

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N° : 24 /DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PRODUCTION ET NUTRITION
ANIMALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

Par : BENSEIDI Hiba

Intitulé

Contribution à l'étude de la conformation des mamelles
des chèvres dans la région de M'Sila

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. DEBECHE E.	MCB	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
Dr. BARA Y.	MCB	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
Dr. GUERMAH H.	MCA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examineur

Année universitaire : 2024/2025

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire :

Je tiens à adresser toute ma gratitude à mon encadreur Mme BARA Yamouna pour sa disponibilité, ses précieux conseils et son accompagnement tout au long de ce travail.

Mes remerciements vont également à M. BAA Abdelhamid pour son aide et ses orientations pertinentes.

Je souhaite également remercier chaleureusement M. DEBECHE El-Houas, président du jury, et M. GUERMAH Hocine, en qualité d'examineur, d'avoir accepté d'être dans le jury de soutenance pour l'examination et l'amélioration du manuscrit. Merci pour votre temps et vos efforts.

Enfin, mes plus vifs remerciements vont aux éleveurs qui m'ont accueillie avec gentillesse, qui ont répondu à mes questions avec patience et qui m'ont grandement aidée à collecter les informations nécessaires et à atteindre l'objectif souhaité.

DEDICACE

Ce travail n'est pas seulement le fruit de mes efforts, mais aussi celui de l'amour, du soutien et des sacrifices de ceux qui me sont chers.

Je dédie ce modeste mémoire à ma précieuse mère, lumière de ma vie, dont la tendresse et les prières m'ont guidée sur le chemin de la réussite.

À mon cher père, pilier de force et de sagesse, qui m'a appris la valeur du travail et de la persévérance .

À mes frères bien-aimés Reda, Omar et Rayane, compagnons de rires, de rêves et d'encouragements, qui ont toujours cru en moi.

À ma chère tante Salima, dont l'affection et la présence chaleureuse ont illuminé mes jours.

Aux mes autres tantes Djamilia , Siham, Assia, merci pour votre amour et votre confiance en moi.

À l'homme de ma vie Abderrahmen, mon véritable pilier, Merci pour ta foi en moi, ton encouragement durant mes jours les plus difficiles et surtout, merci d'être là.

À ma cousine Hadjer, merci pour ton soutien constant. Merci d'avoir été un véritable pilier tout au long de mon parcours universitaire. Merci simplement d'être là

Aux mes autres cousines Sara, Fati, Rahil, Israa, Asil et Aridj, merci pour votre soutien à mon ambition

À mon amie Maria, amie des trois années d'études, mais devenue une amie pour la vie. Merci pour ta présence, ton soutien constant, et merci d'être une partie de cette réussite.

À mon amie Khadra, à la fidèle, à celle qui a eu le plus grand mérite dans l'achèvement de ce projet. Merci de m'avoir guidée tout au long de ce travail, te connaître a été un véritable honneur

A mon amie sana, merci pour ton soutien et tes conseils ces derniers jours

Aux éleveurs Ahmed , Bilel, Benjkidel, Mohammed, Halim, Ziane, merci pour votre chaleureux accueil

À vous tous, je vous porte dans mon cœur avec une gratitude éternelle. Sans vous, ce rêve n'aurait pas pris vie

RESUMÉ

L'objectif de l'étude est d'analyser la morphologie de la chèvre et de sa mamelle dans la région semi-aride de M'Sila afin d'identifier les morphotypes favorables à la production laitière et à la santé de la mamelle. Pour ce faire, 44 chèvres (59 % de race Arbia) de différents âges (de 1,5 à 8 ans) et en anœstrus saisonnier ont été sélectionnées. Au cours de la période Juin-Aout, des pré-enquêtes ont été réalisées auprès des élevages visités, situés dans quatre communes au sud de la wilaya (Ain El-Melh, Ain-Errich, Ain-Fares et Sidi M'Hamed, puis, des observations et des mesures morphométriques directes ont été effectuées sur certaines caractéristiques corporelles, et mammaires. Les références et les modalités de collecte des mesures ou des observations sont celles indiquées dans les fiches et les tableaux de pointage de l'espèce caprine de l'ouvrage ADGA *Linear Appraisal System for Dairy Goats* ©. Le traitement des données a été effectué à l'aide d'une statistique descriptive simple (moyennes et écart-types) avec le tableur Excel, puis avec le logiciel SPSS 26 pour la comparaison des moyennes et l'analyse du coefficient de corrélation de Pearson.

Les résultats de la morphométrie montrent une nette variabilité entre les races caprines étudiées, notamment en ce qui concerne la longueur du corps et la hauteur au garrot. La race Saanen présente les valeurs les plus élevées, avec une longueur corporelle moyenne de 85 cm et une hauteur au garrot de 75,6 cm, ce qui traduit une conformation plus développée. Les croisements Arbia × Saanen (78,67 cm) et Arbia × Syrienne (79,00 cm) présentent également des dimensions corporelles importantes, ce qui traduit un effet positif de l'hybridation sur la taille et le développement corporel. L'analyse révèle une tendance générale vers des attaches mammaires de qualité moyenne à faible. L'examen du ligament de suspension médian montre en effet un équilibre entre le sillon clairement défini (23 chèvres) et la fente extrême (17 chèvres). En ce qui concerne la profondeur du pis, la grande majorité du cheptel (41 chèvres sur 44) est classée dans la catégorie « souhaitable », ce qui est positif pour la longévité et la facilité de traite. La race AR×SA possède les trayons les plus longs en moyenne (3,33 cm), tandis que la race syrienne présente les trayons les plus courts (2,50 cm). En ce qui concerne la variabilité, la race syrienne affiche l'écart-type le plus élevé (1,73), ce qui indique une grande hétérogénéité de la longueur des trayons au sein de ce groupe. Inversement, les races Alpine et AR×SA présentent les écarts-types les plus faibles (0,29), ce qui suggère une grande uniformité morphologique au niveau des trayons pour ces deux races. La majorité du cheptel (28 individus sur 44) présente une orientation extrêmement large. La répartition quasi équilibrée entre les types entonnoir, intermédiaire et idéal (16, 16 et 12 cas, respectivement) témoigne d'une variabilité morphologique marquée au sein de la population. La grande majorité du cheptel (41 sur 44) présente un plancher extrêmement haut, ce qui témoigne d'une bonne conformation mammaire.

Une corrélation positive et hautement significative ($p < 0,01$) a été observée entre la longueur du corps et la hauteur au garrot. La largeur de la poitrine présente une corrélation significative avec la hauteur au garrot ($p < 0,05$) et avec la profondeur de la poitrine ($p < 0,05$). Une forte corrélation est également observée entre la profondeur du pis et le diamètre du trayon ($p < 0,01$), ainsi qu'entre le diamètre et la forme du trayon ($p < 0,01$). En revanche, certaines corrélations faibles ou non significatives, comme celle entre la largeur de la croupe et les caractères mammaires, indiquent une indépendance morphologique entre la conformation postérieure et les dimensions du pis.

Mots clés. Chèvres. M'Sila. Mamelle. Mensurations. Morphologie. Production laitière.

ABSTRACT

The objective is to analyse the morphology of goats and their udders in the semi-arid region of M'Sila in order to identify morphotypes that are favourable to milk production and udder health. To do this, 44 goats (59% Arbia breed) of different ages (from 1.5 to 8 years) and in seasonal anoestrus were selected. During the period from June to August, preliminary surveys were conducted at the farms visited, located in four municipalities in the south of the wilaya (Ain El-Melh, Ain-Errich, Ain-Fares and Sidi M'Hamed). Observations and direct morphometric measurements were made on certain body and udder characteristics. The references and methods for collecting measurements or observations are those indicated in the sheets and scoring tables for goats in the ADGA *Linear Appraisal System for Dairy Goats* ©. The data were processed using simple descriptive statistics (means and standard deviations) with Excel spreadsheets, then with SPSS 26 software to compare means and analyse Pearson's correlation coefficient.

The morphometric results show clear variability between the goat breeds studied, particularly in terms of body length and height at the withers. The Saanen breed has the highest values, with an average body length of 85 cm and a height at the withers of 75.6 cm, reflecting a more developed conformation. The Arbia × Saanen (78.67 cm) and Arbia × Syrian (79.00 cm) crosses also have large body dimensions, reflecting a positive effect of hybridisation on body size and development. The analysis reveals a general trend towards medium to low quality udder attachments. Examination of the median suspensory ligament shows a balance between a clearly defined groove (23 goats) and an extreme cleft (17 goats). In terms of udder depth, the vast majority of the herd (41 out of 44 goats) is classified as 'desirable', which is positive for longevity and ease of milking. The AR×SA breed has the longest teats on average (3.33 cm), while the Syrian breed has the shortest teats (2.50 cm). In terms of variability, the Syrian breed has the highest standard deviation (1.73), indicating a high degree of heterogeneity in teat length within this group. Conversely, the Alpine and AR×SA breeds have the lowest standard deviations (0.29), suggesting a high degree of morphological uniformity.

A positive and highly significant correlation ($p < 0.01$) was observed between body length and height at the withers. Chest width shows a significant correlation with height at the withers ($p < 0.05$) and chest depth ($p < 0.05$). A strong correlation was also observed between udder depth and teat diameter ($p < 0.01$), as well as between teat diameter and teat shape ($p < 0.01$). On the other hand, certain weak or insignificant correlations, such as that between rump width and mammary characteristics, indicate morphological independence between hindquarters conformation and udder dimensions.

Keywords. Goats. M'Sila. Measurements. Morphology. Milk production. Udder

ملخص

هدف الدراسة هو تحليل شكل الماعز وضرعها في منطقة مسيلة شبه القاحلة من أجل تحديد الأنماط الشكلية المواتية لإنتاج الحليب وصحة الضرع. وللقيام بذلك، تم اختيار 44 عنزة (59% من سلالة عربييه) من مختلف الأعمار (من 1,5 إلى 8 سنوات) وفي حالة انقطاع نشاط التكاثر الموسمي. خلال الفترة من جوان إلى اوت، أجريت استطلاعات أولية في المزارع التي تمت زيارتها، والواقعة في أربع بلديات جنوب الولاية (عين الملح، عين البريش، عين فارس وسيدي محمد). تم إجراء ملاحظات وقياسات مورفومترية مباشرة على بعض الخصائص الجسدية والتدببية. المراجع وطرق جمع القياسات أو الملاحظات هي تلك الموضحة في الملفات وجداول تسجيل النوع من الماعز في كتاب © *ADGA Linear Appraisal System for Dairy Goats* تمت معالجة البيانات باستخدام إحصاء وصفية بسيطة (المتوسطات والانحرافات المعيارية) باستخدام برنامج Excel ، ثم باستخدام برنامج SPSS 26 لمقارنة المتوسطات وتحليل معامل ارتباط بيرسون .

تظهر نتائج القياسات المورفومترية تبايناً واضحاً بين سلالات الماعز المدروسة، لا سيما فيما يتعلق بطول الجسم والارتفاع عند الكتف. وتسجل سلالة سانين أعلى القيم، حيث يبلغ متوسط طول الجسم 85 سم والارتفاع عند الكتف 75,6 سم، ما يعكس بنية أكثر تطوراً. كما تتميز سلالات Arbia × Saanen (سم) 78.67 و Arbia × Syrienne (سم) 79.00 بأبعاد جسم كبيرة، مما يعكس تأثيراً إيجابياً للتجهين على الحجم والنمو الجسمي. يكشف التحليل عن اتجاه عام نحو حلمات متوسطة إلى ضعيفة الجودة. يُظهر فحص الرباط الوسطي تعادلاً بين الأخدود الواضح (23 عنزة) والشق الشديد (17 عنزة). فيما يتعلق بعمق الضرع، فإن الغالبية العظمى من القطيع (41 عنزة من أصل 44) مصنفة في فئة "مرغوب فيه"، وهو أمر إيجابي من حيث طول العمر وسهولة الحلب.

تتميز سلالة AR × SA بأطول حلمات في المتوسط (3.33 سم)، في حين تتميز السلالة السورية بأقصر حلمات (2.50 سم). فيما يتعلق بالتباين، تظهر السلالة السورية أعلى انحراف معياري (1.73)، مما يشير إلى تباين كبير في طول الحلمات داخل هذه المجموعة. على العكس من ذلك، تتميز سلالتنا Alpine و AR × SA بأقل انحراف معياري (0,29)، مما يشير إلى وجود تماثل شكلي كبير في الحلمات لهاتين السلالتين. تتميز غالبية القطيع (28 فرداً من أصل 44) بتوجه واسع للغاية. ويشير التوزيع شبه المتوازن بين الأنواع القمعية والمتوسطة والمثالية (16 و 16 و 12 حالة على التوالي) إلى تباين شكلي ملحوظ داخل المجموعة. وتظهر الغالبية العظمى من القطيع (41 من أصل 44) أرضية عالية للغاية، مما يدل على تكوين ثدي جيد.

لوحظت علاقة إيجابية وذات دلالة إحصائية عالية ($p < 0,01$) بين طول الجسم وارتفاع الكتف. يرتبط عرض الصدر ارتباطاً ذي دلالة إحصائية بارتفاع الكتف ($p < 0,05$) وعمق الصدر. كما لوحظت علاقة قوية بين عمق الضرع وقطر الحلمة ($p < 0,01$)، وكذلك بين قطر الحلمة وشكلها. ($p < 0,01$) في المقابل، تشير بعض الارتباطات الضعيفة أو غير المهمة، مثل تلك بين عرض العجز وخصائص الضرع، إلى استقلالية شكلية بين البنية الخلفية وأبعاد الضرع .

الكلمات المفتاحية: الماعز. مسيلا. الضرع. القياسات. الشكل. إنتاج الحليب .

Table des Matières

Résumé, Abstract	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Liste des photos	
INTRODUCTION	1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1. Présentation de la chèvre

1. Origine des caprins	3
2. Place des caprins dans le règne animal	3
3. La Morphologie de la chèvre	4
4. Les principales races dans le monde	5
4.1. La chèvre d'Europe	5
4.1.1. La race Alpine	6
4.1.2. La race Saanen	6
4.1.3. La race Poitevine	7
4.1.4. La race Maltaise	8
4.1.5. La race de Murcie	8
4.1.6. La race Toggenburg	9
4.2. La chèvre d'Asie	9
4.2.1. La race angora	9
4.2.2. La race cachemire	10
4.3. La chèvre d'Afrique	10
4.3.1. La race Nubienne	11
4.3.2. Les variétés de la race nubienne	11
A) Le rameau Kurde (chèvre kurde)	11
B) Le rameau Nubio-Syrien	12
C) Le rameau Pyrénéen	12
5. Principales races algériennes	12
5.1.1. La chèvre Arbia	13
5.1.2. La race Mekatia	13
5.1.3. La race kabyle	14

CHAPITRE 2. Généralités sur la mamelle de la chèvre

1. Anatomie de la mamelle de la chèvre	16
1.1. Morphologie externe	16
1.2. Structure interne	17
1.2.1. Tissu glandulaire	17
1.2.2. Canaux galactophores et sinus lactifères	18
1.2.3. Vascularisation, innervation et système lymphatique	18
A/ Vascularisation	18
B/ Innervation	19
C/ Drainage lymphatique	19

2.	Développement mammaire	19
3.	Processus de lactogénèse	20
4.	Mécanismes de sécrétion et d'éjection du lait	20
5.	Composition du lait de chèvre	21
6.	Facteurs de variation de la production laitière	22
6.1.	Facteurs physiologiques	23
6.2.	Facteurs nutritionnels	23
6.3.	Facteurs sanitaires (état de santé de la mamelle, mammites)	23
6.4.	Conditions d'élevage (logement, traite, stress)	24

PARTIE PRATIQUE

MATÉRIEL ET METHODES

1.	Objectif de l'étude	25
2.	La région d'étude	25
2.1.	Situation géographique	25
2.2.	Caractéristiques agropédoclimatique	26
2.2.1.	Température	26
2.2.2.	Pluviométrie	27
2.2.3.	Les vents	28
2.3.	Situation du secteur agricole	28
2.4.	Effectif caprin de la région de M'sila	29
2.5.	Méthodologie de travail	29
2.5.1.	Protocole expérimental	29
2.5.2.	Analyse statistique	33

RESULTATS ET DISCUSSION

1.	Description générale des élevages visités	34
1.1.	Races exploitées et système de production	34
1.2.	Conduite alimentaire	35
1.3.	Conduite de la reproduction	35
1.4.	La production laitière	37
2.	Résultats de la morphométrie	38
2.1.	Mesures corporelles	38
2.2.	Morphométrie de la mamelle	40
2.2.1.	Attache avant et attache arrière	41
2.2.2.	Ligament de suspension médian	42
2.2.3.	Profondeur du pis	43
2.3.	Morphométrie des trayons	43
2.3.1.	Longueur des trayons	43
2.3.2.	Orientation, forme et largeur des trayons	44
3.	Corrélations entre les paramètres morphométriques étudiés	45

CONCLUSION

REFERENCES

LISTE DES TABLEAUX

1 :	Composition chimique du lait	22
2 :	Évolution des effectifs caprins dans la willaya de M'sila	29
3 :	Races caprines étudiées	34
4 :	Quelques caractéristiques de la reproduction des chèvres étudiées	36
5 :	Mesures corporelles des races caprines étudiées	38
6 :	Forme des membres arrières	40
7 :	Force des attaches mammaires (avant, arrière, et ligament de suspension médian)	42
8 :	Longueur des trayons (en cm)	44
9 :	Caractéristiques morphologiques des trayons	44

LISTE DES FIGURES

1 :	Quelques représentants sauvages du genre Capra	4
2 :	Mamelle de la chèvre en vues latérale et ventrale	16
3 :	Structure interne du pis de la chèvre	17
4 :	Structure histologique du tissu mammaire de la chèvre (coupe sagittale à gauche et alvéole glandulaire à droite)	18
5 :	Schéma montrant l'irrigation artérielle du pis de la chèvre	19
6 :	Facteurs contrôlant la mammogenèse et la lactogenèse en fin de gestation et début de lactation	20
7 :	Réflexe d'éjection du lait	21
8 :	Localisation et carte d'occupation des sols de la wilaya de M'sila	25
9 :	Températures mensuelles moyennes enregistrées au niveau de la wilaya de M' sila	27
10 :	Précipitations mensuelles moyennes enregistrées au niveau de la wilaya de M' Sila	28
11 :	Zones où l'étude a été menée	30
12 :	Mensurations à réaliser	31
13 :	Largeur de la croupe (A) et position des membres arrières (B)	32
14 :	Mesures à effectuer pour évaluer la qualité de mamelle	32
15 :	Mesures corporelles des chèvres étudiées	39
16 :	Orientation, forme et largeur des trayons	45

LISTE DES PHOTOS

1 :	Chèvre Alpine	6
2 :	Chèvre Saanen	7
3 :	Chèvre Poitevine	7
4 :	Chèvre Maltaise	8
5 :	Chèvre Murciano	8
6 :	Chèvre de Toggenburg	9
7 :	Chèvre Angora	10
8 :	Chèvre Cachemire	10
9 :	Chèvre Nubienne	11
10 :	Rameau Kurde	11
11 :	Chèvre Syrienne	12
12 :	Chèvre des Pyrénées	12
13 :	A : Chèvre Arbia ; B : Bouc de la race Arbia	13
14 :	Chèvre Mekatia	14
15 :	Chèvre de Kabyle	14
16 :	Chèvre (à gauche) et bouc (à droite) de la race M'zabite	15
17 :	Mamelle lâche	41
18 :	Mamelle avec attache arrière faible	41
19 :	Mamelle avec sillon clair	43
20 :	Plancher mammaire extrêmement haut	43

INTRODUCTION

L'élevage caprin est une activité importante qui a acquis une position économique significative dans le monde (Darcan et Silanikove, 2018). Il a contribué de manière significative à la sécurité alimentaire et à l'économie rurale, en particulier dans les zones arides et semi-arides (Peacock, 2005). Les chèvres attirent l'attention des éleveurs qui souhaitent augmenter la production animale, car elles s'adaptent à des milieux, des climats et des conditions environnementales difficiles (Delgadillo et al., 1997 ; Boumediene et al., 2025). La chèvre est une source précieuse de lait, de viande et de peau, et son entretien est peu coûteux par rapport à celui d'autres espèces d'élevage. Le lait de chèvre est particulièrement apprécié pour sa haute valeur nutritionnelle : il contient des protéines faciles à digérer, des acides gras à chaîne courte et moyenne, et il convient bien aux personnes intolérantes au lait de vache (Haenlein, 2004 ; Ali et al., 2025).

Le pis joue un rôle déterminant dans l'efficacité de la production laitière et la facilité de traite. Ces caractéristiques sont souvent utilisées comme critères de sélection dans les programmes d'amélioration génétique (Labussière, 1988). Plusieurs études ont montré que des paramètres tels que la profondeur du pis, la longueur et l'angle des trayons, ainsi que le périmètre du pis, sont fortement corrélés au rendement laitier et à la vitesse de traite (Iniguez et al., 2009 ; Udeh, 2021 ; Houssou et al., 2023 ; Frontiers, 2025). Zannou et al. (2024) ont démontré que les chèvres dont le pis est bien développé et équilibré produisaient significativement plus de lait que celles dont le pis était de petite taille ou asymétrique. Devani (2021) a également souligné que les mesures morphométriques du pis pouvaient servir d'indicateurs phénotypiques fiables pour évaluer le potentiel laitier, en particulier dans les systèmes où les données de production sont limitées.

En Algérie, des études récentes ont démontré que la race locale Arbia, par exemple, présentait une grande variabilité morphologique du pis, ce qui avait un impact direct sur la quantité et la qualité du lait produit (Houssou et al., 2023). De même, des recherches sur les chèvres Boer et leurs croisements en Éthiopie ont révélé une forte corrélation entre les dimensions du pis et le volume de lait produit quotidiennement (Frontiers, 2025). L'amélioration des caractères du pis par le biais de programmes de sélection morphométrique et d'une gestion nutritionnelle adaptée semble donc être une voie prometteuse pour augmenter la productivité laitière des chèvres dans divers contextes agro-écologiques (Boukrouh et al., 2025).

Afin d'examiner de telles caractéristiques morphométriques, nous avons voulu, dans le cadre de cette étude, travailler sur quelques races, locales et hybrides de la région de M'Sila et réaliser un ensemble de mensurations permettant de déterminer suivant différents postes, la capacité respiratoire, digestive, de déplacement et mammaire, pouvant affecter la production laitière.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1. PRESENTATION DE LA CHÈVRE

1. Origine des caprins

Les chèvres sont l'un des premiers animaux à avoir été domestiqués par l'homme, après les chiens. Elles accompagnent l'humanité depuis les débuts de l'agriculture (Epstein, 1971). Elle a été domestiquée il y a plus de 10 000 ans dans le Croissant fertile (Iran, Turquie) au cours du Néolithique (Naderi et al., 2008). Selon Geoffroy (1919) et Mamet (1971), les chèvres trouvées en Afrique du Nord seraient originaires de Nubie.

L'ancêtre de la chèvre domestique *Capra hircus*, actuellement présente dans différentes régions du monde, est un ancêtre sauvage appelé *Capra hircus aegagrus* (déterminé par Linnaeu, 1758). Ce dernier vivait dans la région du Croissant fertile et, dans une moindre mesure, en Afrique de l'Est. Il est à l'origine de la série des chèvres domestiques connues aujourd'hui, classées sous le nom scientifique *Capra hircus* (Epstein, 1971 ; Esperandieu, 1975 ; Mason, 1984 ; Vigne, 1988 et Lauvergne, 1988).

La plupart des races de chèvres domestiquées aujourd'hui et élevées dans les fermes et les maisons ont pour ancêtres les chèvres sauvages Bézoard du sud-ouest asiatique. On pense que les origines de la chèvre se trouvent maintenant en Afrique du Nord et de l'Est, où elle se nourrit de bouquetins abyssins et s'accouple avec le Bézoard (French, 1971).

2. Place des caprins dans le règne animal

Le genre *Capra* appartient à la sous-famille des Caprinés, de la famille des Bovidés, de l'ordre des Ruminants, de la classe des Mammifères pourvus d'un placenta (sous-classe des Placentaires), et qui se rassemblent dans l'embranchement des Vertébrés du règne animal.

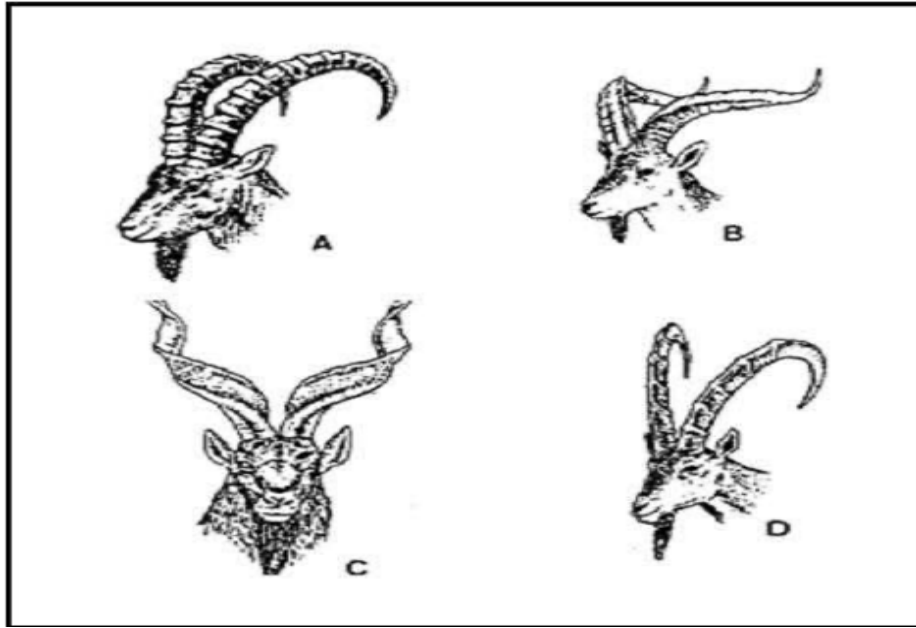


Figure 01. Quelques représentants sauvages du genre *Capra* (Clutton-brock, 1981)

A : *Capra ibex* ; B : *Capra pyrenaica* ; C : *Capra falconeri* ; D : *Capra hircus aegagrus*

Selon Denis (2000), le genre *Capra* regroupe les espèces suivantes, dont certaines sont présentées dans la figure 1

- A- *Capra ibex* (ibex ou bouquetin des Alpes) ;
- B- *Capra pyrenaica* (ibex des Pyrénées) ;
- C- *Capra aegargus* (appelée chèvre aegagre ou chèvre sauvage) ;
- D- *Capra caucasica* (appelée turc occidental, vivant dans 'ouest du Caucase) ;
- E- *Capra cylindricornis* (appelée Turc oriental, vivant dans l'est du Caucase) ;

Selon Simon (1999), les caprinés sont subdivisés en 4 tribus : Les caprinés (Caprini) sont représentés par les bouquetins (*Capra*), dont la chèvre n'est que la forme domestiquée, les ovinés (Ovini) par les mouflons (*Ovis*), dont une espèce a donné le mouton, les rupicaprinés (Rupicaprini), parfois considérés comme une sous-famille distincte (Rupicaprinés), représentés par le chamois, et les ovibovins (Ovibovini), intermédiaires entre les caprinés et les bovinés, représentés par le bœuf musqué ou ovibos et le takin.

3. La Morphologie de la chèvre

Les caprinés ont un corps fort, dodu et poilu, des membres courts et forts, un cou grand, une tête généralement petite, rarement dentelée, et dont la morphologie diffère d'une race à l'autre.

Munie d'une petite barbiche, d'un museau pointu et d'un front étroit et bombé, la queue triangulaire est dépourvue de poils sur sa face ventrale et presque toujours droite. Par rapport aux ovins, les membres des caprinés sont plus solides grâce à un os canon très fort et développé qui facilite la vie dans les zones accidentées. D'après Larousse (1971), ils se caractérisent par des yeux larges et brillants, une iris de couleur jaune ou marron clair, des papilles horizontales sur les côtés de l'iris, comme chez les ovins, ainsi que par des glandes lacrymales, des oreilles généralement droites et pointues, mais dont l'orientation varie en fonction de leur taille : on rencontre ainsi des oreilles longues et pendantes, des oreilles petites et dressées, ou encore des oreilles moyennes et horizontales. Les deux sexes portent des cornes, qui présentent une grande diversité de formes, mais celles des mâles sont plus grandes et plus marquées que celles des femelles.

4. Les principales races dans le monde

Les chèvres fournissent divers produits, dont les principaux sont le lait, la viande et la laine. Il existe des races caprines spécialisées ou à production mixte, plus ou moins productives. Les différences entre les races se manifestent par de nombreuses caractéristiques qui varient dans une très large gamme. À ce jour, il n'existe pas de chiffre exact du nombre de races de chèvres dans le monde, car la plupart d'entre elles n'ont pas été caractérisées (Dubeuf et Boyazoglu, 2009). Selon Galal (2005), les experts de la FAO évaluaient à 570 le nombre de races caprines en 2000. Toutefois, en raison de redondances dues à des appellations régionales, ce nombre serait vraisemblablement de 115. Les chèvres sont alors classées en plusieurs groupes selon leur origine géographique, principalement en Europe, en Asie et en Afrique. L'Asie abrite la plus grande proportion de la population mondiale de chèvres.

4.1. La chèvre d'Europe

Elle se distingue par un cou long et mince, des oreilles dressées et peut avoir des cornes. Sa taille est généralement estimée entre 85 et 90 cm. Ces chèvres ont un corps étroit, un dos tranchant et une croupe courte et inclinée. Elles sont surtout représentées par des races laitières (Saanen, Alpine, Maltaise, Toggenburg et Murciano-Granadina). La race Poitevin est notamment connue pour la haute qualité de son lait, qui répond aux normes de fabrication du fromage (Babo, 2000).

4.1.1. La race Alpine

Originnaire des Alpes suisses et françaises (Douguet et Clément, 2013), c'est une race de taille moyenne, pesant entre 50 et 100 kg pour une chèvre et entre 80 et 100 kg pour un bouc. Elle est reconnue pour sa forte production laitière (Manallah, 2012). C'est un animal à poil ras dont la couleur la plus connue est « pain brûlé » ou « chamoisée », avec des pattes et une raie dorsale noires, ainsi qu'une robe polychrome comportant des taches blanches. Elle a une tête triangulaire, cornue ou non, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche, et ses oreilles dressées vers l'avant sont assez longues, entre 13 et 14 cm. La mamelle est volumineuse et bien attachée (Quittet, 1977 et Charon, 1986), avec une peau fine et souple (Benalia, 1996 ; Babo, 2000 ; Gilbert, 2002 ; Mathilde, 2014).



Photo 1. Chèvre Alpine (<https://histoire-agriculture-touraine.over-blog.com/>)

4.1.2. La race Saanen

Originnaire de la vallée de la Saane, en Suisse, la chèvre Saanen est de taille moyenne à grande. Son poids varie entre 55 et 90 kg pour les femelles et entre 80 et 120 kg pour les mâles. Sa robe et son poil sont uniformément blancs. Sa tête présente un profil droit, avec ou sans cornes, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche, et un front large et plat. Les oreilles sont portées au moins à l'horizontale, la poitrine est profonde, large et longue. La mamelle est globuleuse, très large à sa partie supérieure. Elle est caractérisée par sa bonne production laitière (Savet, 2018 ; Gilbert, 2002 ; Holmes-Pegler, 1966).



Photo 2. Chèvre Saanen (www.capgenes.com)

4.1.3. La race Poitevine

Selon Douguet et Clément (2013), la race poitevine est originaire des Deux-Sèvres, dans l'ouest de la France. C'est un animal de format moyen (50 à 75 kg pour les femelles et 65 à 75 kg pour les mâles). Sa robe est composée de poils longs de couleur brune foncée allant jusqu'au noir, et le blanc recouvre le ventre, l'intérieur des membres et la queue (Mathilde, 2014). Elle a des oreilles droites, pointues, développées et très mobiles (Vintier, 2014). La tête, généralement sans cornes, est triangulaire et porte deux petites taches blanches. Sa poitrine est profonde. C'est une chèvre à forte production laitière, avec une mamelle allongée et régulière, et une peau souple (Quittet, 1977).



Photo 3. Chèvre Poitevine (<https://www.fermeduvieuxchene.fr>)

4.1.4. La race Maltaise

Également connue sous le nom de chèvre de Malte, elle se trouve dans les régions littorales d'Europe. Sa robe est blanche et son poil est long. Avec une tête longue au profil droit, des oreilles plus ou moins tombantes, un dos long et bien horizontal, la chèvre maltaise est l'une des races les plus performantes en production laitière, pouvant produire jusqu'à six litres de lait par jour. Elle se caractérise également par une fertilité élevée (Holmes-Pegler, 1966 ; Quittet, 1977 ; Benalia, 1996 ; Gilbert, 2002).



Photo 4. Chèvre Maltaise (<https://fr.dreamstime.com>)

4.1.5. La race de Murcie

Les origines de cette race remontent à la province de Murcie. Parmi ses caractéristiques morphologiques, on compte une tête fine, des oreilles portées horizontalement, des cornes rares et un long cou. Son corps est long et rond. Le corps et les membres sont recouverts de poils courts. La robe est de couleur acajou, variant de l'alezan au brûlé, et parfois noire. La Murcie est une vache robuste, mais elle est surtout connue pour la qualité de son lait (Dekkiche, 1987).



Photo 5. Chèvre Murciano (<https://www.menaexport.net>)

4.1.6. La race Toggenburg

Le Toggenburg est une chèvre laitière originaire de la région du même nom, située en Suisse. La plupart des animaux de cette race sont exportés vers l'Allemagne et l'Angleterre. Sa robe est de couleur brun clair et présente deux bandes grisâtres sur les joues. La pointe du nez est grise, tout comme les poils des pattes jusqu'aux genoux et le bord des oreilles (French, 1971). Ses oreilles sont droites et portées vers l'avant (American Dairy Goat Association, 2018). La hauteur moyenne au garrot varie de 75 à 83 cm chez les mâles et de 70 à 80 cm chez les femelles, pour un poids vif moyen de 63 kg chez les mâles et de 45 kg chez les femelles (French, 1971).



Photo 6. Chèvre de Toggenburg (<https://fr.wikipedia.org>)

4.2. La chèvre d'Asie

Deux principales races sont représentées : la race angora et la race cachemire. Cette dernière a une tête longue et fine, un front légèrement incurvé, un profil droit et un squelette lisse. Ses membres sont courts et ses masses musculaires sont minces. Le poil est long et la robe est de couleurs variées. Sous les poils se trouvent parfois des pubescences fines et soyeuses (Pradal, 2014).

4.2.1. La race angora

Les chèvres angoras sont originaires de l'Himalaya et la raison de leur nom vient de la région d'Ankara, en Turquie, car c'est là qu'elles ont peut-être évolué après avoir été domestiquées en Asie mineure. Sa toison est blanche, bouclée ou frisée, et elle a un bon rendement lainier, par rapport à une faible production de viande et de lait. C'est une race de

petite taille, avec de petites oreilles pendantes (Holmes-Pegler, 1966 ; Charlet et Le-Jaowen, 1977 ; Quittet, 1977).



Photo 7. Chèvre Angora (<https://www.mohair-france.com>)

4.2.2. La race cachemire

C'est une race de petit format, mais elle est très résistante, surtout dans les régions froides. Sa présence est limitée à la région du Cachemire, entre l'Inde et le Tibet. La race cachemire attire l'attention des éleveurs en raison de la haute qualité de sa laine (Holmes-Pegler, 1966 ; Quittet, 1977 ; Fantazi, 2004).



Photo 8. Chèvre Cachemire (<https://www.artissage-valde Loire.fr>)

4.3. La chèvre d'Afrique

Selon Fantazi (2004), le cheptel caprin en Afrique est principalement composé de la race nubienne et de ses variétés, mais la race nubienne est la chèvre la plus connue.

4.3.1. La race Nubienne

La chèvre nubienne est une race de taille moyenne, mesurant entre 60 et 70 cm. Elle se caractérise par une tête étroite, des oreilles longues, larges et pendantes, ainsi qu'un poil court et une robe de couleur roux plus ou moins foncé (Fantazi, 2004).



Photo 9. Chèvre Nubienne (<https://fr.123rf.com>)

4.3.2. Les variétés de la race Nubienne

Les caprins sont divisés en trois groupes principaux selon leurs propriétés formelles et fonctionnelles (Charlet et Le-Jaouen, 1977 et Fantazi, 2004).

A) Le rameau Kurde (chèvre kurde)

Le rameau kurde se caractérise par une taille moyenne, des poils longs et de haute qualité, ainsi que des cornes enroulées et des oreilles de taille moyenne. Ce rameau a une production laitière élevée, mais sa production de viande est plus faible. La plupart des individus de ce rameau relèvent de la race angora et de la communauté de type balkanique (Charlet et Le Jaouen, 1977).



Photo 10. Rameau Kurde (<https://fr.dreamstime.com/>)

B) Le rameau Nubio-Syrien

Ces individus se caractérisent par une taille relativement grande, des poils courts, des oreilles longues et tombantes. La production laitière de ce rameau est généralement élevée. Plusieurs races se distinguent dans ce rameau, notamment la damasquine, la mambine et la nubienne.



Photo 11. Chèvre Syrienne (<https://www.parc-auxois.fr>)

C) Le rameau Pyrénéen

C'est une grande race au squelette robuste, au poil long et aux cornes longues. La race Serrana, la plus connue de ce rameau, est originaire des zones montagneuses d'Espagne. Cette race était à double production (lait et viande), mais elle a été sélectionnée pour améliorer la production de viande.



Photo 12. Chèvre des Pyrénées (<https://fr.wikipedia.org>)

5. Principales races Algériennes

En Algérie, la population caprine présente une grande diversité de races locales, mais aussi de races améliorées et hybrides (CN AnGr, 2003). Selon Madani (2000), le cheptel de chèvres locales n'a pas fait l'objet d'une hybridation scientifique en Algérie. La majorité des chèvres

locales sont d'origine nubienne. Elles sont connues pour leur capacité à s'adapter, à produire un lait de qualité et à se croiser avec des populations introduites (Bey et Laloui, 2005). Selon de nombreux auteurs, tels que Dekkiche (1987) et Sebba (1992), le troupeau est constitué des races suivantes : Arbia, Makatia, Kabyle et M'zabit.

5.1. La race ARBIA

C'est la race de chèvre la plus connue au niveau local (race dominante). Elle est apparentée à la race Nubienne (Kamel, 2003) et est présente dans les régions des hauts plateaux, des zones steppiques et semi-steppiques. Sa taille est basse, varie entre 50 et 70 cm. Elle se caractérise par une tête sans cornes et des oreilles longues, larges et pendantes. La robe de cette chèvre est de plusieurs couleurs (noir, gris, marron) et son poil est long, mesurant entre 12 et 15 cm. Sa production laitière est estimée à 1,5 litre par jour (Dekkiche, 1987 ; Madani et al., 2003 ; Belanter et al., 2018 ; Aissaoui et al., 2019). Selon Hellal (1986), il existe deux types de chèvre Arbia : le type sédentaire (polychrome blanc, pie noir et brun ; PV de 50kg pour le mâle et 35kg pour la femelle ; taille moyenne de 70cm pour le male et 63cm pour la femelle) et le type transhumant (couleur pie noir dominante ; PV de 60kg pour le mâle et 32kg pour la femelle ; taille moyenne de 74 cm poule male te 64 cm pour la femelle) (Kerba, 1995).



A



B

Photo 13. A : Chèvre Arbia (Sahraoui, 2014) ; B : Bouc de la race Arbia (Laouadi, 2019)

5.2. La race MEKATIA

Appelée aussi Beldia, cette race appartient aux origines d'Ouled Nail, dans la wilaya de Laghouat (Guelmaoui et Abderehmani, 1995). C'est le résultat de l'accouplement entre l'Arbia et la Cherkia (Djari et Ghribeche, 1981). Elle se caractérise par une grande taille : 60 kg pour le bouc et 40 kg pour la chèvre, avec une hauteur au garrot de 72 cm et 63 cm respectivement.

Sa robe est de couleur grise, beige ou marron. La tête est solide chez les mâles comme chez les femelles, avec des cornes dirigées vers l'arrière. Les oreilles sont longues (16 cm) et tombantes. La mamelle est développée, bien attachée et haute, et permet une production de 1 à 2 litres de lait par jour (Hellal, 1986).



Photo 14. Chèvre Mekatia (Laouadi, 2019)

5.3. La race KABYLE

Aussi appelée « chèvre naine de Kabylie », c'est une chèvre de petite taille, forte et massive, mesurant 66 cm chez le mâle et 62 cm chez la femelle, avec une longueur de corps de 65 à 80 cm, pour un poids respectif de 60 kg et 47 kg. Originaires des massifs montagneux de Kabylie et des Aurès, sa mamelle est de forme carrée avec de petits trayons, mais sa production laitière est faible. La plupart d'entre elles sont élevées pour leur viande (Pedro, 1952 ; Hellal, 1986). Elle se caractérise par une robe polychrome, très variable, allant du brun au blanc en passant par le noir, une tête fine et cornue, ainsi que des oreilles longues et tombantes (Fantazi, 2004).



A



B

Photo 15. Chèvre de Kabyle ; A : par CN AnGR, 2003 ; B : par Nessah, 2017)

5.4. La Race M'ZABITE

La chèvre de Mzab, également appelée chèvre rouge des oasis (CN AnGr, 2003), est originaire de Metlili ou de Berriane, dans la région de Ghardaïa. Elle se caractérise par une production laitière élevée de 2,56 L/j. C'est une chèvre au corps allongé et rectiligne. Sa taille est de 68 cm chez le mâle et de 65 cm chez la femelle (Kerbaa, 1995). Sa robe est de couleur chamois, brune ou noire, avec un poil court (3 à 7 cm). Les oreilles sont longues et demi-tombantes, la mamelle est plus développée, haute, bien attachée et les trayons sont petits. La tête est fine et porte des cornes rejetées en arrière (Hellal, 1986).



Photo 16. Chèvre (à gauche) et bouc (à droite) de la race M'zabite (ITELV d'Alger, 2016)

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 2. GENERALITÉS SUR LA MAMELLE DE LA CHÈVRE

1. Anatomie de la mamelle de la chèvre

1.1. Morphologie externe

Les petits ruminants possèdent une seule paire de mamelles, située en position inguinale, et formée de deux quartiers. Chacun de ces quartiers porte une papille mammaire, appelée trayon. Le trayon contient un conduit collectant le lait et s'ouvrant vers l'extérieur par un conduit papillaire unique qui se termine au niveau d'un ostium papillaire (Barone, 2001). Chez la chèvre, la mamelle est volumineuse, allongée, fortement descendue et pourvue de trayons longs. Ces derniers, de forme conique, mesurent environ sept centimètres de long et sont orientés crânio-latéralement (figure 2).

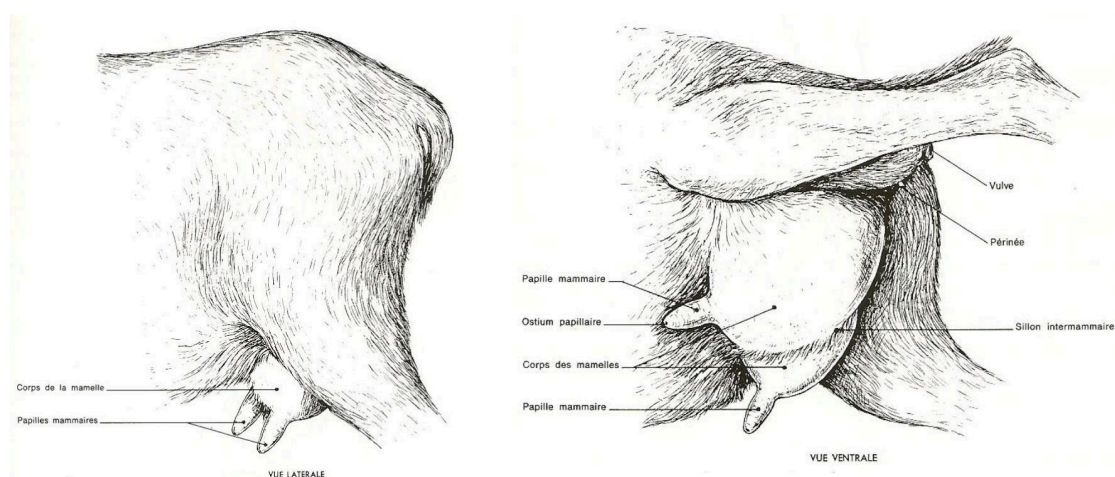


Figure 2. Mamelle de la chèvre en vues latérale et ventrale (Barone, 2001)

Le pis est attaché à la paroi inférieure de l'abdomen et du bassin par deux ligaments : le ligament médian (interne), qui est flexible, et les ligaments latéraux (externes), qui sont plus superficiels et apportent stabilité et soutien au pis lorsqu'il se remplit de lait (Adam et Ragab, 2017). Les dimensions externes du pis, telles que sa circonférence, sa profondeur et sa largeur, jouent un rôle important dans l'estimation de la production laitière, car il existe une forte corrélation positive entre ces dimensions et l'efficacité de la production chez les petits ruminants (Vrdoljak et al., 2020). Chez la chèvre et la brebis, la forme du corps de la mamelle varie beaucoup selon la race, l'âge et le stade de lactation de l'individu. Chez la chèvre en lactation, les trayons pendent jusqu'aux jarrets, ce qui rend la mamelle particulièrement exposée aux traumatismes infligés par l'animal lui-même ou par ses congénères (Barone, 2001).

1.2. Structure interne

La mamelle de la chèvre se compose de deux parties fondamentales : le tissu glandulaire responsable de la sécrétion du lait, et le tissu de soutien qui comprend le tissu conjonctif et grasseux, les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques et les nerfs (figures 3 et 4).

1.2.1. Tissu glandulaire

Le tissu glandulaire contient un grand nombre d'alvéoles d'un diamètre allant de 100 à 500 micromètres, organisées en petits lobes puis en lobes plus grands, et sont connectés les uns aux autres par un réseau de canaux qui s'écoulent dans le sinus glandulaire puis le sinus du trayon. Les vésicules sont tapissées de cellules sécrétoires (lactocytes) entourées de cellules musculaires-épithéliales qui répondent à l'hormone ocytocine pour excréter le lait. La rosette de Fürstenberg, une fine structure à l'ouverture du trayon, est une barrière défensive naturelle contre l'entrée microbienne, et est tapissée de cellules immunitaires pour protéger le pis des infections sans affecter le flux de lait. Pendant la gestation, le pis passe par une phase de croissance rapide dans son tissu glandulaire, suivie d'un pic de production de lait après la naissance, puis le processus progressif de reflux (contraction) de la glande commence dès le sevrage (Soltner, 2001).

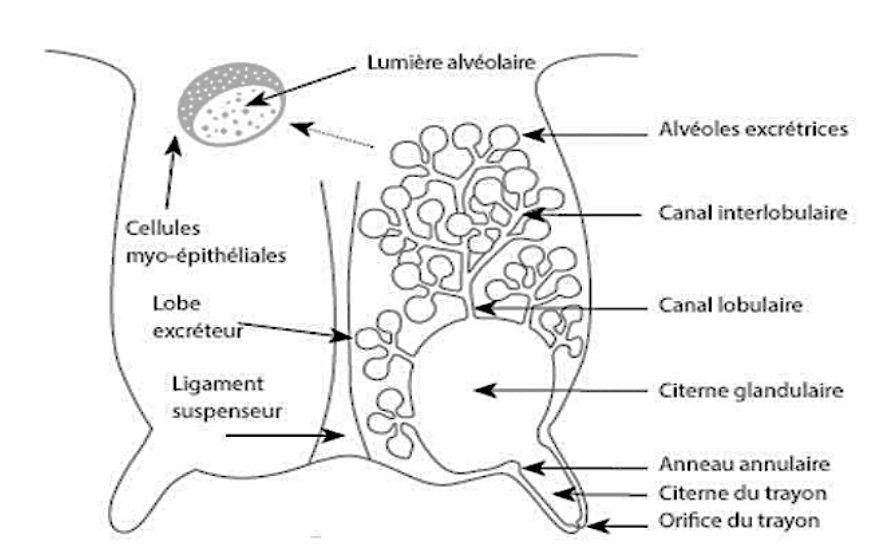


Figure 3. Structure interne du pis de la chèvre (<https://aboutsmallruminants.com/fr>)

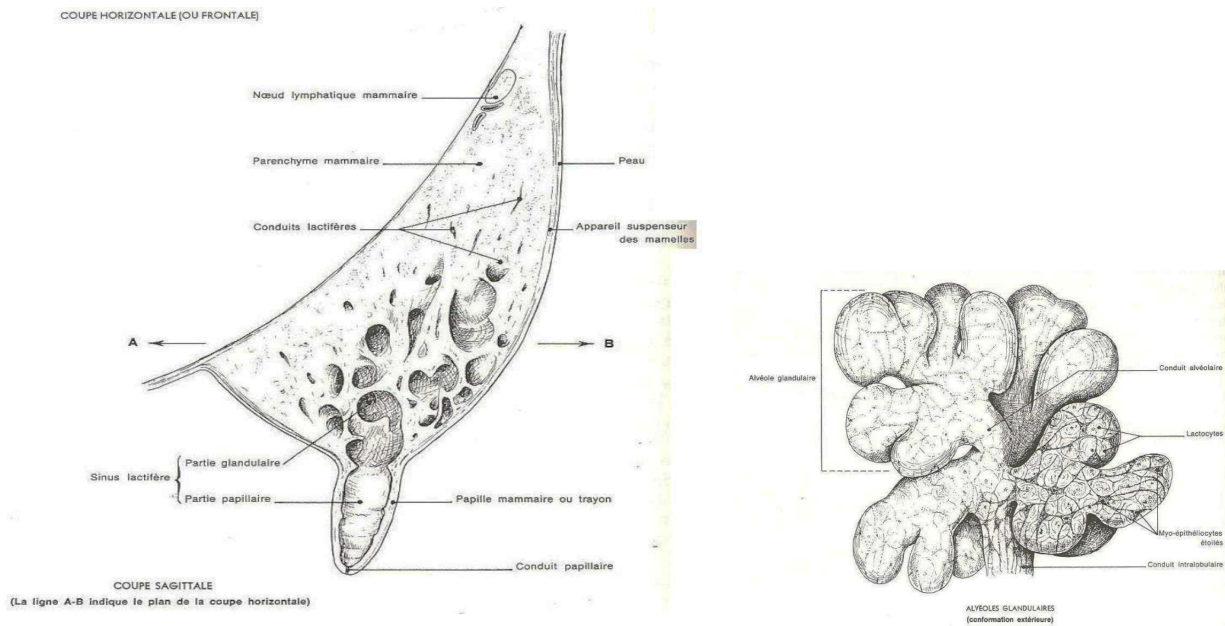


Figure 4. Structure histologique du tissu mammaire de la chèvre (coupe sagittale à gauche et alvéole glandulaire à droite (Barone, 2001)

1.2.2. Canaux galactophores et sinus lactifères

Le système canalaire commence à partir des micro canaux situés dans les lobules (ductules) (figure 3), qui se fondent ensuite en de plus grands canaux appelés canaux galactophores, qui transportent le lait vers l'extérieur. La glande de la chèvre contient généralement entre 12 et 15 principaux canaux laitiers, plus vaste que chez la brebis (Barone, 2001). Ces conduits se ramifient pour s'écouler dans deux cavités principales : le sinus glandulaire à l'intérieur du corps du pis, et le sinus papillaire situé à l'intérieur du mamelon, qui dans le cas d'une production complète peut atteindre 7 centimètres de long et 2,5 centimètres de large. Entre la poche du mamelon et le canal du mamelon se trouve la « rose de Fürstenberg » (Rosette de Fürstenberg), une structure membranaire repliée contenant des cellules immunitaires telles que les lymphocytes, formant une barrière immunitaire qui empêche l'infiltration microbienne sans obstruer le passage du lait.

1.2.3. Vascularisation, innervation et système lymphatique

A/ Vascularisation

L'irrigation artérielle principale de chaque moitié de la mamelle est assurée par l'artère pudendale externe, qui traverse le canal inguinal avant de se courber et de donner un rameau superficiel suivi d'une bifurcation en artères mammaires craniale et médiale fournissant le

parenchyme glandulaire, la peau et les ganglions lymphatiques environnants. Des anastomoses sont observées avec des branches des artères pudendale interne et thoracique interne (Rosemberg et Miglino, 2000). Les capillaires entourant chaque alvéole assurent l'apport des nutriments essentiels à la synthèse des protéines, lactose et lipides. Le débit sanguin du tissu glandulaire varie de 5,5 à 7,2 ml/100 g/min, avec un ratio sang-lait d'environ 500:1.

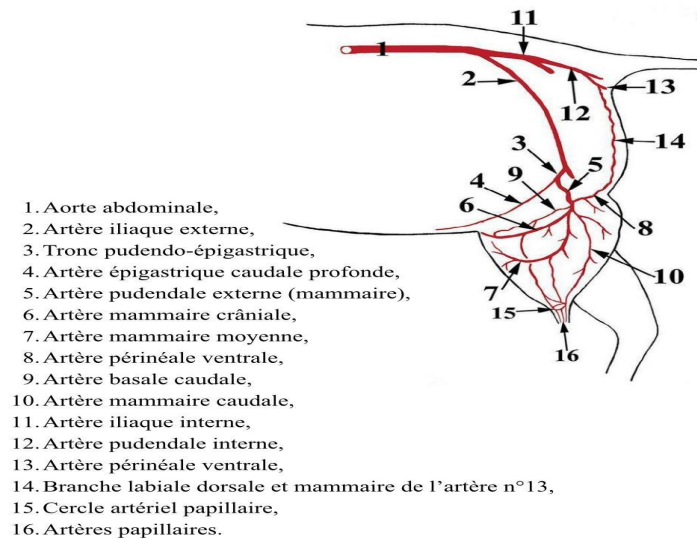


Figure 5. Schéma montrant l'irrigation artérielle du pis de la chèvre

B/ Innervation

L'innervation mammaire comprend des fibres des nerfs spinaux lombaires (L1, L2) et du nerf génito-fémoral, ainsi que des branches du nerf pudendal. Ces nerfs médient la libération réflexe de l'ocytocine, qui provoque la contraction des cellules myoépithéliales et permet l'éjection du lait à travers les canaux galactophores vers la tétine.

C/ Drainage lymphatique

Le drainage lymphatique s'effectue principalement via les ganglions lymphatiques superficiels inguinaux, situés caudalement et dorsalement à chaque moitié de la mamelle. Ces ganglions filtrent les agents pathogènes potentiels introduits via la tétine ou la rosette de Fürstenberg, participant activement à la réponse immunitaire locale.

2. Développement mammaire

Le développement mammaire (mammogenèse) chez la chèvre est modifié selon chaque phase physiologique :

- **Gestation** : en fin de gestation, les hormones comme l'œstrogène, la progestérone et la prolactine activent la prolifération des canaux galactophores et la formation des alvéoles sécrétoires. La progestérone entraîne une ramification tissulaire importante (Lérias et al., 2008).
- **Lactation** : suite à la mise bas, la chute brutale de la progestérone et la montée de la prolactine démarrent la lactogénèse ; les cellules acineuses se différencient pour produire protéines (caséines, lactalbumine) et lipides du lait (Daddaoua et al., 2006 ; Park, 2010).
- **Tarissement (involution)** : après la lactation, l'arrêt de la tétée entraîne une baisse hormonale, accumulation de facteurs inhibiteurs (e.g. le lactation inhibitory factor), et apoptose des cellules alvéolaires avec remodelage du tissu mammaire (Park, 2010 ; Lérias et al., 2008) .

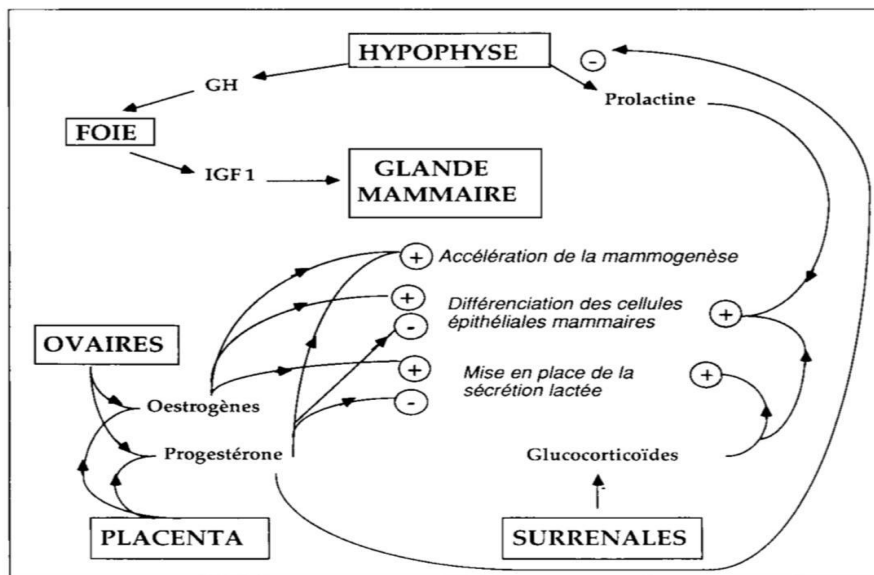


Figure 6. Facteurs contrôlant la mammogénèse et la lactogénèse en fin de gestation et début de lactation (INRA, 1988)

3. Processus de lactogénèse

La lactogénèse commence en fin de gestation avec la production de colostrum, activée par la baisse de la progestérone et l'augmentation de la prolactine. À la mise bas, ce déséquilibre hormonal déclenche la libération de lait mature, via l'expression des gènes des protéines (caséines, lactalbumine) et la perméabilisation des jonctions serrées entre cellules acineuses (Park, 2010) .

4. Mécanismes de sécrétion et d'éjection du lait

- Sécrétion (lactocyte) : les cellules acineuses produisent des protéines, lipides et lactose qui s'accumulent dans le lumen alvéolaire.
- Éjection (let-down reflex) : déclenchée par la stimulation de la mamelle (par le chevreau ou la traite), elle active une voie nerveuse sensorielle vers l'hypothalamus, stimulant l'hypophyse postérieure à libérer de l'ocytocine (Park, 2010 ; Daddaoua et al., 2006). L'ocytocine contracte les cellules myoépithéliales, expulsant le lait dans les canaux galactophores.
- Un facteur inhibiteur produit par les lactocytes module la sécrétion en cas de refoulement du lait (auto-régulation) (Daddaoua et al., 2006 ; Lérias, 2008).

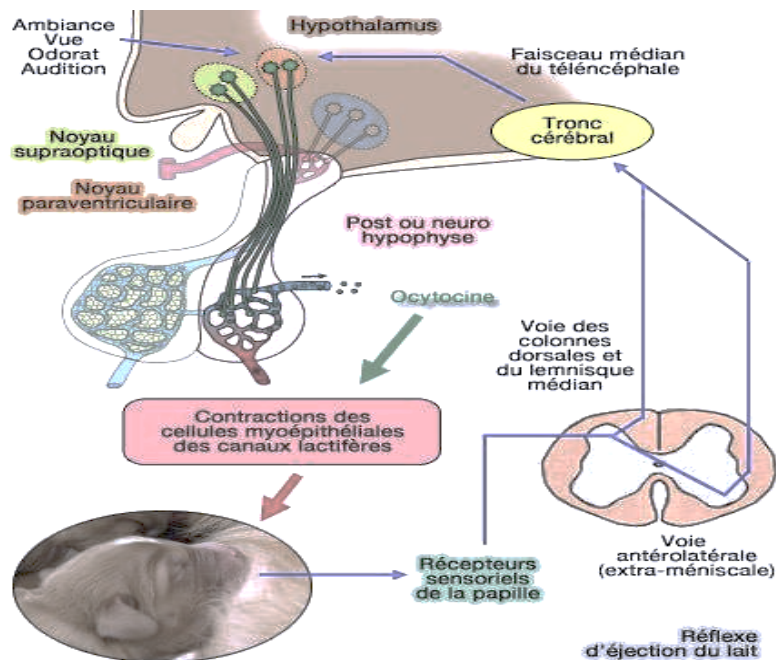


Figure 7. Réflexe d'éjection du lait (vetopsy.fr)

5. Composition du lait de chèvre

Le lait de chèvre présente une composition particulière qui le distingue du lait bovin tant sur le plan nutritionnel que fonctionnel. Selon une méta-analyse couvrant 82 études publiées entre 1975 et 2023, les valeurs moyennes globales du lait caprin sont de 12,7 % d'extrait sec total, 4,1 % de lipides, 3,52 % de protéines et 4,44 % de lactose (JFCA, 2024), et 0,8 % de cendres, pour un extrait sec total avoisinant 12,2 % (Park, 2010 ; Nayik et al., 2022). Les protéines totales sont constituées d'environ 80 % de caséines et 20 % de protéines solubles (principalement β -

lactoglobuline, α -lactalbumine et immunoglobulines). Parmi les caséines, la β -caséine (~55 %) est dominante, tandis que la teneur en α s1-caséine est très variable selon le génotype, ce qui influence la digestibilité et l'aptitude fromagère (Park, 2010 ; Sumarmono et al., 2022).

La taille moyenne des micelles de caséine dans le lait caprin est plus grande (\approx 260 nm) que dans le lait bovin (150–182 nm), en raison d'une plus faible proportion d' α s1-caséine, ce qui peut améliorer la digestibilité (Park, 2010 ; Nayik et al., 2022). Du point de vue lipidique, le lait de chèvre contient des globules gras plus petits que ceux du lait de vache, ce qui facilite leur digestion. Il est également riche en acides gras à chaîne courte et moyenne (notamment C6, C8, C10), qui contribuent à ses propriétés hypoallergéniques, sa meilleure tolérance digestive, et son goût caractéristique (Nayik et al., 2022).

Tableau1. Composition chimique du lait

CONSTITUTS	Lait de chèvre %	Lait de vache%	Comparaison
Eau	87,3	87,5	Similaire dans les deux laits
Extrait sec totale	12,7	12,5	Légèrement plus élevé chez la vaches
Lipides	4,1	3,8	Globules plus petits digestion facilitée
Protéine totale	3,52	3,4	Caséines dominantes (~ 80%), digestibilité variable
β -caséine	~55 % des caséines	~45%	Favorise la digestion
α s1-caséine	Variable selon le génotype	Plus stable	Influence la texture fromagère
Lactose	4,44	4,7	Source d'énergie meilleure assimilation minérale
Cendres (minéraux)	0,8	0,7	Riche en Ca ,P et Mg bonne biodisponibilité
Taille des micelles de caséine (nm)	260	150-182	Plus grandes \rightarrow meilleure digestibilité.
Acide gras à chaîne moyenne (C6 -C10)	Plus élevés	Moins présents	Donnent un goût typique et hypoallergénique.

6. Facteurs de variation de la production laitière

La capacité de production laitière est fortement influencée par la génétique. Certaines races, comme la Saanen, Alpine ou Anglo-Nubian, présentent un potentiel laitier génétiquement supérieur, avec des valeurs d'héritabilité (h^2) modérées à élevées pour le rendement laitier (Addass et al., 2013 ; El-Tarabany et al., 2018). D'autre part, des polymorphismes de gènes tels que le gène de la prolactine (PRL) ou des caséines (α s1, β , κ) influencent directement la synthèse

protéique et la qualité du lait (Moneva et al., 2024 ; Sumarmono et al., 2022). Ces facteurs génétiques déterminent le potentiel individuel de production et la réponse à la sélection.

6.1. Facteurs physiologiques

L'expérience physiologique de la chèvre affecte la production laitière. Le rendement augmente généralement avec l'âge jusqu'à la 3^e ou 4^e lactation avant de décliner progressivement (Goetsch et al., 2011).

Le stade de lactation joue également un rôle clé : le pic de production survient quelques semaines après la mise bas, suivi d'une baisse progressive, avec une recrudescence de la concentration en matières grasses et protéines lorsque la production diminue (Goetsch et al., 2011) . Le nombre de lactations influence aussi les pertes liées aux infections : les chèvres plus âgées et multipares sont plus susceptibles de présenter une augmentation de la numération des cellules somatiques (NCS) et un risque accru de baisse de production (BMC Veterinary Research, 2024).

6.2. Facteurs nutritionnels

La nutrition est un facteur déterminant pour la production laitière. Une alimentation déficiente en énergie ou en protéines durant la lactation, particulièrement en début, contraint la chèvre à mobiliser ses réserves corporelles et limite la production de lait (Goetsch et al., 2011). La qualité du fourrage, la proportion de concentrés, et la consistance de l'alimentation influencent également les niveaux de lipides et protéines dans le lait (Goetsch et al., 2011 ; Anggraeni et al., 2024).

6.3. Facteurs sanitaires (état de santé de la mamelle, mammites)

L'état de santé de la glande mammaire est crucial : les mammites, cliniques ou subcliniques, entraînent une baisse de production, une diminution du gras, des protéines et du lactose, ainsi qu'une augmentation de la numération des cellules somatiques et de la conductivité du lait (Review de 2011 et Cambridge, 2023). Les infections intra-mammaires réduisent également la capacité antioxydante du lait et altèrent ses propriétés technologiques (enzyme LDH, stress oxydatif). Cependant, chez les chèvres, certaines infections par staphylocoques non-aureus (NAS) peuvent avoir un impact moins significatif sur le rendement que les infections à *Staph. aureus*, qui provoquent généralement une réduction notable (Tvarožková et al., 2019 ; BMC 2024 ; PubMed, 2010).

6.4. Conditions d'élevage (logement, traite, stress)

Les conditions de conduite de l'élevage – notamment l'hygiène, l'équipement de traite, le confort et la gestion du stress – affectent fortement la production laitière. Une mauvaise hygiène ou un logement inapproprié augmente le risque de mammites (PMC Pakistan, 2021). Une fréquence et une qualité de traite adaptées (machine vs main, intervalle de traite) modulent la production et la composition (Goetsch et al., 2011). Enfin, le stress thermique ou social (changement d'îlot, ventilation insuffisante) peut inhiber le développement mammaire et réduire la lactation (revues en bovin, extrapolables en caprin)

PARTIE PRATIQUE

MATERIEL ET METHODES

1. Objectif de l'étude

Les femelles sont la clé de voûte de tout élevage. Elles représentent la majeure partie des effectifs d'animaux d'élevage, et leur état corporel est un excellent indicateur des conditions d'élevage. C'est la raison pour laquelle nous avons souhaité, dans la mesure du possible, analyser la morphologie de la chèvre et de sa mamelle dans la région semi-aride de M'Sila. La morphologie mammaire est un facteur clé permettant d'optimiser la traite mécanique des petits ruminants, notamment dans les élevages qui pratiquent cette technique. Elle permet également d'améliorer la sélection et la gestion des troupeaux caprins. Ce type d'évaluation permet d'identifier les morphotypes favorables à la production laitière et à la santé de la mamelle.

2. La région d'étude

2.1. Situation géographique

La wilaya de M'Sila est située dans le centre-nord de l'Algérie avec une superficie de 18175Km. les limites géographiques de la wilaya de M'Sila est au nord la wilaya de Bouira et de Bordj Bou-Arréridj, À l'ouest et le wilaya de Médéa, Batna , Sétif et Djelfa , Au sud la wilaya de Ouled-Djellal. Sa population est estimée à 1 029 447 habitants et parmi les plus importantes daïras de la wilaya: M'sila, Bousâada, Sidi Aissa et Ain El Melh (MADR, 2022).

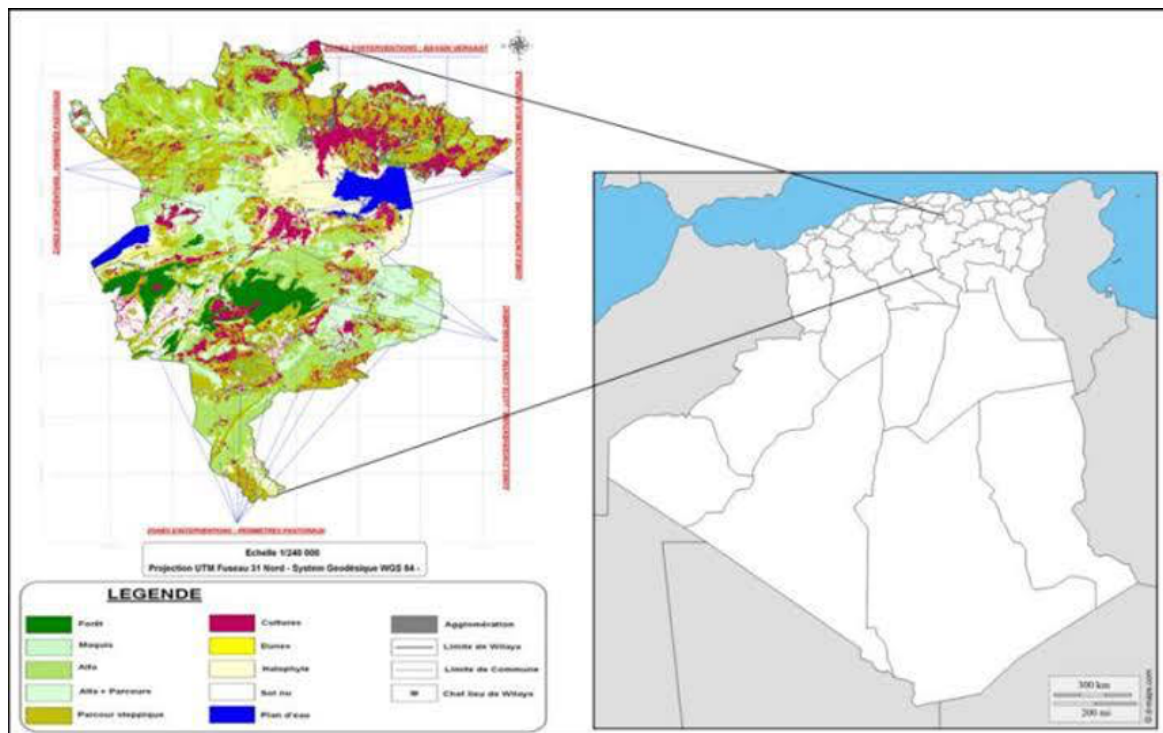


Figure 08. Localisation et carte d'occupation des sols de la wilaya de M'sila
(Conservation des forêts de M'sila, 2012 cité par Atallaoui et al., 2017)

2.2. Caractéristiques agropédoclimatique

La wilaya de M'Sila se caractérise par ses activités agricoles et pastorales. L'agriculture et l'élevage sont les activités économiques les plus importantes de la population M'Silienne. Le territoire de la wilaya est formellement divisé en trois grandes régions :

- La première, qui représente 5 % de la superficie totale, est une zone montagneuse comprenant deux chaînes : l'Atlas tellien et l'Atlas saharien ;
- La deuxième, qui représente 95 % de la superficie totale, est une zone steppique qui donne à la région une apparence environnementale unifiée, car la zone de couverture des steppes est estimée à 1 200 000 hectares, soit 36 % de la superficie totale ;
- La troisième, qui représente 20 % de la superficie totale, est une zone dédiée à l'agriculture, à la plantation d'arbres et au maraîchage (MADR, 2022).

2.2.1. Température

La région de M'Sila se caractérise par des variations de température significatives au cours de l'année : les températures augmentent en été et sont modérées en hiver. La température moyenne à M'Sila est de 15,8 °C. Le mois d'août est le plus chaud de l'année, avec une température moyenne de 42 °C. En hiver, la température moyenne est de 8,4 °C en janvier, qui est le mois le plus froid. L'amplitude thermique annuelle, c'est-à-dire la différence entre les températures extrêmes, atteint ainsi 15,6 °C, illustrant une variation thermique marquée entre les saisons (Station Météorologique de M'sila, 2022).

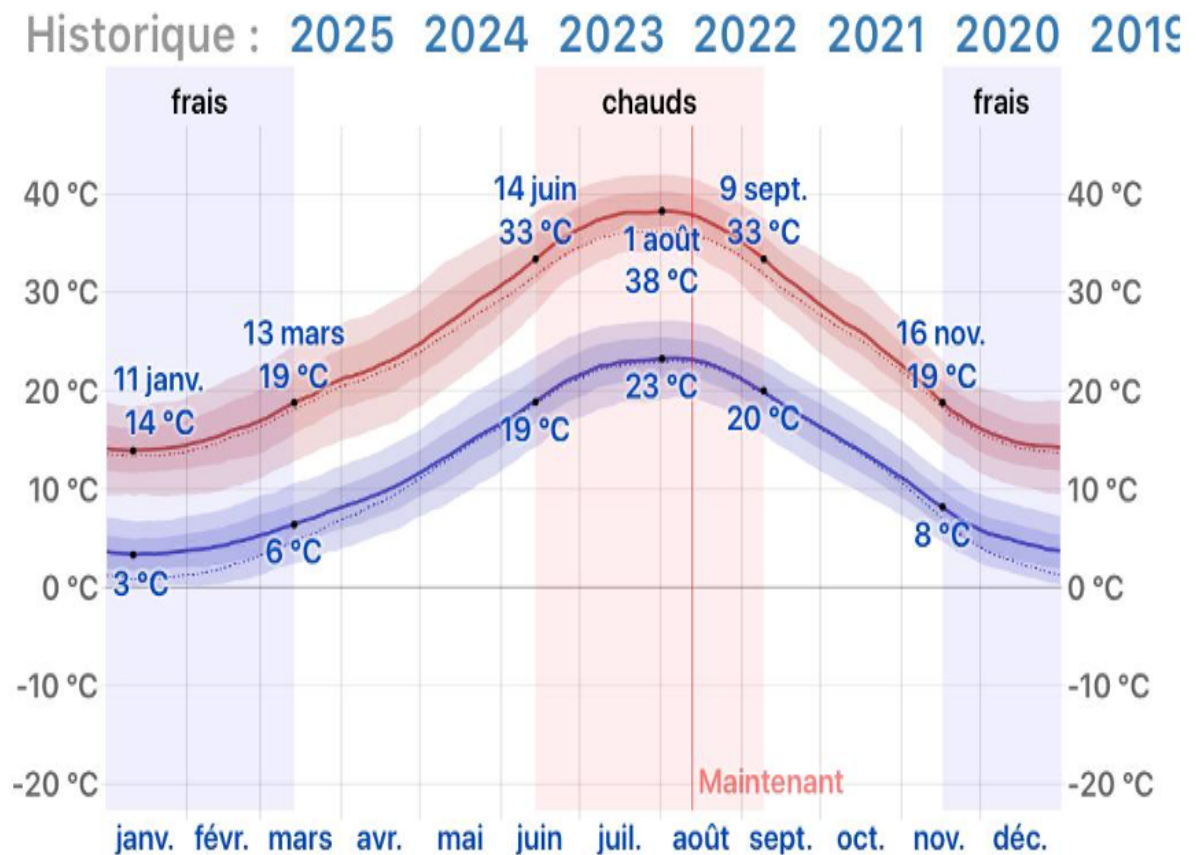
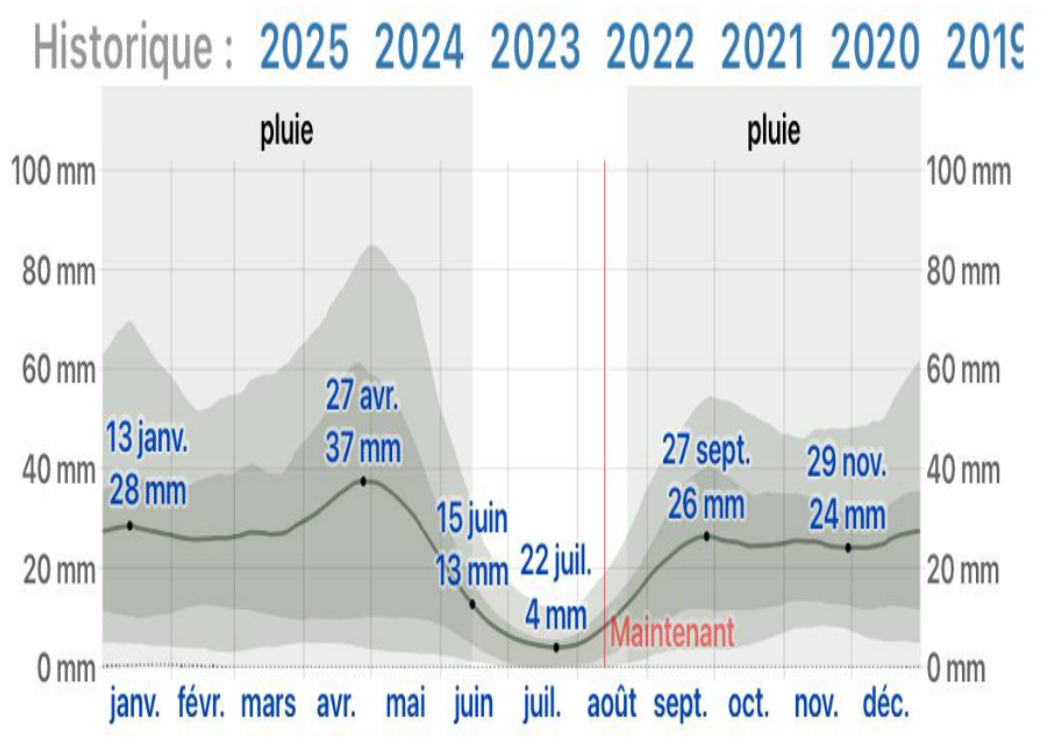


Figure 09. Températures mensuelles moyennes enregistrées au niveau de la wilaya de M'sila (Station Météorologique de M'Sila, 2022).

2.2.2. Pluviométrie

Les précipitations y sont irrégulières d'une année sur l'autre, ce qui reflète un régime instable. La moyenne annuelle des précipitations est de 229 mm, avec une pluviométrie moyenne de 5 mm en juillet, le mois le plus sec, et de 34 mm en novembre, le mois le plus humide. Les précipitations varient de 29 mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide (Station Météorologique de M'Sila, 2022).



La quantité de pluie moyenne (ligne continue) accumulée au cours d'une période glissante de 31 jours.
La fine ligne pointillée représente la chute de neige moyenne correspondante en 2022

Figure 10. Précipitations mensuelles moyennes enregistrées au niveau de la wilaya de M'Sila (Station Météorologique de M'Sila, 2022).

2.2.3. Les vents

Les vents sont fréquents dans la wilaya de M'Sila tout au long de l'année, même s'ils sont irréguliers en intensité. Ces zones se caractérisent souvent par la violence et la charge de particules fines de leurs vents, ce qui peut exacerber le phénomène d'érosion et de désertification (Station Météorologique de M'Sila, 2022).

2.3. Situation du secteur agricole

M'Sila est une zone à forte activité agricole et pastorale, l'agriculture constituant une part importante de l'économie locale. La surface agricole utile (SAU) représente environ 17 % de la superficie totale du territoire de la wilaya (SAT), tandis que les pâturages naturels (sans labour) couvrent environ 62 % de la SAT. En ce qui concerne les infrastructures hydrauliques, seules 16 % de la surface agricole sont irriguées, ce qui souligne la nécessité d'une meilleure exploitation des ressources en eau souterraine pour améliorer les rendements agricoles.

En ce qui concerne la production animale, M'Sila est un centre important pour l'élevage, en particulier pour les ovins et les caprins. Lors de la campagne agricole 2018-2019, le cheptel caprin était estimé à environ 125 000 têtes, contre 35 000 têtes de bovins et 1,58 million de têtes d'ovins, ce qui reflète le poids stratégique du bétail dans l'économie agropastorale de la région (Ministère de l'Intérieur, 2019).

2.4. Effectif caprin de la région de M'sila

Au cours de la dernière décennie, l'élevage caprin dans la wilaya de M'Sila a connu des variations notables. Selon les données de la **DSA de M'Sila (2015)**, le cheptel caprin est passé de 96 000 têtes en 2008 à 145 000 têtes en 2014, comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 02. Évolution des effectifs caprins dans la wilaya de M'sila (DSA, 2020).

Année	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2016	2020
Effectifs (tête)	145 620	135 000	140 000	140 000	145 000	145 000	140 000	130 000

2.5. Méthodologie de travail

2.5.1. Protocole expérimental

L'étude a été réalisée entre juin et août, une période généralement marquée par le début de la saison sexuelle des caprins, ce qui signifie que toutes les chèvres étudiées étaient en état de repos sexuel et mammaire. La région d'étude était composée de cinq communes, au sein de six élevages caprins situés au sud de la wilaya. Des sites non lointains de la région de Boussaâda connue par son intérêt à la commercialisation du lait de chèvre et à la fabrication de ses dérivés. La figure 11 présente la répartition des sites d'élevage visités.



Figure 11. Zones où l'étude a été menée

La première étape a consisté à réaliser une préenquête pour enregistrer les données de base de chaque élevage (effectif total, races présentes, conduite alimentaire et de la reproduction) dans des fiches. Après avoir choisi aléatoirement 44 chèvres de différentes races, de différents âges et de différents stades physiologiques (sèches, gestantes ou en lactation), nous avons enregistré sur des fiches individuelles les caractéristiques suivantes : race, couleur de la robe, âge, poids vif, numéro et durée de lactation, production laitière moyenne par jour, date du dernier chevrotage, âge au sevrage, ainsi que d'autres paramètres concernant la pratique de la traite et de la reproduction, la présence de difficultés lors de la mise-bas et la présence de maladies actuelles.

L'étape ultime a consisté à prendre des notes visuelles et à effectuer quelques mesures morphométriques directes sur chaque chèvre, car les caractéristiques morphologiques peuvent affecter directement ou indirectement la capacité laitière :

- La taille de l'animal (longueur du corps, hauteur au garrot, dimensions de la poitrine et profondeur de flanc) : ces paramètres indiquent la capacité respiratoire et digestive de l'animal ;
- Le bassin (largeur de la croupe) : les dimensions du bassin indiquent la facilité de chevrotage, et donc la capacité laitière, et de la capacité bouchère ;

- Les membres (notamment ceux de l'arrière) : indicateurs de la capacité de déplacement et d'affouragement correct, affectant par conséquent la production laitière ;
- La mamelle (attaches avant et arrière, solidité des ligaments) : indicateurs de la longévité de la mamelle et de la qualité sanitaire du lait produit ;
- Les trayons (orientation, forme, diamètre et longueur) : indicateurs de la capacité d'adaptation à la machine à traire ;

Pour effectuer les mesures souhaitées, nous avons utilisé du matériel simple : un ruban de mesure, une longue règle en T (similaire à une toise) et des fiches d'enregistrement individuelles (une par élevage et une par chèvre). Nous avons veillé à rester concentrés et à faire preuve de prudence lors de la prise de mesures, malgré la difficulté de la tâche, d'autant que les animaux sont très actifs.

Concernant les références et les modalités de collecte des mesures ou des observations, nous avons retenu celles mentionnées dans les fiches et les tableaux de pointage de l'espèce caprine de l'ouvrage *ADGA Linear Appraisal System for Dairy Goats* ©, qui évalue les caractères individuels influant sur la durabilité structurelle et fonctionnelle, afin d'exploiter pleinement le potentiel d'amélioration génétique par la sélection (ADGA, 2019). La figure 12 présente quelques mensurations de la taille.

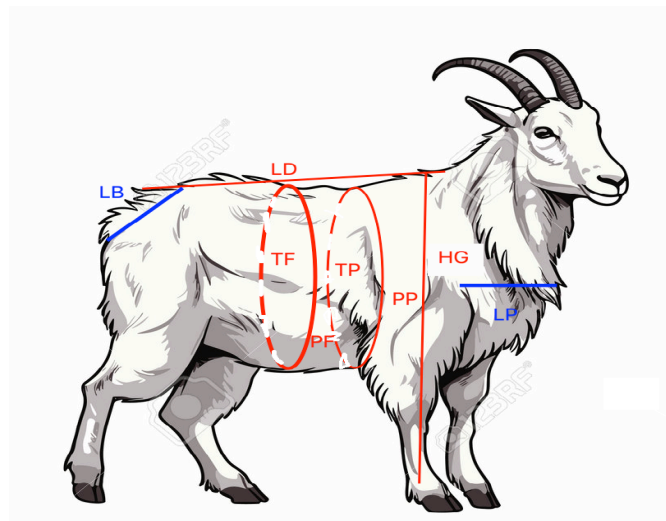


Figure 12. Mensurations à réaliser (LP : largeur de poitrine ; HG : hauteur au garrot ; PP : profondeur de poitrine ; TP : tour de poitrine ; PF : profondeur de flanc ; TF : tour de flanc ; LD : longueur du dos ; LB : longueur du bassin)

La figure 13 explique comment évaluer la position des membres arrière (B) et comment mesurer la largeur de la croupe.

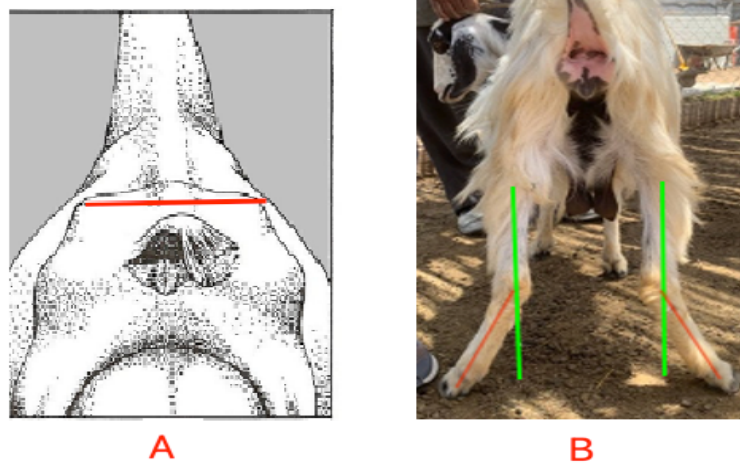


Figure 13. Largeur de la croupe (A) et position des membres arrière (B)

La figure 14 résume l'ensemble de des mesures au niveau du pis de nos chèvres.

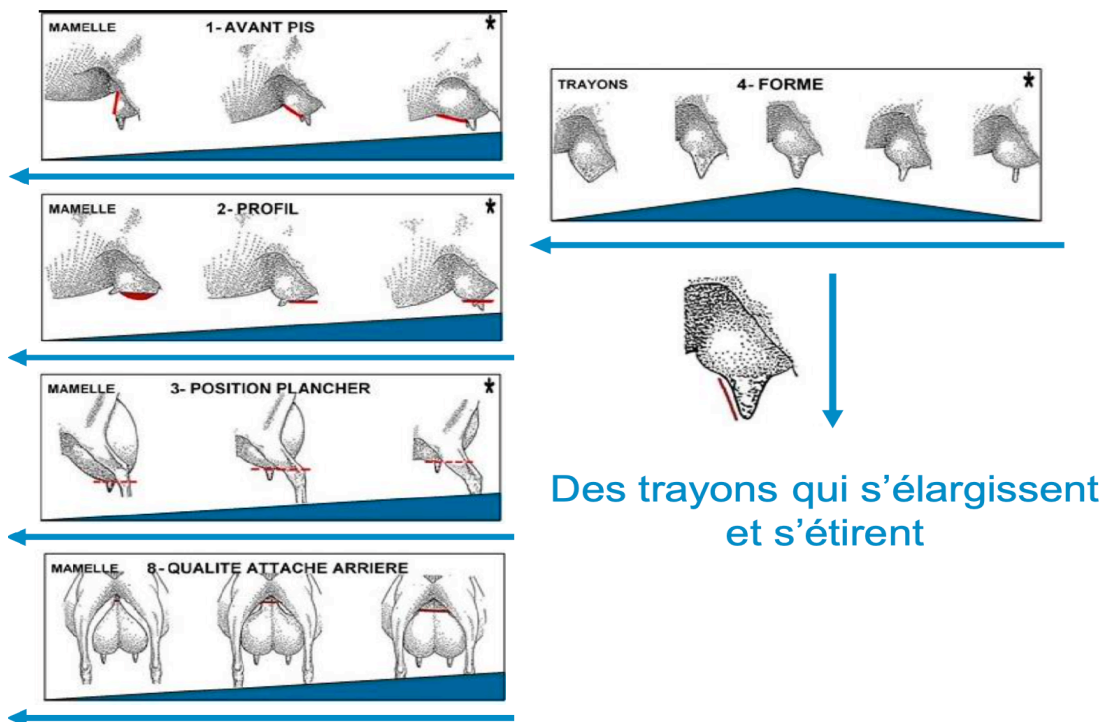


Figure 14. Mesures à effectuer pour évaluer la qualité de mamelle (schéma élaboré par le Comité Technique du REXCAP, 2021)

https://pro.terredeschèvres.fr/IMG/pdf/6_traite_et_sante_mamelle_r_de_cremoux_l_poulet.pdf)

2.5.2. Analyse statistique

Les données ont été introduits en Excel, pour subir au début une statistique descriptive simple (moyennes, et écart-types), puis un traitement par le logiciel SPSS 21 a été établi pour la comparaison des moyennes, et l'analyse de coefficient de corrélation de Pearson entre les variables étudiées. Des représentations graphiques ont été utilisé pour faciliter la lecture et l'analyse des résultats.

PARTIE PRATIQUE

RESULTATS ET DESCUSSION

1. Description générale des élevages visités

1.1. Races exploitées et système de production

Les sept élevages caprins visités sont extensifs, à l'image de ceux qui dominent dans les zones difficiles des steppes algériennes et des zones sub-désertiques. Leur principale caractéristique est leur association fréquente avec l'élevage ovin et l'importance des races locales rustiques, comme l'Arbia, qui fait partie du cheptel autochtone algérien et qui est majoritairement croisée dans notre région d'étude avec d'autres races exogènes (Saanen chez près de 7% des élevages et Syrienne chez près de 11,5%). Aucune mesure de préservation des races n'est prise en compte par les éleveurs.

Le tableau 3 présente les races exploitées dans la région d'étude et leur fréquence. La race locale est la plus dominante : nous avons travaillé sur un cheptel composé d'environ 60% de chèvres Arbia et de 22,72% de chèvres Alpine, Saanen et Syrienne.

Tableau 3. Races caprines étudiées

Race	Alpine	ARxSA	ARxSY	Arbia	Saanen	Syrienne	Total
Effectif	3	3	5	26	3	4	44
%	6,81	6,81	11,36	59,09	6,81	9,09	100

ARxSA : chèvre croisée Arbia avec Saanen ; ARxSY : chèvre croisée Arbia avec Syrienne

Le système de production extensif mixte (lait/viande) se caractérise par l'orientation des éleveurs vers une production majoritaire de viande, alors que le caprin joue un rôle important dans la production laitière. Il pourrait concurrencer le lait de vache si les conditions de production et les exigences d'amélioration se développaient.

Les élevages caprins de la région de Boussaâda, comme ceux de notre région d'étude, sont connus pour leur production de lait de chèvre et leur activité de fabrication de fromages traditionnels et d'autres produits laitiers. Ils s'intéressent également à l'achat de races importées, telles que l'Alpine (originaire du massif alpin, en Suisse et en France) et la Saanen (originaire de la haute vallée de la Saane, en Suisse), réputées pour leur forte production laitière, ainsi que la Syrienne, la plus ancienne au monde, reconnue comme l'ancêtre de nombreuses races caprines méditerranéennes, et exploitée pour sa viande et

son lait (Mavrogenis et al., 2011). Ils envisagent d'améliorer la qualité des chèvres locales en les croisant avec des races importées fortement productrices.

1.2. Conduite alimentaire

Vu que le sud de la wilaya de M'Sila est caractérisé par un climat semi-aride à désertique, avec des étés chauds et très secs, des hivers froids et rigoureux, et des précipitations annuelles faibles, la couverture végétale y est donc très faible et il est peu probable qu'il y ait des zones de pâturage riches dans notre région d'étude. Le pâturage extensif constitue donc la principale source d'approvisionnement alimentaire dans ces régions, offrant des ressources naturelles pauvres telles que l'herbe naturelle et les arbustes. Suivant notre investigation, les éleveurs emmènent leurs troupeaux tous les matins vers les pâturages situés à 1-5 kilomètres de leurs fermes, où ils restent presque toute la journée. Durant les périodes de disette, lorsque la végétation est rare, ils ont recours à des compléments locaux, comme le son de blé, les graines d'orge, les rebuts des dattes, ou même la paille. Les aliments commerciaux sont très peu utilisés. Comme dans les élevages oasiens, les animaux s'alimentent essentiellement de paille et de déchets de dattes (ITELV, 2003).

1.3. Conduite de la reproduction

Selon les déclarations des éleveurs, l'âge de mise à la reproduction se situerait entre 5 et 7 mois. Sachant que le climat de la wilaya de M'Sila est semi-aride, comme la plupart du territoire algérien, l'espèce caprine locale est soumise à une activité sexuelle saisonnière. Étant donné que le système d'élevage est extensif, aucune déclaration n'a été faite concernant l'utilisation de techniques modernes ou de protocoles hormonaux de synchronisation ou d'induction des ovulations. Le mode de reproduction est donc naturel et lié uniquement à la saison sexuelle.

Avec la baisse de la durée d'ensoleillement en été (en juin), l'activité ovarienne des chèvres Arbia reprend, et les hormones conduisent alors à l'activation du système reproducteur et à l'apparition des cycles œstraux. Le pic de cette activité, selon les éleveurs, devrait avoir lieu en septembre. Avec l'augmentation de la durée des jours, la saison d'inactivité s'installe progressivement à la fin de l'automne (en janvier). Les mises bas sont alors groupées dans la période « décembre-mai ».

Une étude menée sur la race Arbia dans la région de Tiaret a montré que cette race locale répond bien aux traitements hormonaux d'induction de l'ovulation, même en dehors de sa saison habituelle (Ait Amrane et al., 2018). Selon les données de l'enquête, les chèvres hybrides (ARxSA ou ARxSY) présentent des caractéristiques similaires. Le tableau 4 résume quelques caractéristiques des chèvres étudiées (âge, poids vif moyen, et numéro d'ordre de lactation).

Tableau 4. Quelques caractéristiques de la reproduction des chèvres étudiées

<i>ni</i>		Alpine	ARxSA	ARxSY	Arbia	Saanen	Syrienne
Age	mois	30-84	18-42	18-36	18-96	36-48	30-42
	An	2,5-7	1,5-3,5	1,5-3	1,5-8	3-4	2,5-3,5
PV (kg)		25-35	23-35	20-37	23-40	25-35	23-36
N° de lactation		2 en L2 1 en L7	1 en L1 2 en L3	1 en L1 3 en L2 1 en L3	7 en L1 4 en L2 7 en L3 4 en L4 2 en L5 1 en L7 1 en L8	2 en L3 1 en L4	2 en L2 2 en L3

L : N° de lactation ; ARxSA : chèvre croisée Arbia avec Saanen ; ARxSY : chèvre croisée Arbia avec Syrienne

L'âge est très varié dans le cheptel et se situe entre 1,5 et 8 ans. Le cheptel dominant (chèvre Arbia) est composé de sujets dont l'âge maximum est de 8 ans et l'ordre de lactation de 8. On pourrait penser que la production laitière des sujets les plus âgés est plus importante, mais ce n'est pas le cas et cela reflète probablement une mauvaise conduite alimentaire. Ce facteur a un impact sur la capacité reproductive et sur l'importance de la production laitière. Selon Rennak et al. (2024), sur le plan reproductif, il est à observer que les dimensions des organes reproducteurs augmentent avec l'âge, l'état corporel et la gestation, traduisant une évolution positive de la capacité reproductive.

Toutes les chèvres sont de format moyen et leur poids vif est acceptable, mais il indique un état corporel légèrement faible ; pour les chèvres Arbia, le poids vif moyen se situe entre 23 et 40 kg, et pour les chèvres hybrides (avec une syrienne ou une saanen), il se situe entre 20 et 37 kg. Selon la littérature, la race Arbia pèse en moyenne entre 32 et 35 kg (Boukhechem, 2023).

Seulement trois éleveurs ont déclaré que le nombre de portées par chèvre par an était de deux, tandis que plus de 95% d'entre eux ont indiqué que chaque chèvre ne mettait bas qu'une fois par an. Dix éleveurs (36%) ont déclaré que les portées comptaient deux chevreaux, et un seul a déclaré une naissance triple pour la race Arbia. Nos résultats sont proches de ceux de la littérature, la prolificité des chèvres varie avec une moyenne de 1,33 à 2,28 chevreaux par mise-bas (CIRAD, 2021) et de 1,75 à 2 (Alexander et al., 1975). Une chèvre peut avoir jusqu'à quatre petits dans certains cas (.

La durée de l'allaitement ne dépasse pas cinq mois, quelle que soit la race. Après le sevrage, les chèvres restent en lactation pendant 4 à 7 mois, c'est-à-dire un total de 9 à 12 mois de lactation. Chez une chèvre classique, la durée de lactation d'environ 250 à 300 jours (8 à 10 mois) (VetAgro, 2023 dans <https://chaire-bea.vetagro-sup.fr> ; Idele, 2020). après sevrage, le lait produit sera sera destiné à l'autoconsommation. Les éleveurs ont été réticents à l'idée de faire ce type de déclaration. le tableau 4.

1.4. La production laitière

La production laitière déclarée ne dépasse pas 2 litres par jour chez 5 éleveurs (11,36%), 1,5 l/j chez 12 éleveurs (27,27%), 1l/j chez 22 éleveurs (50%) (la moitié des cas), et 0,5 l/j chez 5 éleveurs (13,63%). Selon (Mouhous et al., 2016), une production journalière de 1,1litre de la race locale Arbia est considérée comme peu laitière. La capacité laitière de l'Alpine française qui pèse 50 à 70kg est estimée à 886kg en 295jours (l'équivalent de 3kg/j,) (Capgenes, 2013). La capacité laitière de la chèvre Saanen française qui pèse 50 à 90kg est estimée à 946kg en 306jours (l'équivalent de 3kg/j) (Capgenes, 2013 dans www.capgenes.com).

Le tableau récapitulatif n° 4 montre clairement que les chèvres des races Alpine ou Saanen ont des aptitudes trop faibles (1,19 kg/j pour l'Alpine et 2,06 kg/j pour la Saanen). Selon Boumediene et al. (2025), la race et le stade de lactation influent significativement sur la composition du lait : les chèvres de race Alpine présentent des teneurs plus élevées en lipides et en caséine que les races Saanen et locales. Cela souligne l'intérêt de valoriser les croisements entre races rustiques et races laitières performantes pour optimiser la qualité du lait.

2. Résultats de la morphométrie

2.1. Mesures corporelles

Le tableau 5 et la figure 15 présentent la comparaison des six catégories de chèvres (races pures et hybrides) en fonction de leurs mesures. Les résultats obtenus montrent une nette variabilité entre les races étudiées, notamment en longueur du corps et en hauteur au garrot.

Tableau 5. Mesures corporelles des races caprines étudiées

Race		Longueur du corps (cm)	Hauteur au garrot (cm)	Largeur de poitrine (cm)	Profondeur de poitrine (cm)	Tour de poitrine (cm)	Profondeur du flanc (cm)	Longueur du bassin (cm)	Largeur de la croupe (cm)
Alpine	Moyenne	73,00	69,00	17,33	31,00	82,00	36,00	16,667	17,833
	Écart-type	1,000	,000	1,155	1,000	1,732	2,000	1,1547	1,2583
ARxSA	Moyenne	78,67	77,33	19,67	37,00	85,33	37,33	19,000	17,333
	Écart-type	6,429	4,041	1,528	3,606	6,351	2,082	2,6458	1,5275
ARxSY	Moyenne	79,00	73,60	18,20	36,20	81,80	37,40	17,800	16,500
	Écart-type	7,416	4,393	1,643	8,106	6,834	3,209	1,9235	2,2361
Arbia	Moyenne	74,81	75,31	17,81	36,65	82,65	39,12	18,212	14,846
	Écart-type	5,083	3,586	1,167	5,176	5,762	2,790	1,8230	2,6106
Saanen	Moyenne	85,00	75,67	18,33	32,33	83,67	39,00	20,833	13,167
	Écart-type	7,810	2,082	,577	4,933	3,786	2,000	1,6073	1,6073
Syrienne	Moyenne	70,50	71,50	17,50	34,50	82,25	36,75	17,500	16,750
	Écart-type	5,323	5,066	,577	6,403	3,594	3,862	1,7321	1,8930
Total	Moyenne	75,73	74,50	17,95	35,75	82,73	38,36	18,227	15,466
	Écart-type	6,192	4,015	1,238	5,431	5,284	2,878	1,9364	2,5481

ARxSA : chèvre croisée Arbia avec Saanen ; ARxSY : chèvre croisée Arbia avec Syrienne

La chèvre Saanen a obtenu les meilleurs résultats, traduisant une meilleure conformation : un corps assez long (85 cm), une profondeur de flanc (39 cm) et une longueur de bassin (20,83 cm). De même, les chèvres hybrides Saanen et Arbia (ARxSA) se sont distinguées par une hauteur au garrot de 77,33 cm, une largeur de poitrine de 19,67 cm, une profondeur de poitrine de 37 cm et un tour de poitrine de 85,33 cm. On peut donc déduire l'impact positif de l'hybridation sur la taille et le développement corporel.

Nos résultats concordent avec ceux de Yilmaz (2009) et Akdag (2011), qui ont observé des tailles corporelles supérieures chez les chèvres Saanen par rapport aux races locales. De même, Melesse et al. (2022) ont confirmé que les races laitières améliorées, telles que la Saanen, se distinguent par une morphologie plus grande et plus harmonieuse que les races indigènes. Akounda et al. (2023) ont signalé que le croisement de races locales avec des races améliorées permet d'obtenir des individus présentant une croissance plus rapide et des mensurations corporelles supérieures.

La race Arbia, qui constitue la majorité de l'échantillon (26 individus) affiche la meilleure valeur de la profondeur du flanc (39,12cm), ainsi que des valeurs intermédiaires avec une longueur corporelle moyenne de 74,81cm, une profondeur de poitrine de 36,65 cm et un tour de poitrine de 82,65 cm. Bouzebda et al. (2013) et Benyoucef et al. (2019) ont affirmé que cette race rustique présente une grande variabilité morphologique selon les régions et les conditions d'élevage.

Les mensurations de la race syrienne sont plus modestes, traduisant une morphologie plus compacte, comme il est signalé par Hassen et al. (2016). Ce résultat affirme sa bonne adaptation aux conditions climatiques difficiles (Kukovics et al., 2019).

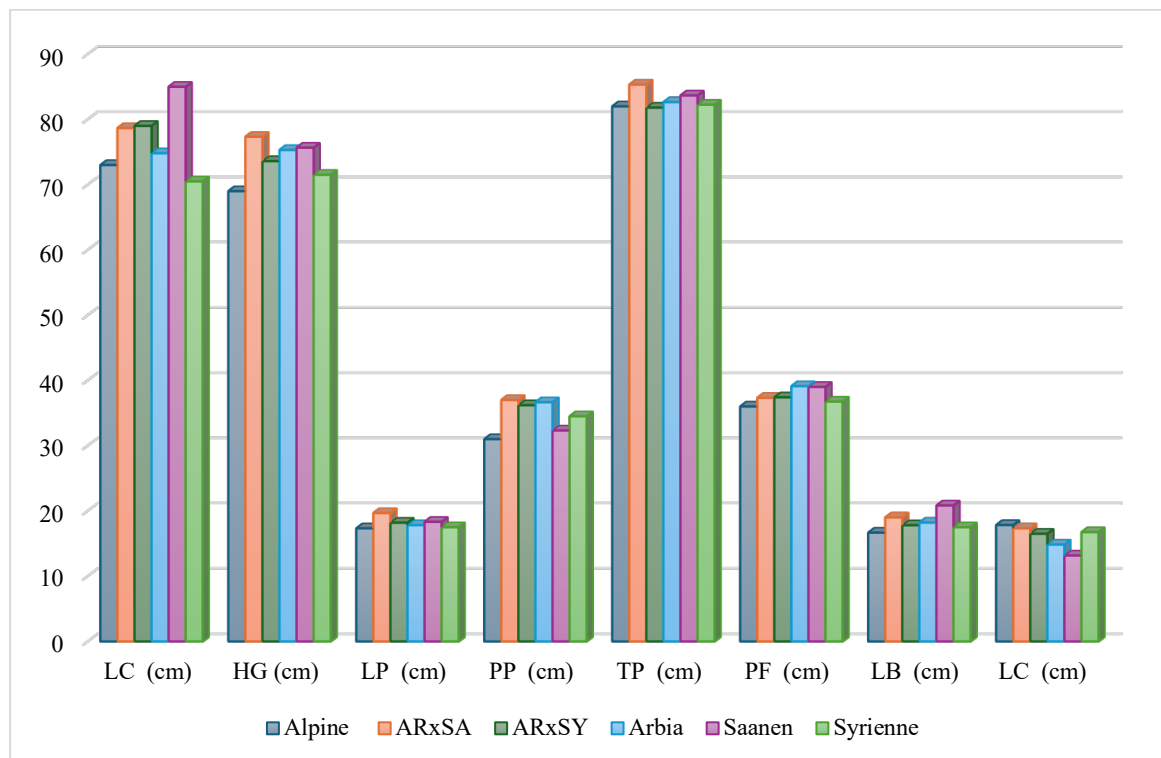


Figure 15. Mesures corporelles des chèvres étudiées

Dans nos résultats présentés dans le tableau 6, les deux types de conformation des membres postérieurs (falciforme et droite) sont représentés de manière équilibrée. La race Arbia, majoritaire dans l'échantillon, montre une répartition égale entre les deux formes (13 individus à membres falciformes et 13 à membres droits), traduisant une diversité morphologique importante au sein de cette population. Les races croisées (AR×SA et AR×SY) présentent une légère prédominance de la forme falciforme, ce qui pourrait être lié à l'influence des caractères morphologiques hérités des races parentales. Des résultats similaires à ceux de Wang et al. (2021), Sanfo et al. (2022) et Moaen-ud-Din et al. (2022).

Tableau 6. Forme des membres arrières

		Forme des membres arrières		Total
		Falciforme	Droite	
Race	Alpine	1	2	3
	AR×SA	2	1	3
	AR×SY	3	2	5
	Arbia	13	13	26
	Saanen	1	2	3
	Syrienne	2	2	4
Total		22	22	44
%		50	50	100

2.2. Morphométrie de la mamelle

On a adopté la grille de notation (ADGA, 2019), en poursuivant trois niveaux. Le tableau 6 analyse les caractéristiques principales des attaches mammaires et de la morphologie de la mamelle pour les races caprines étudiées. L'analyse révèle une tendance générale vers des attaches mammaires de qualité moyenne à faible. Les bons résultats ont été enregistré chez :

- 20% des chèvres (attache avant) ;
- 27% des chèvres (attache arrière) ;
- 52% des chèvres (ligament de suspension médian) ;
- 93% des chèvres (profondeur du pis) ;

2.2.1. Attache avant et attache arrière

L'évaluation examine la force de l'attache des ligaments latéraux. 61,36% des chèvres ont présentés une fixation lâche, suivies par 20,45% avec fixation intermédiaire et 18% de chèvres avec mamelle très solide et bien serrée. 18% des chèvres ont une attache solide (photo 17 et tableau 7).

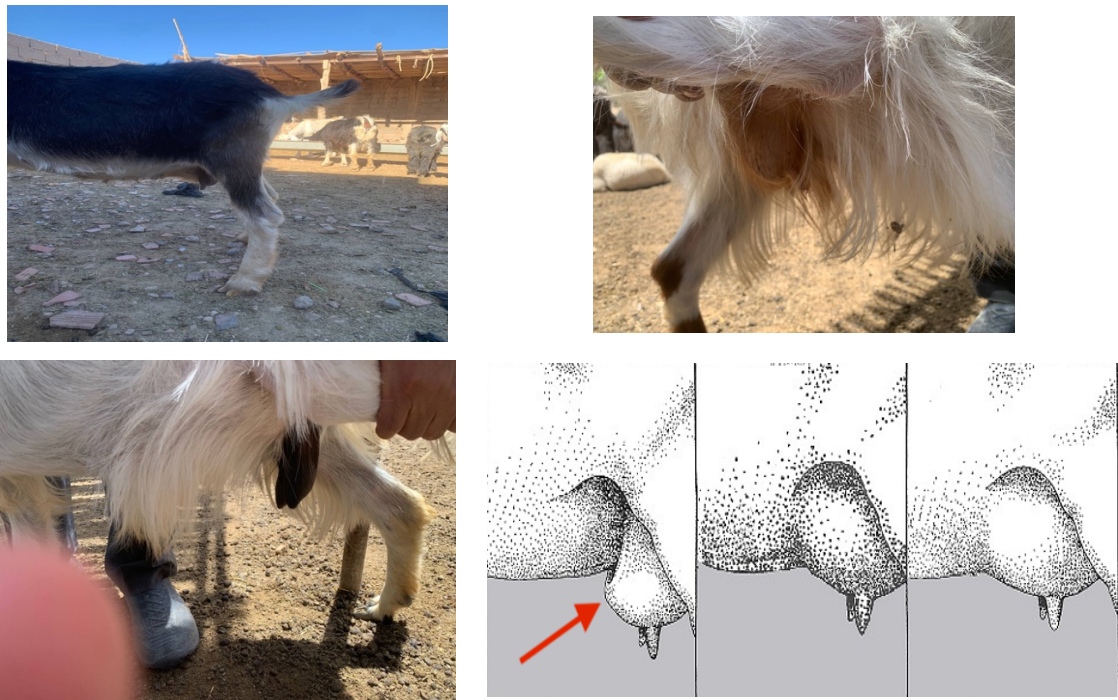


Photo 17. Mamelle lâche comparée au schéma de (ADGA, 2019)

La force de l'attache arrière, est un indicateur de la capacité potentielle de la chèvre à produire du lait. Nous avons enregistré 63,63% de nos chèvres avec un attachement faible. seulement 9% ont montré un attachement élevé (photo 18).

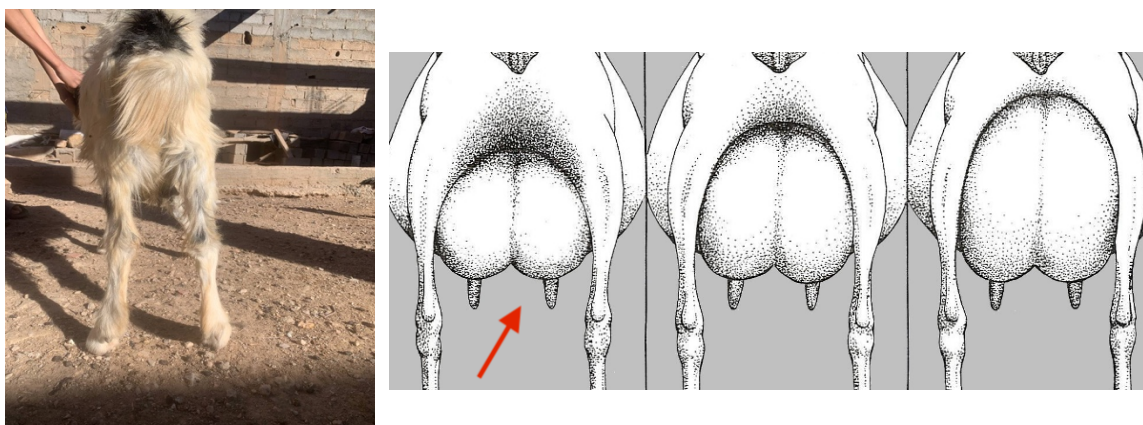


Photo 18. Mamelle avec attache arrière faible comparée au schéma de (ADGA, 2019)

Gebreselassie et al. (2022) en Éthiopie, qui ont également observé une proportion élevée de mamelles à attaches faibles chez les chèvres locales, attribuant ce phénomène à la sélection orientée vers la production de viande plutôt que la production laitière.

Tableau 7. Force des attaches mammaires (avant, arrière, et ligament de suspension médian)

Race	Alpine	ARxSA	ARxSY	Arbia	Saanen	Syrienne	Total	%
Attache avant de la mamelle								
Lâche	1	2	2	19	1	2	27	61,36
Intermédiaire	0	1	1	5	1	1	9	20,45
Solide et serrée	2	0	2	2	1	1	8	18,18
Hauteur de l'attache arrière								
Faible	3	1	3	16	2	3	28	63,63
Intermédiaire	0	2	2	6	1	1	12	27,27
Haute	0	0	0	4	0	0	4	09,09
Ligament de suspension médian								
Plancher mammaire bombé	0	1	0	3	0	0	4	09,09
Sillon clairement définis	3	2	2	10	2	4	23	52,27
Fente extrême	0	0	3	13	1	0	17	38,63
Profondeur du pis								
Plancher au-dessus des jarrets	1	1	1	0	0	0	3	6,81
Plancher extrêmement haut	2	2	4	26	3	4	41	93,18

ARxSA : chèvre croisée Arbia avec Saanen ; ARxSY : chèvre croisée Arbia avec Syrienne

2.2.2. Ligament de suspension médian

On a enregistré un résultat intermédiaire chez 52% des chèvres, le pis présente une fente claire dans le plancher de la mamelle attribuable au ligament suspenseur médial (photo 19). Un ligament suspenseur médial fort affecte le potentiel de production de la chèvre en maintenant les trayons en place et la mamelle surélevée, réduisant ainsi le risque de blessure (ADGA, 2019). Moaen-ud-Din et al. (2022) ont souligné que la faiblesse du ligament suspenseur médian, souvent accompagnée d'une fente extrême, est un facteur fréquent dans les troupeaux issus de croisements non dirigés, confirmant la tendance observée chez les chèvres ARxSY et Arbia de notre échantillon.

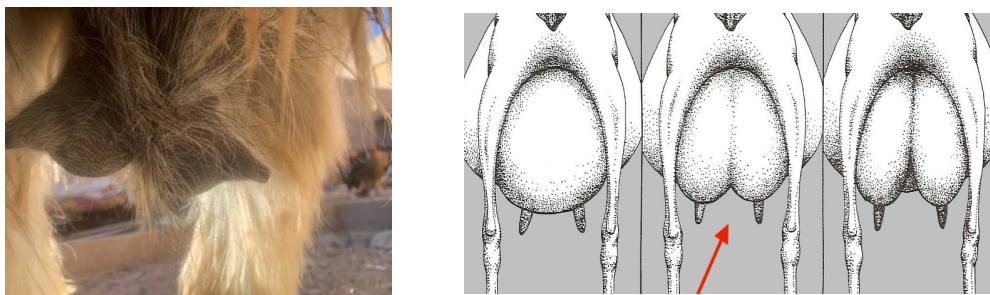


Photo 19. Mamelle avec sillon clair comparée au schéma de (ADGA, 2019)

2.2.3. Profondeur du pis

La profondeur du pis est mesurée par rapport aux jarrets. La profondeur du pis est évaluée comme la distance verticale entre le plancher du pis et la pointe du jarret, lorsque la patte arrière est placée en position normale sous l'animal. Nous n'avons pas inspecté des planchers en dessous des jarrets. Par contre 93% des chèvres ayant un plancher extrêmement au-dessus des jarrets et donc classé dans la catégorie souhaitable et signe d'une bonne conformation mammaire. Ces résultats s'accordent avec ceux de Hassan et al. (2020), qui ont montré que les chèvres présentant une insertion haute du pis possèdent une meilleure longévité fonctionnelle, et un moindre risque de blessure. Cette caractéristique est également considérée comme un indicateur positif de rusticité chez les races locales (Ouchene-Khelifi et al., 2019).



Photo 20. Plancher mammaire extrêmement haut comparé au schéma de (ADGA, 2019)

2.3. Morphométrie des trayons

2.3.1. Longueur des trayons

Les trayons les plus longs sont enregistrés chez les chèvres hybrides ARBIAxSAANEN, suivis par les chèvres Arbia, puis par les chèvres Alpines, puis par les chèvres Saanen et à la fin les chèvres Syriennes (de 2,5cm minimum à 3,33 cm maximum).

Des résultats similaires ont été rapportés par Gebreselassie et al. (2022), qui ont observé chez les chèvres éthiopiennes une longueur moyenne des trayons variant entre 2,5 et 3,5 cm, selon la race et la qualité de l'attache mammaire, confirmant l'influence du facteur racial sur cette mesure.

Chez les races Alpine et Saanen, les longueurs de trayons sont de l'ordre de 2 à 10cm, avec les valeurs d'écart-type les plus faibles (0,29), suggérant une grande uniformité morphologique au niveau des trayons pour ces deux races, un résultat similaire à celui de Ajili et al. (2021). Dans l'étude de (Le-Du et Benmederbel, 1984), la longueur du trayon des chèvres Saanen est mesurée à l'aide d'un compas d'épaisseur à ressort, et mesure 4cm. Inversement, la race Syrienne affiche une plus faible longueur (2,5cm), mais avec un écart-type le plus élevé (1,73), ce qui indique une grande hétérogénéité de cette mesure. Le tableau 8 résume les longueur des trayons des chèvres étudiées.

Tableau 8. Longueur des trayons (en cm)

Race	Alpine	ARxSA	ARxSY	Arbia	Saanen	Syrienne	Total
Moyenne	2,83	3,33	2,80	3,08	2,67	2,50	2,97
Écart-type	0,29	0,29	0,76	1,35	0,76	1,73	1,18

ARxSA : chèvre croisée Arbia avec Saanen ; ARxSY : chèvre croisée Arbia avec Syrienne

2.3.2. Orientation, forme et largeur des trayons

Le tableau 9 analyse des données relatives à l'orientation, la forme et la largeur des trayons. Les meilleurs résultats de mesures sont enregistrées chez 36%, 27% et 38,6% des chèvres, respectivement.

Tableau 9. Caractéristiques morphologiques des trayons

	Orientation		Forme			Largeur	
	Extrê- large	Interm-	Enton-	Interm-	Idéale	Extrê- étroit	Interm-
Alpine	1	2	0	2	1	1	2
ARxSA	3	0	1	1	1	1	2
ARxSY	3	2	1	1	3	3	2
Arbia	18	8	12	8	6	17	9
Saanen	1	2	0	3	0	3	0
Syrienne	2	2	2	1	1	2	2
Total	28	16	16	16	12	27	17
%	63,63	36,36	36,36	36,36	27,27	61,36	38,63

ARxSA : chèvre croisée Arbia avec Saanen ; ARxSY : chèvre croisée Arbia avec Syrienne ;

63,63% des chèvres présentent une orientation extrêmement large. Ce résultat rejoint les observations de Ouchene-Khelifi et al. (2019), qui ont noté une prévalence importante d'orientations latérales des trayons chez les chèvres locales algériennes, attribuée à un manque de sélection morphologique. Par contre, Tefiel et al. (2021) ont observé chez les chèvres Saanen des trayons à orientation plus verticale, favorisant une meilleure aptitude à la traite, traduisant l'influence génétique de la race sur ce caractère.

La répartition quasi équilibrée entre les types entonnoir, intermédiaire et idéale (36%, 36% et 27% cas, respectivement) témoigne d'une variabilité morphologique marquée au sein de la population. Cette diversité concorde avec les résultats d'étude de la race locale tunisienne, de Gaddour et al. (2016). Moula et al. (2018) ont également rapporté une variabilité similaire dans les troupeaux caprins du nord de l'Algérie, où les formes « entonnoir » et « cylindrique » coexistent sans impact majeur sur la production laitière.

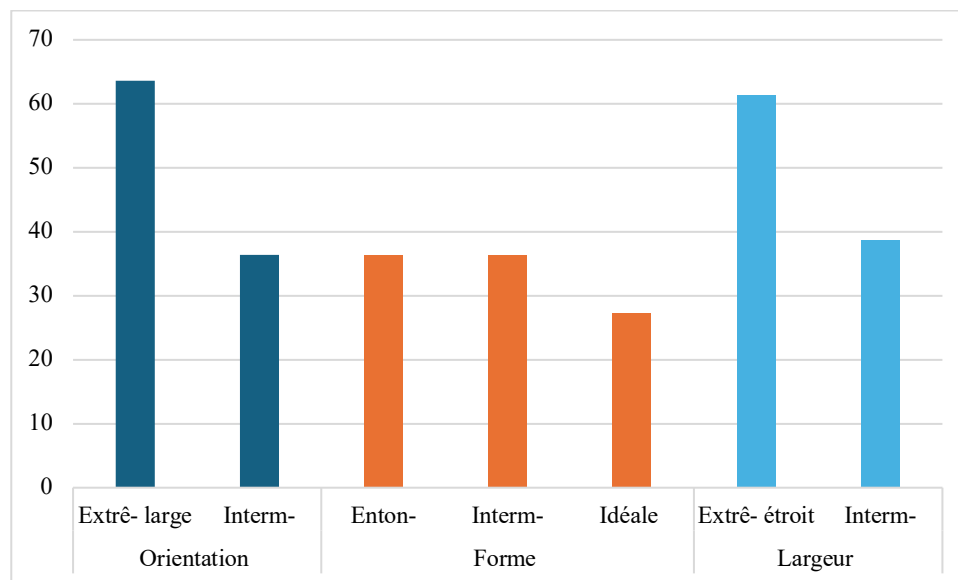


Figure 16. Orientation, forme et largeur des trayons

3. Corrélations entre les paramètres morphométriques étudiés

L'analyse des coefficients de corrélation de Pearson met en évidence plusieurs relations significatives entre les paramètres morphométriques corporels et mammaires des chèvres étudiées :

Une corrélation positive et hautement significative ($r = 0,602$; $p < 0,01$) est observée entre la longueur du corps (LC) et la hauteur au garrot (HG), indiquant que les animaux plus

longs tendent également à être plus hauts. Ce résultat est cohérent avec ceux rapportés par Moula et al. (2018) et Benyoucef et al. (2020).

La largeur de poitrine (LP) montre une corrélation significative avec la hauteur au garrot ($r = 0,323$; $p < 0,05$) et la profondeur de poitrine (PP) ($r = 0,354$; $p < 0,05$), traduisant une relation logique entre la largeur et la capacité thoracique, souvent utilisée comme indicateur indirect du potentiel respiratoire et métabolique des animaux (Hassan et al., 2020).

Concernant les paramètres mammaires, une forte corrélation apparaît entre la profondeur du pis (PP) et le diamètre du trayon (DT) ($r = 0,813$; $p < 0,01$), ainsi qu'entre le diamètre (DT) et la forme du trayon (FT) ($r = 0,913$; $p < 0,01$). Ces résultats confirment que les chèvres possédant des trayons plus gros tendent à présenter des formes plus régulières et un pis plus développé, ce qui est cohérent avec les observations de Tefiel et al. (2021) chez les races Saanen et locales algériennes.

En revanche, certaines corrélations faibles ou non significatives, comme celle entre la largeur de la croupe (LC) et les caractères mammaires, traduisent une indépendance morphologique entre la conformation corporelle arrière et les dimensions du pis. Cela rejoint les conclusions de Gaddour et al. (2016), selon lesquelles les traits mammaires et corporels ne sont pas toujours liés de manière directe, car ils dépendent souvent de facteurs génétiques distincts ou de conditions d'élevage spécifiques.

CONCLUSION

L'étude menée sur les élevages caprins de la région de M'Sila met en évidence la prédominance du système extensif et de la race locale Arbia, bien adaptée aux conditions climatiques semi-arides. Malgré sa rusticité et sa bonne adaptation, cette race présente une faible productivité laitière, conséquence directe d'une conduite alimentaire et reproductive traditionnelle, peu orientée vers l'amélioration génétique ou la valorisation du lait.

L'introduction de races exogènes, telles que la Saanen, l'Alpine et la Syrienne, ainsi que leurs croisements avec la race Arbia (AR×SA et AR×SY), a montré des effets morphométriques positifs, notamment sur la taille corporelle, la profondeur du thorax et la longueur du bassin. Ces résultats confirment l'intérêt des programmes de croisement raisonné pour renforcer la conformation et le potentiel laitier des chèvres locales.

Sur le plan mammaire, la majorité des sujets présentent des attaches faibles et une orientation large des trayons, traduisant une absence de sélection morphologique dans les élevages traditionnels. Cependant, la profondeur élevée du pis et la présence d'un ligament suspenseur médian intermédiaire à bon suggèrent une base morphologique exploitable pour l'amélioration future.

Les corrélations observées entre les paramètres corporels et mammaires (notamment entre la profondeur du pis et le diamètre des trayons) soulignent la cohérence fonctionnelle de la morphologie mammaire avec la production laitière.

En conclusion, cette étude met en avant la richesse génétique de la population caprine locale et la nécessité de programmes de sélection et de gestion adaptés. La valorisation du lait de chèvre, la modernisation de la conduite alimentaire et reproductive, et la promotion de croisements maîtrisés constituent des leviers essentiels pour améliorer la productivité et la durabilité de l'élevage caprin dans la région de M'Sila.

On recommande également d'élargir la portée de cette étude à l'avenir en exploitant un nombre plus important de races laitières, afin d'approfondir l'analyse.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

-
1. Adam et Ragab (2017). Gross anatomy and ultrasonography of the udder in goats, description anatomique précise y compris les ligaments suspensifs et subdivisions glandulaires Recherche anatomique et échographique menée sur des chèvres Baladi, publiée dans la Journal of Morphological Sciences, Volume 34, Numéro 3 (2017), pages 137-142. DOI : 10.4322/jms.105316
 2. Addass PA, Tizhe MA, Midau A, Alheri PA et Yahya (2013). Effect of genotype, stage of lactation, season and parity on milk composition of goat in Mubi, Adamawa State, Nigeria. *Annals of Biological Research*, 4(4), 248-252
 3. ADGA, 2019
 4. Aissaoui MK Deghnouche H, Bedjaoui HH, Boukhalfa (2019). Caractérisation morphologique des caprines dunes région aride du sud-ouest d'Algérie. *Revue Med. Vet.*, 170
 5. Ait Amrane et al (2018).
 6. Ajili et al. (2021).
 7. Akdag F (2011). Comparison of growth traits in Saanen and Saanen × Hair goat crosses under semi-intensive conditions. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (3), 335-341
 8. Akounda B, Dossa LH, Youssao AK, Doko A et Vanvanhossou F (2023). Morphometric characterization of local goat breeds for genetic improvement and sustainable utilization in Benin. *Livestock Research for Rural Development*, 35
 9. Alexander et al., 1975
 10. Ali ME, Mohamed RH, Hussein HA, Rabee AE, Zakaria AM (2025). Potential effect of the number and type of birth on udder, milk yield, milk composition, ovarian follicles, and certain blood parameters in Baladi goat. *Journal of Basic and Applied Zoology*, 86, Article 12
 11. American Dairy Goat Association, 2018
 12. Anggraeni et al., 2024).
 13. Atallaoui et al., 2017
-

-
14. Babo D (2000). Races ovines et caprines françaises. Edition France Agricole 14^{ème} édition, p : 249–3021
 15. Barone, 2001
 16. Belanter et al., 2018
 17. Benalia M (1996). Contribution à la connaissance de l'élevage caprin: synthèse bibliographique. Thèse. Ing. Agr. Tiaret, 72p
 18. Benyoucef M, Ouchene–Khelifi NA, Ouchene N, Yakhlef H et Boulkaboul A (2019). Étude morphométrique de la chèvre locale Arbia dans la région de Tlemcen (Algérie). Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 72(2), 115-121
 19. Benyoucef et al. (2020).
 20. Bey .. et Laloui ... (2005). Les teneurs en cuivre dans les poils et l'alimentation des chèvres dans la région d'Elkantra w .Biskra
 21. BMC Veterinary Research (2024). Subclinical mastitis in goats: epidemiology and economic impact
 22. Boukhechem, 2023
 23. Boukrouh S, Mnaouer I, Mendes de Souza P, Hornick JL, Nilahyane A, El Amiri B et Hirich A (2025). Microalgae supplementation improves goat milk composition and fatty acid profile: a meta-analysis and meta-regression. Archives Animal Breeding, 68, 223-238.
 24. Boumediene F, Meribai A, Kahlouche A, Bouchibane M, Touzout N, Belbraouet S (2025). Effects of breed and lactation stage of goat on the composition and lipid fraction of milk in Algeria. Asian Journal of Dairy and Food Research, 44(3), 505-510
 25. Bouzebda Z, Bouzebda–Afri F et Bensalem K (2013). Caractérisation morphométrique des chèvres locales algériennes. Livestock Research for Rural Development, 25
 26. Cambridge, 2023
 27. Capgenes, 2013
-

-
28. Charlet P, Le Jaouen JC (1976). Les populations caprines du Bassin méditerranéen : aptitudes et évolutions. Les ressources biologiques. Paris: CIHEAM, Options Méditerranéennes (n° 35), pp. 45-55.
 29. Charon G, 1986. La production laitière. Volume I, les bases de la production. Lavoisier tec et doc., 347p
 30. CIRAD, 2021
 31. Clutton-brock, 1981
 32. CN AnGr, 2003
 33. Daddaoua et al., 2006
 34. Darcan NK, Silanikove N (2018). Les avantages de chèvre pour une future adaptation au changement climatique : un aperçu conceptuel small ruminants res. 163, 34-38
 35. Dekkiche Y (1987). Etudes des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et deux populations locales (MAKATIA et ARBIA) en élevage intensif dans une zone steppique (Laghouat). Thèse. Ing. Agro; INA. El Harrach
 36. Delgadillo JA, Malpaux B et Chemineau P (1997). La reproduction des caprins dans les zones tropicales et subtropicales. INRA Productions Animales, 10(1), 33-41
 37. Devani R (2021). Udder morphology and milk yield relationship in dairy goats. Journal of Animal Breeding.
 38. Djari MS, et Ghribeche MT (1981). Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'études, ITA Mostaganem.
 39. Douguet M, Clement V (2012). Résultats de contrôle laitier-espèce caprine-. Institut L'élevage /France conseil élevage, Paris,2013, p19
 40. Dubeuf JP, Boyazoglu J (2009). An international panorama of goat selection and breeds Livestock Science 120, 225-231
 41. El-Tarabany et al., 2018
 42. Epstein H (1971). The origin of the domestic mammals of Africa. Africana publcorp. (eds). Londres. Pp 2-719
-

-
43. Fantazi K (2004). Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister I.N.A. Alger
 44. French MH (1971). Observation sur la chèvre. Etudes agricoles, Ed. F.A.O44 Romen 80, pp 19-21
 45. Frontiers, 2025
 46. Gaddour A, Najari S et Ouni M (2016). Caractérisation morphologique des chèvres locales tunisiennes. *Animal Genetic Resources*, 59, 89-98
 47. Galal S (2005). Biodiversity in goats. *Small ruminant research* 60, 75-8147
 48. Gebreselassie G, Abera M et Mekuriaw G (2022). Evaluation of udder morphology and milk production potential of indigenous goats in Ethiopia. *Veterinary and Animal Science*, 17, 100237.
 49. Geoffroy STH, 1919. L'élevage dans l'Afrique du Nord: Algérie-Maroc-Tunisie Ed Challamel. Paris 530p
 50. Gilbert, 2002. L'élevage des chèvres. Éditions de vecchi S.A., Paris. P 5450
 51. Goetsch et al, (2011).
 52. Guelmaoui S, Abderahmani H, 1995. Contribution à la connaissance des races caprines algériennes (cas de la race M'ZAB), Thèse. Ing. Agro. INA. El-Harrach. Alger
 53. Haenlein, 2004
 54. Hassan M, Ahmed S et Rashid M (2020). Udder morphology and its relationship with milk yield and milking ease in goats. *Journal of Animal Science and Technology*, 62 (3), 394-404
 55. Hassan et al, 2020
 56. Hellal F (1986). Contribution à la connaissance des races caprines Algériennes :Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord. Thèse d'ingénieur d'état en agronomie, INA., El-Harrach, Alger, 78p
 57. Holmes Pegler H.S., 1966. The book of goat. Ninth edition, The bazaa Exchange and Mart, LTD
-

-
58. Houssou H, Labiod A, Ramdani A et Khenenou T (2023). Dairy production in the indigenous Arbia goat breed and growth performance of their kids in Algeria. *Veterinarska Stanica*, 54(5).
 59. Idele, 2020
 60. Iniguez et al., 2009
 61. INRA, 1988
 62. ITELV, 2003).
 63. ITELV, 2016
 64. JFCA, 2024
 65. Kamel, 2003
 66. Kerba, 1995
 67. Kerbaa, 1995
 68. Kukovicsné EF, Gáspárdy A et Jávora A (2019). Goat breeds and breeding practices around the world. In S. Kukovics (Ed.), *Sustainable Goat Production Handbook* (pp. 25-48). Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy
 69. Labussière, 1988
 70. Laouadi, 2019
 71. Larousse (1971
 72. Lauvergne JJ (1988). Le peuplement caprin du rivage nord de la Méditerranée, Ed Société d'ethnozootechnie, pp 23-29
 73. Le-Du et Benmederbel, 1984
 74. Lérias et al. (2014), The mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events, revue exhaustive sur les événements morphologiques et fonctionnels chez chèvres et moutons
 75. Linnaeus, 1758
 76. Madani M (2000). Place et performances de l'élevage bovin en milieu semi-aride cas de l'Algérie
-

-
77. Madani T, Yakhlef H, Abbache N (2003). Évaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie
 78. Mamet R (1971). La connaissance du bétail. Paris: J-B. Baillière et Fils (Éds.) 78
 79. Manallah (2012). Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de Magister. Dép d'Agronomie SETIF. p 41-46
 80. Mason IL (1984). Goat evolution of domestical animals. Ed. Longman, London, pp 86-93
 81. Mathilde F (2014). L'élevage caprin en France : situation actuelle et perspectives .
 82. Mavrogenis et al., 2011
 83. Melesse A, Banerjee S, Taye M et Dessie T (2022). Morphological characterization of indigenous goat populations reared in smallholder production systems of Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), 189-197
 84. Moaen-ud-Din M, Babar ME et Hussain T (2022). Genome-wide association study identifies novel candidate genes associated with body conformation traits in goats. *Scientific Reports*, 12(1), 14018
 85. Moneva et al., 2024
 86. Mouhous et al., 2016
 87. Moula N, Yakhlef H et Khelifi N (2018). Étude morphométrique des mamelles de chèvres locales algériennes et relation avec la production laitière. *Livestock Research for Rural Development*, 30(5), 75
 88. Naderi et al., 2008
 89. Nayik GA, Jagdale YD, Gaikwad SA, Devkatte AN, Dar AH et Ansari MJ (2022). Nutritional Profile, Processing and Potential Products: A Comparative Review of Goat Milk. *Dairy* 2022, 3(3), pages 622-647
 90. Nessah, 2017
 91. Ouchene-Khelifi N, Ouchene N et Gaouar SBS (2019). Caractérisation morphologique et biométrique des chèvres locales algériennes. *Archives de Zootechnia*, 68(261), 102-112
-

-
92. Park WY et Haenlein GFW (2010). Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Blackwell 11 à 33, par Haenlein et 34 à 58, par Park.(Park, Y. W. (2010). Goat milk - Chemistry and nutrition. In Y. W. Park & G. F. W. Haenlein (Eds.), Handbook of milk of non-bovine mammals (2nd ed., pp. 34-58). Wiley-Blackwell
 93. Peacock, 2005
 94. PMC Pakistan (2021).
 95. Pradal .. (2014). Le guide de l'éleveur de chèvres. De la maîtrise à l'optimisation du système de production. Edition lavoisier.p568
 96. PubMed (2010).
 97. Quittet E (1977). La chèvre, Guide de l'éleveur. La maison rustique (eds). Paris I.S.B.N. 27066-0017-9. P18-20
 98. Rennak et al. (2024
 99. Review de 2011
 100. REXCAP, 2021
 101. Rosemberg .. et Miglino .. (2000). Arterial vascularization of the mammary gland in goats, anatomie détaillée de la vascularisation mammaire
 102. Sahraoui, 2014
 103. Sanfo R, Traoré A, Yougbare B et Soudre A (2022). Morphometric characterization of local goat breeds in two agroecological zones of Burkina Faso, West Africa. Animals, 13(12), 1931
 104. Savet (2018). Races caprins importées 104
 105. Sebba (1992).
 106. Simon (1999).
 107. Soltner, 2001
 108. Sumarmono J, Nugroho H, Astuti DA et Supriyanto A (2022). Genetic polymorphisms of caprine casein genes and their effect on milk composition in local goat breeds. Journal of Dairy Science and Biotechnology, 4(2), 110-121
-

-
109. Tefiel H, Yakhlef H et Moula N (2021). Étude comparative des caractéristiques morphométriques des races caprines Saanen et locales en Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 33 (9), 180
 110. Tvarožková K, Tančin V, Uhrinčať M, Oravcová M, Hleba L, Gancárová M, Mačuhová L, Ptáček M et Marnet W (2019). Effects of different staphylococcal species on milk yield and quality in goats
 111. Udeh I (2021). Morphological parameters of udder and their influence on milk production in West African Dwarf goats. *Tropical Animal Health and Production*
 112. *VetAgro*, 2023
 113. Vigne, 1988
 114. Vintier (2014).
 115. Wang J, Zhang Y, Chen L et Zhan J (2021). Evaluation of morphological traits and physiological variables of several Chinese goat breeds and their crosses. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1).
 116. Yilmaz A (2009). Effects of crossbreeding indigenous Hair Goat with Saanen on growth and body measurements. *Small Ruminant Research*, 85(1), 1-5
 117. Zannou RS, **et al.** (2024). Morphometric traits of udder and their correlation with milk yield in indigenous goats of Benin. *Small Ruminant Research*.
-