le lait de chèvre est un aliment de grande importance à l'échelle mondiale. Il contribue grandement à l'alimentation humaine dans les pays en voie de développement (Wehrmueller et al., 2008).

Le lait de chèvre est un mélange équilibré de protéines, de graisses, de glucides, de sels et d'autres composants. La composition du lait détermine sa qualité nutritionnelle et sa valeur comme matière première pour la fabrication de produits alimentaires. Il a une composition qualitative constante, mais varie quantitativement en fonction de différents facteurs tels que la race de l'animal, le stade de la lactation, le nombre de naissances, la période de l'année et le climat de la région (Bidot Fernández, 2017).

2.3. La composition et les caractéristiques du lait de chèvre

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants; celles-ci sont particulièrement adaptées aux besoins nutritionnels et aux possibilités digestives des jeunes qui y trouvent tous les éléments nécessaires à leur croissance. La composition moyenne du lait de chèvre a été présentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : composition moyenne du lait de chèvre (St-Gelais et al., 2000)

Constituents	%
Eau	87,1
Matière sèche totale	12,9
Matière grasses	4,1
Matière azotées	3,5
Lactose	4,5
Minéraux	0,8

2.3.1 L'eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, c'est l'élément le plus important du point de vue quantitatif, la teneur en eau est légèrement inférieure à celle du lait de vache.

L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait, elle se trouve sous deux formes ; l'eau libre (96% de la totalité) et l'eau liée (4% de la matière sèche) (Bouaguel et al., 2020).

2.3.2 Matières grasses

La matière grasse existe dans le lait sous forme de globules gras. Ils sont constitués de phospholipides (1%) et de substances associées (1%), comme le cholestérol, qui forment une membrane, généralement concentrés au centre de ces globules où se trouvent des triglycérides (98%). Ils sont composés d'acides gras saturés à longue et à courte chaîne et d'acides gras insaturés à longue chaîne (Jeantet et al., 2017). Le pourcentage de matière grasse est sensiblement le même que dans le lait de vache. La matière grasse du lait de chèvre ne contient pas de caroténoïdes, raison de sa couleur plus blanche. Les triglycérides contiennent un pourcentage plus élevé d'acides gras contenant de six à dix atomes de carbones, soit les acides caprique, caprylique et caprique. Ceux du lait de chèvre sont plus sujets à la lipolyse, laquelle provoque l'apparition d'une odeur rance (Thomas et al., 2008). Un composant souvent négligé du lait de chèvre est sa teneur en matières grasses ou en lipides. La matière grasse moyenne du lait de chèvre diffère en teneur en acides gras significativement par rapport à la moyenne matière grasse du lait de vache (Haenlein, 2004b), étant beaucoup plus élevée dans l'acide butyrique (C4:0), l'acide caproïque (C6:0), l'acide caprylique (C8:0), l'acide caprique (C10:0), l'acide laurique (C12:0), l'acide myristique (C14:0), l'acide palmitique (C16:0), l'acide linoléique (C18:2), mais plus faible en stéarique (C18:0), et acide oléique (C18:1) (Tableau 5).

Tableau 5 : Composition moyenne en acides gras (g/100 g de lait) dans les lipides de lait de chèvre et de vache (Haenlein, 2004b)

Acides gras	Lait de chèvre	lait de vache
Acide butyrique (C4:0)	0,13	0.11
Acide caproïque (C6:0)	0,09	0.06
Acide caprylique (C8:0)	0,1	0.04
Acide caprique (C10:0)	0,26	0.08
Acide laurique (C12:0)	0,12	0.09
Acide myristique (C14:0)	0,32	0.34
Acide palmitique (C16:0)	0,91	0.81
Acide stéarique (C18:0)	0,44	0.40

2.3.3 Matières protéiques

Le lait de chèvre contient en moyenne 30,8 g/kg de protéines totales alors que le lait de vache contient en moyenne un taux de 32 g/kg, ce paramètre est appelé taux protéique ou TP. Il est intéressant de le quantifier car il reflète la concentration en caséines qui intervient dans

la coagulation du lait. En effet, les caséines forment de petits conglomerats avec le calcium et le phosphore, appelés micelles, qui vont ensuite se lier les uns aux autres, et ainsi former le caillé du lait lors de la fabrication du fromage. Ces caséines de lait de chèvre se caractérisent par contenir plus de glycine, ainsi que moins d'arginine et d'acides aminés sulfurés, en particulier la méthionine (Bidot Fernández, 2017).

En effet, le rendement fromager est fortement lié à la teneur en taux protéique du lait (Grappin et al., 1981). Une teneur de 68 à 70% de caséines au sein des protéines totales dans le lait de chèvre, mais toutes les caséines ne forment pas de micelles, une partie est éliminée dans la phase aqueuse du lait, c'est pourquoi le pourcentage de caséines dans le lait est légèrement supérieur au pourcentage de protéines coagulables à proprement dit. Ainsi, par rapport aux matières azotées totales (MAT) dans le lait de chèvre, un pourcentage de 75,6% de caséines dont 70,9% de protéines coagulables a été mentionné par Grappin et al. (1981).

Le profil protéique du lait de chèvre ressemble plus à celui de l'homme que celui du lait de vache ; De même, il a été démontré que la β -lactoglobuline de chèvre est plus facile à digérer. Environ 40 % de tous les patients sensibles aux protéines de lait de vache tolèrent les protéines de lait de chèvre, cela est expliquée de la lactoalbumine est immunospécifique entre les deux espèces (Chacón, 2005).

2.3.4 Le lactose

Le lactose est le sucre majeur du lait avec un taux moyen de 47g/l. Il est dégradé dans le tube digestif en glucose et galactose en présence de la lactase intestinale. C'est le sucre spécifique du lait, il est synthétisé dans la mamelle à partir de glucose. Celui-ci provient essentiellement de la néoglucogenèse (85% d'origine hépatique, 15% rénale). Le lactose n'a pas une saveur douce, son pouvoir sucrant est 6 fois plus faible que le sucre ordinaire, si on considère celui du saccharose égal à 100 celui du lactose est de 17 (Morrissey et al., 1995). Le rôle principal de ce sucre est de servir de substrat aux bactéries lactiques dans la fabrication des fromages utilisant un caillage lactique. Ces bactéries possèdent en effet une enzyme, l'galactosidase, capable de cliver la molécule de lactose en deux donnant une molécule de glucose et une de galactose (Figure 9). Ces deux nouveaux sucres vont ensuite être utilisés par ces mêmes bactéries pour former de l'acide lactique dont la conséquence est d'entraîner une diminution du pH du lait. L'acidité ainsi obtenue est responsable de la déminéralisation des micelles et va conduire à la formation du caillé (St-Gelais et al., 2000).

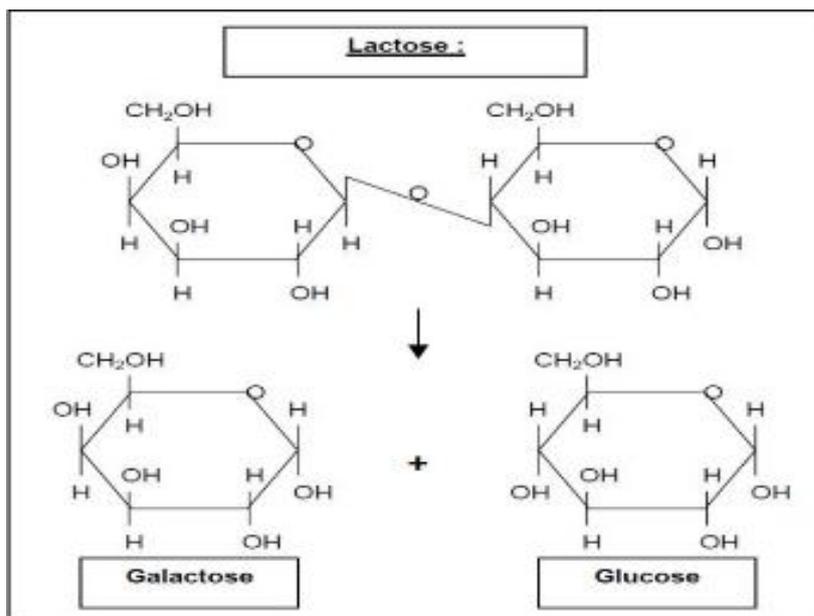


Figure 9 : structure de lactose et résultat de son hydrolyse d'après St-Gelais et al. (2000)

Le lactose, ce sucre contenu dans le lait animal, et par extension dans les produits laitiers, est souvent source d'allergie ou d'intolérance, particulièrement sur le long terme. Contrairement aux allergiques, les individus souffrant d'intolérance peuvent néanmoins supporter des doses plus ou moins faibles de ce composé sans forcément manifester de symptômes. En effet, le lait de chèvre possède une teneur moindre en lactose : comptez 4,1 à 4,7 g de lactose pour 100 g de lait de chèvre contre 4,8 à 5 g grammes de lactose pour le lait de vache (Haenlein, 2004b). Il arrive souvent qu'une personne ne tolérant pas le lait de vache assimile mieux le lait de chèvre. Néanmoins, il est nécessaire de prendre des précautions car chez certaines personnes intolérantes au lactose, même ce faible montant peut provoquer des effets indésirables (Le Jaouen and Toussaint, 1993)

2.3.5 Les vitamines

Les vitamines sont des molécules sensibles qui ne peuvent être apportées que par l'alimentation. Elles sont nécessaires à l'organisme humain car elles ont un rôle de coenzymes, elles se trouvent généralement dans le lait sous forme de trace en quantité très minimes (Pougheon, 2001). Le lait de chèvre apporte une bonne part de vitamine A, D, de thiamine, de riboflavine et de niacine (López-Aliaga et al., 2010). Le lait de chèvre contient de nombreuses vitamines à des concentrations satisfaisantes pour couvrir certains besoins journaliers (Tableau 6). Cependant, le lait de chèvre ne peut couvrir tous les besoins journaliers qu'il faut apporter par d'autres moyens. Il s'agit en particulier de certains acides gras polyinsaturés, dont l'acide linoléique, de certaines vitamines dont la vitamine E, la vitamine C, l'acide folique et la vitamine B12. En effet, l'apport exclusif ou prédominant de

lait de chèvre pendant de longues périodes, peut donner lieu à des anomalies dues à une carence particulière. Cela est bien établi pour la carence en acide folique qui conduit à des anomalies structurales et fonctionnelles de l'épithélium de l'intestin grêle. Par contre, la carence en acide folique est peu vraisemblable lors de l'utilisation du fromage qui s'enrichit souvent en cette vitamine (Desjeux, 1993).

Tableau 6 : Composition du lait de chèvre en vitamines par rapport à 100g du lait d'après Park et al. (2007)

Vitamines	Lait de chèvre
Vitamine A (IU)	185
Vitamine D (IU)	2.3
Thiamine (mg)	0.068
Riboflavine (mg)	0.21
Niacine (mg)	0.27
Acide Pantothénique (mg)	0.31
Vitamine B6 (mg)	0.046

2.3.6. Les enzymes

Le lait contient diverses enzymes, notamment la phosphatase alcaline, le lysozyme, la lactoperoxydase, la catalase, la lipase. Les trois derniers jouent une fonction inhibitrice de la croissance bactérienne. En général, on peut dire que ces enzymes sont rares, mais les réactions et les transformations qu'elles produisent sont d'une telle importance qu'elles peuvent conditionner la composition et les propriétés du lait. Ils sont très sensibles aux variations de pH et de température, de sorte qu'une élévation de la température provoque leur inactivation rapide et permet ainsi d'évaluer la qualité et la manipulation du produit (Maldonado and Burgos, 2015).

2.3.7. Les minéraux

La minéralisation dans le lait de chèvre est plus importante que celle du lait de vache, avec une teneur plus élevée en chlore qui est deux fois plus importante que celle du lait de vache. Le lait de chèvre est plus riche en Potassium et Calcium que le lait de vache. Park et al. (2007) ont rapporté un pourcentage de sodium et de citrates légèrement inférieur dans le lait de chèvre (Tableau 7). Cependant, le lait de chèvre ne peut couvrir tous les besoins journaliers en minéraux et surtout en Fer (Desjeux, 1993).

Tableau 7: Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g de lait) (Park et al., 2007)

Minéraux (mg)	Lait de chèvre	Lait de vache
Ca (mg)	134	193
P (mg)	121	158
Mg (mg)	16	18
k (mg)	181	136
Na (mg)	41	44
Cl (mg)	150	160
S (mg)	28	29
Fe (mg)	0.07	0.08
Cu (mg)	0.05	0.04
Mn (mg)	0.032	0.007
Zn (mg)	0.56	0.57
I (mg)	0.022	0.020
Se (mg)	1.33	1.00

La teneur en minéraux du lait de chèvre est plus élevée que celle du lait maternel ; le lait de chèvre contient environ 134 mg de Ca et 121 mg de P pour 100 grammes de lait et peut contenir jusqu'à 13 % de calcium en plus que le lait de vache, mais n'est pas une bonne source d'autres minéraux tels que le fer, le cobalt et le magnésium. Le tableau 8 montre les valeurs rapportées pour les quantités de minéraux présents dans le lait de chèvre et de vache (Park et al., 2007). Les minéraux constituent une petite partie des constituants du lait, allant de 3 à 8 g/l. Cependant, dans certains cas, ils sont fondamentaux, tant d'un point de vue technologique que nutritionnel. Les matières minérales se présentent sous forme de sels solubles ou sous forme de phase colloïdale insoluble et leur dosage est important pour le dépistage des fraudes ou altérations du lait (Bidot Fernández, 2017).

2.4. Autres caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre

Bien que les propriétés rhéologiques, chimiques et physiques du lait de vache et ses produits laitiers ont été largement étudiés, il existe très peu d'informations sur les propriétés spécifiques du lait de chèvre (Gabas et al., 2012).

2.4.1 pH et acidité

Le pH est une manière d'exprimer la concentration en ions H^+ d'une solution donnée. Il permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait, qui peut être mesurée soit par le pH mètre soit par le papier pH. Un lait avec une haute acidité aura un pH plus bas que 6,6 car l'acide lactique est si fort pour dissocier et abaisser le pH. Le pH du lait frais se situe entre 6,6 et 6,8 (Lapointe-Vignola, 2002). Le lait de chèvre présente une légère acidité soit un pH de 6,6 en comparaison avec les autres espèces laitières (Desjeux, 1993). L'acidité est mesurée aussi par titrage et exprimé en degré Dornic. En effet, l'Acidité de lait de chèvre est comprise entre 19

à 22°D (Tableau 8). L'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencé par le jeu combiné de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation du lait (Mahieddine et al., 2017).

2.4.2 La Densité

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. D'après la littérature, il ressort que la densité du lait de chèvre cru varie de 1,027 g/cm³ à 1,029 g/cm³, et elle est similaire à la densité du lait de vache (Dmytrów et al., 2010). De plus, la densité est une variable qui dépend du pourcentage et du poids spécifique de tous les constituants du lait. Hormis les matières grasses, une augmentation de la concentration des substances laitières augmente la densité du lait contrairement à une augmentation des matières grasses contenu, ce qui réduit la densité du lait (Tableau 8).

2.4.3 Point de congélation

Ce paramètre est utilisé pour la détection du mouillage du lait par cryoscopie, uniquement sur le lait frais non acidifié. Le point de congélation du lait de chèvre est plus bas que celui du lait de vache, respectivement : -0,583 °C et -0,555 °C (Benyoub, 2016). (Tableau 8).

2.4.4. Point d'ébullition

Le point d'ébullition est défini comme la température obtenue quand la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C (Tableau 8).

Tableau 8 : Analyse comparative des caractéristiques physico-chimique du lait de chèvre et vache.

Paramètres	Caprin	Bovin	Auteurs
Densité (mg/cm ³)	1028 à 1030	1028	(Gaddour et al., 2013)
	1027 à 1040	-	(Bidot Fernández, 2017)
pH	6,68 à 6,77	6,76	(Gaddour et al., 2013)
Acidité dornic (D°)	19 à 22	17	(Gaddour et al., 2013)
Chaleur spécifique	0,93	-	(Bidot Fernández, 2017)
Point d'ébullition (C°)	100.5	-	(Bidot Fernández, 2017)
Point de congélation	-0,55°	-	(Bidot Fernández, 2017)

Viscosité (cp)	2,94 à 3,5	3,1	(Gaddour et al., 2013)
Cendre (g/l)	8,76	9,5	(Gaddour et al., 2013)
	8	-	(FAOSTAT, 2022)
	9,66	-	(Alais, 1984)
Teneur en matière sèche (g/l)	118	108,2	(Gaddour et al., 2013)
	134	-	(Larpent J.P., 1990)
Teneur en Matière Grasses (g/l)	22,6	22,5	(Gaddour et al., 2013)
	33,9	-	(Jaubert, 1996)
	56,1	-	(Dračková et al., 2008)
Valeur calorifique (Kcal)	76	69	(Bidot Fernández, 2017)
Lactose (g/l)	38	48	(Bidot Fernández, 2017)

2.5. Caractéristiques organoleptiques du lait de vache

L'analyse organoleptique est l'évaluation qualitative qui est effectuée sur le lait. Cette analyse comprend une phase visuelle, une phase olfactive et une phase gustative (Maldonado and Burgos, 2015).

Dans la phase visuelle du lait on observe son aspect (viscosité, propreté, brillance et couleur). Le lait de chèvre est d'une couleur mate très blanche, d'apparence propre et sans grumeaux car la matière grasse ne contient pas de β -carotènes. Il est plus blanc que la vache, car ce sont eux qui jaunissent le lait. Les carotènes sont chacun des hydrocarbures insaturés, d'origine végétale et de couleur rouge, orange ou jaune que l'on trouve dans les tomates, les carottes, les jaunes d'œufs, etc., et chez les animaux ils se transforment en vitamine A. Elle est plus visqueuse que celle d'une vache, la taille de ses globules gras est plus petite que celle d'une vache et d'un mouton et son nombre est plus grand. La couleur bleu-blanc pourrait indiquer une couleur écrémée ou aqueuse, la présence possible de couleur rouge de colostrum ou des problèmes pathologiques de l'animal (Bidot Fernández, 2017).

Dans la phase olfactive, nous flairons l'odeur que produit le lait. L'odeur du lait de chèvre fraîchement trait est assez neutre même si parfois le lait en fin de lactation a une odeur caractéristique due à l'acide caprique qui est associé à l'animal. Il a une forte odeur, conséquence de l'absorption des composés aromatiques lors des manipulations, généralement insuffisante, avec présence de mâles dans les lieux de traite, une mauvaise hygiène des étables auxquelles le lait est exposé, retard de filtrage et de refroidissement traite. (Bidot Fernández, 2017). La phase gustative compte la sensation en bouche qui produit la dégustation du lait basée sur les saveurs : acide, sucré, salé, amer. Le lait de chèvre a un goût sucré, une sensation agréable en bouche et très caractéristique.

2.6. Qualité microbiologique du lait de chèvre

Le lait de chèvre peut héberger des micro-organismes dangereux qui peuvent présenter de graves risques pour la santé des consommateurs, en particulier des nourrissons. Ce lait peut être contaminé par divers micro-organismes pathogènes ou d'altération au cours des différentes étapes de transformation et de stockage de la ferme à la table. La présence d'une charge microbienne élevée dans le lait peut entraîner une perte économique majeure pour les agriculteurs locaux et les petites laiteries, car le prix du lait est déterminé en fonction du nombre de bactéries, en particulier les pathogènes (Makita et al., 2010). Certaines des bactéries pathogènes et d'altérations telles que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, les espèces Entérobactérie et les espèces Klebsiella sont d'une grande importance pour mettre en évidence les conditions d'hygiène lors de la transformation et de la manipulation du lait de chèvre (Lues et al., 2010). Généralement, pour la sécurité alimentaire, une analyse microbiologique est effectuée pour surveiller et évaluer le niveau de micro-organismes pathogènes et d'altération prévalent dans le lait frais de chèvre (Stuhr and Aulrich, 2010).

3. Intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre

Les avantages potentiels pour la santé liés à la consommation du lait de chèvre ont été récemment examinés, y compris l'hypoallergénicité et l'amélioration des troubles gastro-intestinaux, l'absorption de Fe et de Cu, les taux de croissance, la densité osseuse et les taux sanguins de vitamine A, Ca, thiamine, riboflavine, niacine, et le cholestérol (Stergiadis et al., 2019).

La composition moyenne globale du lait des chèvres, vaches, brebis et lait maternel est présenté dans le tableau 9. Les bienfaits nutritionnels et sanitaires du lait de chèvre sont liés à un certain nombre de problèmes médicaux des personnes, étant avant tout des allergies des protéines alimentaires au lait de vache la cause alimentaire dominante (Desjeux, 1993). L' α -lactoglobuline n'est pas présente dans le lait maternel, et a donc été supposé être la protéine la plus provocatrices des allergies dans le lait de vache, cependant des études comparatives n'ont montré aucune différence entre l'allergénicité de l' α -lactoglobuline des caséines. L'allergie liée au lait de la vache est considérée comme une maladie très courante avec une prévalence de 2,5% chez les enfants de moins de trois années, et 12 à 30 % chez les nourrissons de moins de 3 mois avec une fréquence en Scandinavie de 7 à 8%, même jusqu'à 20 % dans certaines régions. Le traitement au lait de chèvre s'est résolu entre 30 et 40% des cas problématiques (Stergiadis et al., 2019).

Tableau 9 : Composition comparative du lait de chèvre, vache, brebis et femme

Nutriment	Chèvre	Vache	Brebis	Femme	Références
Protéines (g/100g)	3.3	3.4	5.7	/	Alexandratos (1995)
	3.6	3.3	6	1	Amiot et al. (2002)
Caséines (g/l)	3.3	3.3	/	1.3	Desjeux (1993)
	2.87	2.7	4.17	0.6	Amiot et al. (2002)
Lactose (g/l)	4.4	4.7	5.4	6.9	Amiot et al. (2002) Amiot et al. (2002)
Minéraux (mg/100g)	0.8	0.7	1	0.2	Amiot et al. (2002)
Calcium (mg/100g)	134	119	193	32	Amiot et al. (2002)
Phosphore (mg/100g)	111	93	158	14	Amiot et al. (2002)
	110	95	/	12	Desjeux (1993)
Magnésium (mg/100g)	14	13	18	3	Amiot et al. (2002)
	20	12	/	3	Desjeux (1993)
Potassium (mg/100g)	204	152	136	51	Amiot et al. (2002)
	180	150	/	58	Desjeux (1993)
Vitamines					
Riboflavine (µg/100g)	0.14	0.16	0.35	0.04	Amiot et al. (2002)
Vit.B12 (µg/100g)	0.06	0.36	0.71	0.04	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). La consommation totale des (AGS) est actuellement supérieure aux niveaux recommandés, et les recommandations nutritionnelles demandent une réduction de leur consommation (pour contribuer à moins de 10 % de l'apport énergétique total (Tom, 2011). Cependant, le lait contient également plusieurs AG mono insaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI) qui ont été associés à des effets bénéfiques sur la santé humaine. Le lait de chèvre présentait un certain nombre de caractéristiques nutritionnellement souhaitables, notamment des concentrations plus faibles en AGS qui sont associées à un risque accru de maladies cardiovasculaires (C12:0, C14:0, C16:0) (Stergiadis et al., 2019). Le lait de chèvre renferme autant de vitamines D et B12 que le lait maternel, le lait

de vache a une teneur en vitamine B12 sensiblement supérieure, le lait caprin se distingue du lait humain par des teneurs supérieures en vitamines du groupes B (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈), alors que les laits des espèces caprine et bovine présentent des concentrations quasi-semblables, excepté pour la vitamines B₃ où la teneur est supérieure dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache (Stergiadis et al., 2019). D'après les mêmes auteurs, le lait de chèvre est riche en vitamine D qui renforce l'immunité du corps humain contre l'infection de certaines maladies, et il a une fonction importante dans le processus de développement des os et des cartilages. La vitamine A est également très importante dans le processus de visualisation. Cette vitamine est connue comme vitamine anti-âge. Le manque de cette vitamine dans les aliments provoque des types d'asthme. Il cause également la maladie de nidification nocturne et affecte également la fertilité et la reproduction. La teneur en vitamine C de lait de vache est élevée ainsi que la teneur du lait de chèvre est faible en acide folique, ceci est l'origine des anémies mégaloblastiques que favorise également une teneur un peu basse et une faible disponibilité de la cobalamine observée chez des nourrissons ou des jeunes enfants principalement alimentés au lait de chèvre (Haenlein, 2004a). La vitamine choline se trouve dans le lait d'une manière très abondante dans le lait de chèvre. La choline est l'agent qui empêche l'accumulation de graisse autour du foie. En effet, la choline est un facteur important dans la représentation de la graisse et l'utilisation dans le corps, de sorte que la carence en choline ralentit la croissance, accumule la graisse autour du foie et les dysfonctionnements dans les processus de représentation de la graisse corporelle. Le lait de chèvre joue également un rôle actif dans la protection cardiovasculaire car il contient du potassium, un sel minéral essentiel pour maintenir une pression artérielle normale et prévenir l'athérosclérose (Stergiadis et al., 2019). Ainsi, le lait de chèvre empêche les femmes de développer l'ostéoporose après la grossesse résultant d'un manque de calcium dans l'organisme pendant la grossesse et d'un gonflement des membres résultant de liquide s'échappant des vaisseaux sanguins. La consommation de lait de chèvre fait aussi en sorte que les embryons sont les acides aminés les plus importants dont ils ont besoin pendant leur développement intra-utérin sans que la mère éprouve des problèmes de carence de ces acides dans son corps. Le lait de chèvre pour les femmes enceintes protège également les acides gras insaturés, dont le fœtus a besoin pour construire son système nerveux, son cerveau et ses nerfs sans que la mère ne soit exposée à des carences en ces nutriments (García et al., 2014).

Chez les nourrissons, il n'est pas recommandé d'utiliser le lait de chèvre tel qu'à cause du taux important de protéines. Comme pour le lait de vache, 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 ce lait un aliment important pour les enfants lorsqu'ils commencent à marcher. Les sels, minéraux et vitamine D qui se trouvent dans le lait de chèvre contribuent également à la construction des dents, avec une structure appropriée (Freund, 1997).

La présence de phosphores et de potassium dans le lait de chèvre constitue un aliment important que l'enfant devrait le prendre. Ces substances alimentaires, préventives et médicamenteuses (phosphore et potassium) renforceront généralement le système nerveux de l'enfant. 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).

Chapitre 4 :
**Principales contraintes de l'élevage
caprin en Algérie**

1. Principales contraintes de l'élevage caprin

L'élevage caprin se heurte à plusieurs contraintes qui réduisent sa productivité, limitent son développement et mettent en péril sa pérennité. Les contraintes les plus importantes qui peuvent nuire aux productivités caprines sont présentées dans ce quatrième chapitre de ce mémoire.

1.1. Contrainte directe

1.1.1 La production laitière insuffisante

La production laitière est généralement pratiquée en système d'élevage extensif mixte lait/viande avec de petits troupeaux de moins de 10 chèvres généralement associé à un élevage ovin. Avec une production quotidienne de 1.1 litre, la chèvre locale est considérée comme peu laitière, elle n'assure pas une bonne croissance des chevreaux, même en cas de naissance simple. La faible production laitière qui est liée au type génétique, alors que les éleveurs recourent par conséquent aux races européennes, pour le croisement avec la population locale qui améliore la production laitière (Sahraoui et al., 2016).

1.1.2 L'autoconsommation

L'autoconsommation et la vente directe du lait de chèvre sont largement majoritaires, Il est aussi transformé en fromages, beurre, d'jben avec une manière traditionnelle. Même ces produits sont offerts gratuitement aux voisins et à la famille.

1.1.3 Commercialisation

Le contexte socio-économique actuel de l'Algérie, est caractérisé par une forte croissance démographique, une urbanisation forte et rapide, une augmentation sensible du niveau de vie de la population et l'évolution du comportement de certaines catégories de consommateurs, ont engendré une perception positive des produits caprins (lait et viande) grâce à leurs valeurs diététique et gustative. Ceci s'est traduit par une demande croissante et soutenue. Les transformations de la société se sont répercutées sur les produits caprins, mais malheureusement ont vu leurs prix qui coute 2 fois celui de la vache, et le prix de la viande de chevreau qui est fortement augmenter et pour cela la consommation du lait de chevre est resté minable par rapport au lait de vache (Sahraoui et al., 2016).

1.1.4 L'alimentation des troupeaux

Le lieu de pâture est variable selon les circonstances; les éleveurs situés en forêt, où il y a peu de terres cultivées, pâturent en forêt durant toute l'année. Alors que pour les exploitations situées en lisière du massif, le pâturage en forêt se fait dès que les chaumes, sous-produits de la céréaliculture, sont épuisés. Les troupeaux pâturent en forêt jusqu'à

l'épuisement des ressources pastorales spontanées, vers la fin de l'hiver, et le retour de la forêt se fait au printemps pour les jachères. Les éleveurs se trouvant relativement loin de la forêt ou possédant suffisamment de terres agricoles n'utilisent la forêt que durant les jours d'intempéries où le pâturage sur les terres agricoles n'est pas pratique, à cause des labours. La durée de pâturage varie ainsi de quelques jours jusqu'à 1 à 2 mois durant l'hiver. D'autres, bien que situés autour du massif, préfèrent rester à sa lisière, les caprins étant jugés fatigants pour le berger et pour les ovins qui leurs sont associés à cause de leur activité élevée sur les terrains accidentés du massif, et sont donc parfois séparés pour être confiés à une personne plus jeune (Sahraoui et al., 2016).

1.1.5 La mortalité élevée des jeunes

Le taux de mortalité élevé des chevreaux issus des mises bas pendant les saisons des pluies et sèches froides qui sont les plus défavorables aux chevreaux. Cet effet de la saison sur la survie des chevreaux pourrait être dû au développement des endoparasites, surtout chez les chevreaux mis au pâturage après sevrage pendant l'hivernage. Les chevreaux nés pendant la saison sèche froide sont moins viables, sans doute du fait du déclin de l'état nutritionnel des mères et de la baisse de la production de lait. Ces mortalités sont en relation avec autres facteurs qui l'influencent, l'âge de la première mise-bas d'une femelle mise à la reproduction en jeune âge, les chevreaux étant moins viables (Benadel and Salmi, 2020).

1.1.6 La consanguinité élevée

La consanguinité doit être contrôlée si on veut éviter des problèmes majeurs, elle diminue la variabilité génétique intra-race, ce qui ralentit le progrès génétique à long terme. Elle réduit les performances zootechniques des animaux. Cette réduction est appelée «dépression de performance due à la consanguinité». Alors que les animaux avec un niveau élevé de consanguinité peuvent avoir des problèmes de reproduction et une baisse de productivité. Chez la vache, la chèvre et la brebis laitières, des études ont démontré que la consanguinité baisse la production laitière, la fertilité, la fécondité et la longévité (MEDEGAN, 2016).

1.1.7 Un taux faible de réforme des adultes et l'âge précoce à la première reproduction

Généralement, la réforme se pratique à un âge très avancé. Ceci se répercute négativement sur la productivité du troupeau. A partir de 6 mois d'âge et suite à la présence des boucs et des jeunes mâles pubères en permanence dans le troupeau, de jeunes chevrettes entrent en reproduction alors que ni leur poids ni leur physiologie ne le permettent. Cette

situation, qui se traduit souvent par des avortements et des mortalités post-partum, réduit la productivité du troupeau.

1.2. Contraintes indirectes

1.2.1 Main d'œuvre

La non-disponibilité de la main d'œuvre pour l'élevage caprin est soulevée par les éleveurs comme un problème majeur mettant en péril la pérennité de cet élevage, surtout celui conduit en haute altitude. La main d'œuvre familiale qui assurait le gardiennage des troupeaux est en grande partie attiré par les embauches dans le service militaire ou le tourisme

1.2.2 Contraintes liées à l'insuffisance de l'encadrement technique des élevages

La faible diversification des cultures fourragères (principalement à l'orge), la difficulté d'approvisionnement en aliments de bétail, l'inaccessibilité de la majorité des exploitations en période pluvieuse sont à ce niveau les principales contraintes de l'élevage caprin.

Conclusion

Conclusion :

En ce qui concerne les qualités physicochimiques du lait de chèvre peuvent être résumées comme suit :

- Contient des fractions de sucre et d'oligosaccharides similaires au lait maternel.
- Le lait contient 13 % moins de lactose que le lait de vache et 41 % moins que le lait maternel. Ses globules ou gouttes de graisse sont plus petits et plus facilement attaqués par les sucs digestifs.
- Les acides gras contenus dans le lait de chèvre ont une qualité métabolique avec une capacité unique à limiter les dépôts de cholestérol dans les tissus de l'organisme.
- Le lait de chèvre, par rapport au lait de vache, contient la même quantité de protéines, de matières grasses, de fer, de vitamines C et D.
- Le lait de chèvre contient plus de vitamines A et B et moins de lactose.
- le pH du lait de la chèvre est proche de celui du lait de la vache, par conséquent, ils sont d'acidité différente.
- Chimiquement, le lait de la chèvre est le plus riche par rapport au lait de vache en ce qui concerne la teneur en matière grasse et la teneur en extrait sec total. Concernant la teneur en cendre, on trouve une moyenne plus élevée chez la vache que chez la chèvre

En ce qui concerne les intérêts nutritionnels et diététiques du lait de chèvre peuvent également être résumés comme suit :

- Le lait de chèvre se caractérise par l'amélioration des troubles gastro-intestinaux. y compris dans l'absorption de Fe et de Cu, les taux de croissance, la densité osseuse et les taux sanguins de vitamine A, Ca, thiamine, riboflavine, niacine, et le cholestérol.
- L'absence de la protéine α -lactoglobuline a un rôle très important pour l'hypoallergénicité chez les chèvres parce qu'elle est la protéine la plus provocatrices des allergies dans le lait de vache.
- Le calcium et le potassium sont élevés dans le lait de chèvre que le lait de vache
- Le lait de chèvre a une concentration plus faible en AGS qui sont associées à un risque accru de maladies cardiovasculaires que le lait de vache
- Le lait de chèvre renferme autant de vitamine D et B12 que le lait maternel
- Le lait caprin se distingue du lait humain par des teneurs supérieures en vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B8), plus qu'il est riche en vitamine D qui renforce l'immunité du corps humain contre l'infection de certaines maladies.

Conclusion

- Le lait de chèvre est un aliment important pour les enfants lorsqu'ils commencent à marcher, parce qu'il est riche de la trilogie anti-rachitisme du calcium, du phosphore et de la vitamine D.
- La présence de phosphore et de potassium dans le lait de chèvre constitue un aliment important que l'enfant devrait le prendre par ce qu'ils renforceront généralement le système nerveux

En ce qui concerne les principales contraintes de l'élevage caprin en Algérie peuvent également être résumées comme suit :

- La chèvre locale est considérée comme peu laitière, ce qui cause la production insuffisante.
- Le lait caprin est autoconsommé ou offert, mais il n'est pas vendu. (consommation traditionnelle)
- Malgré la demande importante du lait de chèvre vu sa valeur nutritionnelle et diététique, mais l'élévation des prix a stagné le produit dans le marché.
- Ce qui cause la mauvaise gestion de l'élevage de chèvre est l'alimentation qui n'est pas assuré.
- Le taux de mortalité est dû aux mise-bas pendant les saisons chaude et froide.
- La reproduction précoce cause souvent des avortements et des mortalités post-partum.
- La non disponibilité de main d'œuvre pour l'élevage caprin est soulevé par les éleveurs comme un problème majeur mettant en danger la pérennité de cet élevage.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Alais, C. (1984). Science du lait: principes des techniques laitières.
- Alexandratos, N. (1995). World agriculture: towards 2010: an FAO study.
- Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., and Simpson, R. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *Science et technologie du lait*, 1-74.
- Badis, A., Laouabdia-Sellami, N., Guetarni, D., Kihal, M., and Ouzrout, R. (2005). CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES BACTERIES LACTIQUES ISOLEES A PARTIR DE LAIT CRU DE CHEVRE DEDEUX POPULATIONS CAPRINES LOCALES" ARABIA ET KABYLE". *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 30-37.
- Belkacemi, D., and Fouchel, N. (2018). L'alimentation et la qualité physico-chimique de lait cru de chèvre dans la wilaya de Tizi Ouzou. Master en Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- Benadel, I., and Salmi, H. (2020). La prévalence de mortalité chez les chevreaux et les agneaux nouveaux nés. Master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA.
- 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)*.
- Bidot Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal* **29**, 32-41.
- Bouaguel, R., Bouguedah, L., and Medjoudj, H. (2020). Caractérisation microbiologique des fromages traditionnels «Michouna et Adghess» préparés à partir du lait de chèvre.
- Boujenane, I., Lichir, N., and El Hazzab, A. (2010). Performances de reproduction et de production laitière des chèvres Draa au Maroc. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* **63**, 83-88.
- Boyazoglu, J., and Morand-Fehr, P. (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research* **40**, 1-11.
- Chacón, V. (2005). Nutritional facts concerning goat milk (*Capra hircus*) and its variations during the agroindustrial process. *Agronomía Mesoamericana* **16**, 239-252.
- D'Aquino, P., Lhoste, P., and Le Masson, A. (1995). Interactions between the systems of production of breeding and the environment. *Mixed systems of production rain agriculture and breeding in wetlands and sub-wet of Africa. Report/ratio of CIRAD-EMVT. France* **103**.
- Delgado, J. V., Landi, V., Barba, C. J., Fernández, J., Gómez, M. M., Camacho, M. E., Martínez, M. A., Navas, F. J., and León, J. M. (2017). Murciano-Granadina goat: A Spanish local breed ready for the challenges of the twenty-first century. In "Sustainable goat production in adverse environments: Volume II", pp. 205-219. Springer.
- Desjeux, J. (1993). Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. *Le Lait* **73**, 573-580.
- Djouza, L., and Chehma, A. (2018). Production characteristics of Arabia goats in Biskra wilayah, Algeria. *Livestock Research for Rural Development* **30**.
- Dmytrów, I., Mituniewicz-Małek, A., and Balejko, J. (2010). Assessment of selected physicochemical parameters of UHT sterilized goat's milk. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Technol* **13**, 09.
- Dračková, M., Hadra, L., Janštová, B., Navrátilová, P., Přidalová, H., and Vorlová, L. (2008). Analysis of goat milk by near-infrared spectroscopy. *Acta Veterinaria Brno* **77**, 415-422.
- Dubeuf, J.-P., and Boyazoglu, J. (2009). An international panorama of goat selection and breeds. *Livestock Science* **120**, 225-231.
- 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.
- El Otmani, S., Hilal, B., and Chentouf, M. (2013). Milk production and composition of 'Beni Arousse' North Moroccan local goat. *Options Méditerranéennes* **108**, 457-461.
- Eurostat. (2011). Food: From farm to fork statistics.

- Fantazi, K. (2004). Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée de Oued Righ (Touggourt). *Mastère, Institut National Agronomique El-Harrach-Algérie*.
- FAOSTAT (2022). Cultures et produits animaux. In "Division des statistiques", Rome, Italie.
- 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.
- Gabas, A. L., Cabral, R. A. F., Oliveira, C. A. F. d., and Telis-Romero, J. (2012). Density and rheological parameters of goat milk. *Food Science and Technology* **32**, 381-385.
- 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.
- García, V., Rovira, S., Boutoial, K., and López, M. (2014). Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research* **121**, 51-57.
- Gnanda, B., N'Diaye, A. W., Sanon, H., Somda, J., and Nianogo, J. (2016). Rôle et place de la chèvre dans les ménages du Sahel burkinabé. *Tropicicultura* **34**.
- Grappin, R., Jeunet, R., Pillet, R., and Le Toquin, A. (1981). Étude des laits de chèvre. I. Teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées. *Le Lait* **61**, 117-133.
- 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*.
- Haenlein, G. (2004a). Caprine milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* **51**, 155-163.
- Haenlein, G. (2004b). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* **51**, 155-163.
- 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, Univ.De Batna.
- Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., and Adesogan, C. (2013). "Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production-A review of technical options for non-CO2 emissions," FAO.
- Iaoudarene, S., and Saidj, L. (2021). Élevage caprin en Algérie cas de la wilaya Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri.
- IGA. (2014). Scaling-up goat based interventions to benefit the poor. IGA-IFAD Report. (I. G. Association, ed.).
- Jansen, C., and van den Burg, K. (2004). "AD07F L'élevage de chèvres dans les zones tropicales," Agromisa Foundation.
- Jaubert, A. (1996). Les vitamines et les nucléotides du lait de chèvre. In "Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque: Le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France", pp. 81-92.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Garric, G., and Brulé, G. (2017). Initiation à la technologie laitière. Editions Tec & Doc Lavoisier.
- 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.
- Lahrech, A. (2019). Aptitudes fromagères du lait de chèvres locales" Makatia, Arabia, M'Zab et naine de Kabylie" étude des propriétés fonctionnelles des protéines laitières.
- Laouadi, M., Tennah, S., Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., and Kafidi, N. (2020). Caracterización morfológica de cabras indígenas en el área de Laghouat en Argelia. *Archivos de zootecnia* **69**, 272-279.
- Lapointe-Vignola, C. (2002). "Science et technologie du lait: transformation du lait," Presses inter Polytechnique.
- Larpernt J.P. (1990). Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait,. Dans : La vache laitière. (r. d. S.-c. ed. INRA publications, 78000, Versailles, pp. 231-246., ed.).

- Le Jaouen, J., and Toussaint, G. (1993). Le lait de chèvre en Europe. *Le Lait* **73**, 407-415.
- Li, L. (2019). Price of goat whey soars as Chinese milk powder makers seek new areas of growth. *Yicai Global*.
- Loe, E., Bauer, M., Lardy, G., Caton, J., and Berg, P. (2004). Field pea (*Pisum sativum*) inclusion in corn-based lamb finishing diets. *Small Ruminant Research* **53**, 39-45.
- López-Aliaga, I., Díaz-Castro, J., Alférez, M. J. M., Barrionuevo, M., and Campos, M. S. (2010). A review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. *Dairy science & technology* **90**, 611-622.
- Lu, C. (1988). Grazing behavior and diet selection of goats. *Small Ruminant Research* **1**, 205-216.
- Lues, J., De Beer, H., Jacoby, A., Jansen, K., and Shale, K. (2010). Microbial quality of milk, produced by small scale farmers in a peri-urban area in South Africa. *African Journal of Microbiology Research* **4**, 1823-1830.
- 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.
- Makita, K., Fevre, E. M., Waiswa, C., Eisler, M. C., and Welburn, S. C. (2010). How human brucellosis incidence in urban Kampala can be reduced most efficiently? A stochastic risk assessment of informally-marketed milk. *PLoS One* **5**, e14188.
- Maldonado, S., and Burgos, L. S. (2015). Quality Indices for Goat Milk.
- Manallah, I. (2018). Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif.
- Matallah, S., Matallah, F., and Gadi, T. Effet de la race sur la composition physico-chimique de laits de chèvres du Sud-Est algérien.
- MEDEGAN, C. B. (2016). "Consanguinité et gestion des ressources bovines dans les élevages traditionnels de la commune." EPAC/CAP/UAC.
- Miller, B. A., and Lu, C. D. (2019a). Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian journal of animal sciences* **32**, 1219-1232.
- Miller, B. A., and Lu, C. D. (2019b). Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian journal of animal sciences* **32**, 1219.
- Morales-Jerrett, E., Mancilla-Leytón, J. M., Delgado-Pertíñez, M., and Mena, Y. (2020). The contribution of traditional meat goat farming systems to human wellbeing and its importance for the sustainability of this livestock subsector. *Sustainability* **12**, 1181.
- Morrissey, M. C., Harman, E. A., and Johnson, M. J. (1995). Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Medicine and science in sports and exercise* **27**, 648-660.
- Mouhous, A., Bouraine, N., and Bouaraba, F. (2013). L'élevage caprin en zone de montagne. Cas de la région de Tizi-Ouzou (Algérie). *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*.
- Moula, N., Ait Kaki, A., Touazi, L., Farnir, F., Leroy, P., and Antoine-Moussiaux, N. (2017). Goat breeding in the rural district of Chemini (Algeria). *Nature and Technology*.
- Moula, N., Philippe, F.-X., Ait Kaki, A., Leroy, P., and Antoine-Moussiaux, N. (2014). Les ressources génétiques caprines en Algérie.
- Ouchene-Khelifi, N. A., Ouchene, N., and Lafri, M. (2021). Characterization and typology of goat production systems in Algeria based on producers survey. *Bulletin of the National Research Centre* **45**, 22.
- Park, Y., Juárez, M., Ramos, M., and Haenlein, G. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* **68**, 88-113.
- Pougheon, S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., and Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research* **79**, 57-72.
- Ribeiro, A., and Ribeiro, S. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research* **89**, 225-233.

- Sahraoui, H., Madani, T., and Kermouche, F. (2016). Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne: un atout pour un développement régional durable en Algérie. *Options Méditerranéennes. The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems* **115**, 677-681.
- Selvaggi, M., Laudadio, V., Dario, C., and Tufarelli, V. (2014). Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability. *Molecular Biology Reports* **41**, 1035-1048.
- Skapetas, B., and Bampidis, V. (2016). Goat production in the World: present situation and trends. *Livest Res Rural Dev* **28**, 200.
- 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. ".
- 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.
- Stuhr, T., and Aulrich, K. (2010). Intramammary infections in dairy goats: recent knowledge and indicators for detection of subclinical mastitis. *Landbauforschung* **60**, 267-279.
- Thomas, C., Romain, J., and Gérard, B. (2008). "Fondements physicochimiques de la technologie laitière," Lavoisier.
- Tom, S. (2011). Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. Report of an Expert Consultation. Food and Nutrition Paper 91.
- US, D. o. A. (2019). Cattle. Statistics and Market Information System.
- Wehrmueller, K., Jakob, E., and Ryffel, S. (2008). Orotic acid content in cow's, ewe's and goat's milk. *Agrarforschung (Switzerland)*.