

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس، سطيف 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

N°...../SNV/2023

Thèse

Présentée par :

SAHRAOUI Hossem

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière: Sciences agronomiques

Spécialité: Production animale

Thème

**Performances de la population caprine locale du Nord-Est
algérien pour une mise en place d'un schéma de sélection**

Soutenue publiquement le : 23 / 02 / 2023

Devant le jury

Président

MEBARKIA Amar

Pr. UFA Sétif 1

Directeur

MADANI Toufik

Pr. UFA Sétif 1

Co-directeur

GAOUAR Semir Bechir Suheil

Pr. U. Tlemcen

Examineur

SENOUSSI Abdelhakim

Pr. U. Ouargla

Examineur

BENIDIR Mohamed

DR. INRAA - Sétif

Examineur

MOUFFOK Charef Eddine

MCA. UFA Sétif 1

Laboratoire de valorisation des ressources biologiques naturelles (LVRBN)

Remerciements

A l'issue de ce de travail de doctorat, je remercie toutes les personnes qui ont contribué à sa réussite. Je tiens, tout d'abord, à exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur et à mon co-promoteur, les professeurs Toufik MADANI et Semir Bechir Suheil GAOUAR d'avoir accepté de bon gré de diriger cette thèse, ainsi que pour leurs précieux conseils et leur soutien tout le long du parcours.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury : au professeur MEBARKIA Ammar d'avoir accepté d'en être le président, et au professeur SENOUSSI Abdelhakim, au directeur de recherche BENIDIR Mohamed et au Maître de conférences MOUFFOK Charef Eddine d'avoir accepté d'examiner le travail.

Je tiens aussi à remercier La COOPSEL, à sa tête le défunt Mouhamed Haoues KHERCHI (Que dieu l'accueille en son vaste paradis) et Laid MERATLA qui ont mis à notre disposition les moyens humains et matériels nécessaires.

Je remercie le Centre de Recherche en Biotechnologie (CRBt) de m'avoir permis d'utiliser ses équipements pour la réalisation d'expérimentations et de m'avoir donné l'occasion d'être en stage en Italie, un stage qui m'a été très enrichissant, aussi bien sur le plan scientifique, qu'humain et culturel.

Je remercie également l'équipe du laboratoire de Zootechnie de la faculté de médecine vétérinaire (Universita Degli Studi di Sassari, Italie) et particulièrement, le professeur Giuseppe Massimo VACCA de m'avoir accueilli chaleureusement et offert un excellent environnement de travail, et Maria Luisa DETTORI pour ses orientations et son assistance tout au long de mon stage. Je remercie aussi Pietro PASCHINO pour son soutien et sa présence, ainsi que Michelle PAZZOLA et Giorgia STOCCO pour les beaux moments partagés... Grazie mille !

Grand merci à ma famille et mon épouse qui m'ont témoigné un soutien indéfectible durant tout ce long chemin, et aussi à mes amis : Ilyes BOULAOUAD, Larbi AFOUTNI, Yacine LIMANI et Abdennour BELAGROUZ.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Qu'elles trouvent dans ces mots toute ma gratitude !

A mes chers Maman et Papa

*A mes chers frère et sœurs ; Badis, Amel,
Hiba et Nada*

A ma chère épouse ; Hanane

*A ma chère grand-mère et à la mémoire de
mes grands-parents*

A mes chers oncles et tantes

A Lala et Papou !

If you can't fly then run, if you can't run then walk, if you can't walk then crawl, but whatever you do, you have to keep moving forward.

Martin Luther King Jr.

قدرات الماعز المحلي للشمال الشرقي الجزائري من أجل وضع برنامج انتقاء وراثي

ملخص

يشهد قطاع تربية الماعز في الجزائر ديناميكية كبيرة مدفوعة بالطلب المتزايد على منتجات الماعز، ومع ذلك فهو يعاني عدة مشاكل. من بين هذه المشاكل ضعف إنتاجية السلالات المحلية، نقص المعرفة بإمكانياتها الوراثية الحقيقية وداء الحمى المالطية المنتشر. لذلك، فإن الهدف من هذه الأطروحة هو تحديد الخصائص المورفولوجية للماعز المحلي في شمال شرق الجزائر، وتحليل قدراتها الانتاجية و مقاومتها الوراثية لمرض البروسيللا مع التركيز على تصميم برنامج التحسين الوراثي. أظهرت دراسة المقاييس الحيوية والمورفولوجية أن الماعز المحلي له شكل متكيف مع إنتاج محترم. يتميز أيضًا بوجود تدرج في نمو الجسم يشير إلى التباين الجيني الذي يمكن تمييزه في برامج التحسين الوراثي. أظهرت دراسة الأداء التناسلي ضعف الأداء بسبب وجود داء البروسيللا داخل القطيع. ومع ذلك، فإن السلالة المحلية العربية أظهرت نمو مثير للاهتمام مقارنة بالسلالات الأخرى. يعتبر إنتاج الحليب متوسطًا مقارنة بالسلالات الغربية المستوردة، ولكنه يتميز بتباين كبير في القدرات الفردية. من ناحية أخرى، أظهرت دراسة المقاومة الجينية لمرض البروسيللا من خلال دراسة الساتل الميكروي A عند UTR 3 من الجين SLC11A1 وجود مقاومة وراثية محتملة لمرض البروسيللا. أخيرًا و لتحسين الحينات الوراثية للماعز المحلي، إن الأنسب هو إجراء الانتقاء الجيني بدلاً من التهجين لأن الاختيار الجيني يحافظ بشكل أفضل على تنوع السلالات المحلية ويكون تنفيذه أقل صعوبة. وفي هذا الصدد، سمحت الدراسة بتحديد الخطوات التي يجب اتباعها في برنامج التحسين الوراثي لإنتاج اللحوم أو الحليب، مع التركيز على المراقبة الصارمة لقدرات الإنتاج. من الضروري أيضًا مراعاة سمات التأقلم والمقاومة الوراثية للسلالات المحلية في برامج التحسين الوراثي. تم اقتراح مؤشر وراثي لهذا الغرض. أخيرًا، خلصنا إلى أنه من الضروري إنشاء المنظومة اللازمة لإعداد برنامج الاختيار الجيني (إنشاء هيئات الاختيار، جمعيات المربين، وما إلى ذلك).

الكلمات المفتاحية: استهلاك منتوجات الماعز، قدرات الانتاج عند الماعز المحلي، المعزة العربية، الانتقاء الجيني، المقاومة الوراثية، الحمى المالطية.

Performances de la population caprine locale du Nord-Est algérien pour une mise en place d'un schéma de sélection

Résumé

Les filières caprines en Algérie sont en train d'assister à une dynamique importante motivée par une demande croissante sur les produits caprins. Cependant, elles souffrent d'un certain nombre de goulots d'étranglements, tels que la faible productivité des populations locales, la méconnaissance de leur potentiel génétique réel et la brucellose qui sévit dans les élevages. Notre thèse s'est donc fixée pour objectif de caractériser la population caprine locale du Nord-Est algérien à travers l'étude de ses caractéristiques morpho-biométriques, de ses performances zootechniques et de sa résistance génétique à la brucellose en vue de la conception d'un programme d'amélioration génétique. Nos résultats ont montré que la chèvre locale du Nord-Est algérien possède un format morpho-biométrique adapté à une production respectable. Elle est aussi caractérisée par l'existence d'un gradient de développement corporel, synonyme de variabilité génétique pouvant être valorisée dans les programmes d'amélioration génétique. L'étude des performances de reproduction a mis en évidence des performances faibles à cause de la présence de la brucellose au sein du troupeau. Cependant, la chèvre locale Arbia exprime des performances de croissance jugées intéressantes comparativement à d'autres races. La production laitière est réduite comparativement aux races exotiques, mais caractérisée par une grande variabilité interindividuelle. D'autre part, l'étude du polymorphisme du microsatellite A au niveau de 3' UTR du gène SLC11A1 a montré une résistance génétique potentielle à la brucellose. Enfin, pour améliorer la génétique du caprin local, le plus adéquat est de procéder à la sélection génétique plutôt qu'au croisement. La sélection génétique est préférable puisqu'elle préserve mieux la diversité des races locales et est moins difficile à mettre en œuvre. L'étude a également déterminé les étapes à suivre dans un programme d'amélioration génétique, pour la production de viande ou de lait, en mettant l'accent sur la mise en place d'un contrôle de performances rigoureux et soulignant l'importance de prendre en compte les caractères de résilience et de résistance génétique des races locales. Un index génétique a également été proposé pour cela. Enfin, nous avons conclu de la nécessité de mettre l'organisation nécessaire à la réalisation du programme de sélection (création d'organismes de sélection, associations d'éleveurs...).

Mots clés : Consommation des produits caprins, Performances zootechniques du caprin local, Chèvre Arbia, Sélection génétique, Résistance génétique, Brucellose.

Performances of indigenous goat population of northeastern Algeria for an implementation of a selection scheme

Abstract

The goat sector in Algeria is witnessing an important dynamic motivated by a growing demand for goat products. However, it suffers from a number of bottlenecks. Among these constraints the low productivity of local populations, the lack of knowledge of their real genetic potential and the brucellosis that is rampant in goat farms. Therefore, the aim of this thesis is to identify the morpho-biometric characteristics of the local goat population of northeastern Algeria, analyze its zootechnical performance and analyze its genetic resistance to brucellosis with a focus on designing a genetic improvement program. The morpho-biometric study showed that the local goat has an adapted format to a respectable production. It is also characterized by the existence of a body development gradient signifying a genetic variability that can be valued in genetic improvement programs. The study of reproductive performance revealed poor performance due to the presence of brucellosis within the herd. However, the local goat Arbia expresses an interesting growth performance compared to other breeds. Milk production is ordinary compared to exotic breeds, but characterized by great inter-individual variability. On the other hand, the study of genetic resistance to brucellosis through the study of microsatellite A at the 3' UTR of the SLC11A1 gene has shown a potential genetic resistance to brucellosis. Finally, to improve local goat genetics, the most appropriate is to carry out genetic selection rather than crossbreeding. Genetic selection is preferable since it better preserves the diversity of local breeds and is less difficult to implement. The study also determined the steps to follow in a genetic improvement program, for meat or milk production, with an emphasis on implementing rigorous performance monitoring. It is also crucial to take into account the resilience and genetic resistance traits of local breeds in the programs. A genetic index has been proposed for this. It has been concluded that it is necessary to put in place the organization needed to set up the genetic selection program (creation of selection bodies, breeders' associations, etc.).

Key words: Consumption of goat products, Zootechnical performance of local goat, Arbia goat, Genetic selection, Genetic resistance, Brucellosis.

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

INTRODUCTION GENERALE..... 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I.	Histoire de la chèvre	5
II.	Les caprins dans le monde.....	6
III.	Les caprins en Algérie.....	8
III.1.	Etat de la recherche scientifique.....	8
III.2.	Aperçu de l'élevage caprin.....	8
III.3.	Systèmes d'élevage caprin	10
III.3.1.	Des territoires et des systèmes	10
III.3.2.	Gestion des troupeaux en élevage caprin.....	11
III.4.	Filières caprines en Algérie.....	13
III.4.1.	Production.....	13
III.4.2.	Collecte et transformation.....	17
III.4.3.	Fournisseurs d'intrants	18
III.4.4.	Prestataires de services (services vétérinaires).....	18
III.4.5.	Systèmes de commercialisation	18
III.4.6.	Synthèse autour des filières caprines en Algérie	19
IV.	Etude de la consommation des produits animaux	24
IV.1.	Comportement du consommateur	24
IV.2.	Facteurs explicatifs du comportement du consommateur	24
IV.2.1.	Variables internes au consommateur	24
IV.2.2.	Variables externes (d'environnement) du consommateur	25
V.	Caractéristiques zootecniques des caprins	26
V.1.	Ressources caprines en Algérie.....	27
V.1.1.	Chèvre Arbia.....	27
V.1.2.	Chèvre Makatia.....	27
V.1.3.	Chèvre Kabyle	28
V.1.4.	Chèvre M'Zab.....	29
V.1.5.	Populations introduite et croisée.....	29
V.2.	Reproduction chez la chèvre locale.....	29
V.2.1.	Puberté	30
V.2.2.	Activité sexuelle.....	30
V.2.3.	Durée du cycle œstrale et de l'œstrus	30
V.2.4.	Evaluation des performances de reproduction du troupeau.....	30

V.3.	Croissance chez les caprins	31
V.3.1.	Courbe de la croissance	32
V.3.2.	Contrôle de la croissance	33
V.4.	Production laitière	34
V.4.1.	Composition et intérêt nutritionnel du lait de chèvre.....	34
V.4.2.	La lactation.....	35
V.4.3.	Facteurs influençant la lactation de la chèvre locale	36
VI.	Maladies des caprins: cas de la brucellose	38
VI.1.	La brucellose en Algérie.....	38
VI.2.	Lutte contre la brucellose	39
VI.3.	Résistance génétique aux maladies et implication du gène SLC11A1	40
VII.	Amélioration génétique des caprins.....	41
VII.1.	Organisation des programmes d'amélioration génétique	42
VII.1.1.	Etude des systèmes d'élevage et choix des races à améliorer	42
VII.1.2.	Objectifs de sélection et index	43
VII.2.	Les différents types de caractères et leurs caractéristiques	45
VII.2.1.	Caractères de production.....	45
VII.2.2.	Caractères de qualité des produits.....	45
VII.2.3.	Caractères fonctionnels.....	45
VII.2.4.	Choix des caractères à sélectionner	45

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

I.	Enquête sur la consommation des produits caprins	46
I.1.	Conception de l'enquête.....	46
I.2.	Analyse statistiques des données.....	47
II.	Evaluation morpho-biométrique et performances zootechniques.....	48
II.1.	La COOPSEL et sa ferme école.....	48
II.2.	Mise en place de l'élevage	49
II.2.1.	Organisation du bâtiment.....	49
II.2.2.	Conception d'un calendrier d'alimentation	52
II.3.	Etude morpho-biométrique.....	54
II.3.1.	Matériel animal	54
II.3.2.	Equipement	54
II.3.3.	Déroulement de l'opération de mensuration.....	55
II.3.4.	Collecte et analyse des données.....	57
II.4.	Performances de reproduction.....	60
II.4.1.	Matériel animal	60
II.4.2.	Approche méthodologique.....	60
II.4.3.	Collecte et analyse des données.....	60
II.5.	Performances de production laitière.....	62
II.5.1.	Matériel animal	62

II.5.2.	Collecte et analyse des données.....	62
II.6.	Performances de croissance.....	63
II.6.1.	Matériel animal.....	63
II.6.2.	Alimentation.....	63
II.6.3.	Collecte et analyse des données.....	63
II.7.	Résistance génétique à la brucellose.....	65
II.7.1.	Matériel animal.....	65
II.7.2.	Isolement de l'ADN et géotypage.....	65
II.7.3.	Analyses statistiques.....	66
III.	Mise en place d'un schéma de sélection.....	67

RESULTATS ET DISCUSSION

I.	Consommation des produits caprins.....	68
I.1.	Lait et produits laitiers.....	68
I.1.1.	Caractéristiques socio-économiques des enquêtés.....	68
I.1.2.	Caractérisation du panier laitier du consommateur algérien.....	71
I.1.3.	Consommation des produits laitiers caprins.....	73
I.2.	Viande et produits carnés.....	79
I.2.1.	Caractéristiques socio-économiques des enquêtés.....	79
I.2.2.	Consommation de la viande caprine.....	82
I.3.	Conclusion.....	89
II.	Caractéristiques morpho-biométrique et performances zootechniques.....	91
II.1.	Caractéristiques morpho-biométrique.....	91
II.1.1.	Description générale des femelles.....	91
II.1.2.	Description générale des mâles.....	93
II.1.3.	Analyse des caractéristiques des chèvres et leur impact sur l'élevage et l'avenir du troupeau.....	96
II.1.4.	Effet du facteur âge sur la biométrie des animaux.....	98
II.1.5.	Formule barymétrique.....	100
II.1.6.	Types morphologiques.....	100
II.1.7.	Conclusion.....	103
II.2.	Performances de reproduction.....	104
II.2.1.	Distribution des naissances selon le sexe.....	105
II.2.2.	Taille de la portée.....	105
II.2.3.	Mortalité des chevreaux.....	105
II.2.4.	Avortements des chèvres.....	106
II.2.5.	Paramètres des performances de reproduction.....	107
II.2.6.	Conclusion.....	108
II.3.	Performances de production laitière.....	109
II.3.1.	Niveaux de production.....	109
II.3.2.	Courbe de lactation.....	109
II.3.3.	Conclusion.....	110
II.4.	Performances de croissance.....	111

II.4.1.	Effet du sexe	111
II.4.2.	Effet du mode de naissance.....	112
II.4.3.	Relation entre les poids à âges types.....	114
II.4.4.	Conclusion	115
II.5.	Performance de résistance génétique à la brucellose	116
II.5.1.	Paramètres génétiques du microsatellite A du gène SLC11A1	116
II.5.2.	Fréquences alléliques et génotypiques.....	117
II.5.3.	Diversité génétique	120
II.5.4.	Implications dans la résistance innée à la brucellose.....	121
II.5.5.	Conclusion	121
III.	Mise en place d'un schéma de sélection	123
III.1.	Mise en contexte.....	123
III.2.	Mise en place du programme d'amélioration génétique	124
III.2.1.	Enquête	124
III.2.2.	Création du réseau d'éleveurs.....	124
III.2.3.	Mise en place du contrôle de performances et de l'évaluation des reproducteurs	125
III.3.	Quel programme pour quelle vocation ?	128
III.3.1.	Amélioration génétique de la production de viande (croissance).....	129
III.3.2.	Amélioration génétique de la production laitière.....	129
III.4.	La résistance génétique dans la sélection des caprins	130
III.5.	Conclusion.....	131
	CONCLUSION GENERALE.....	132
	Références bibliographiques.....	135

Productions scientifiques

Annexes

Liste des abréviations

Abréviation	signification
%	Pourcent
ACP	Analyse en Composantes Principales
ADN	Acide Dysoxyribonucléique
AEVC	Arthrite Encéphalite Virale Caprine
Ar	Arbia
Ca	Calcium
CAH	Classification Ascendante Hierarchique
CB	Cellulose Brute
cm	Centimètre
CMV	Complexe Minéralo-Vitaminique
CN AnGR	Commission Nationale pour les Ressources Génétiques Animales
COOPSSEL	Coopérative des Services Spécialisés en Elevage
CV	Coefficient de Variation
DA	Dinar Algérien
Dk (NK)	Dwarf of Kabylia (Naine de Kabylie)
DSA	Direction des Services Agricoles
Equivalent lait /hab/an	Equivalent Lait par Habitant et par An.
F (1, 2, 3)	Facteurs (Facteurs 1, 2, 3)
FAO	Food and Agriculture Organization
FIT, FIS, FST	Statistiques F De Wright
GMQ	Gain Moyen Quotidien
He	Hétérozygotie Attendue
Ho	Hétérozygotie Observée
Ht	Diversité Des Gènes Nei
HWE	Equilibre De Hardy-Weinberg
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ITELV	Institut technique de l'élevage
J. C	Jesus Christ
Kbp	Kilo Paire de Base
kg	Kilogramme
MADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale
MAP	Mycobacterium Avium Subsp. Paratuberculosis
Me	Mekatia

MG	Matière Grasse
Mo	Mozabit
MP	Matière Protéique
MS	Matière Sèche
N	Nombre d'animaux étudiés
Na	Nombre d'allèles
Ne	Nombre d'allèles Effectifs
Ng	Nombre de Géotypes
Nm	Nombre de Migrants Par Génération
NRAMP1	Natural Resistance-Associated Macrophage Protein 1
ONAB	Office National des Aliments de Bétail
P	Phosphore
PAT	Poids à Age Type
PCR	Polymerase Chain Reaction
PDIE	Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Energie
PDIN	Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par le Nitrogène
PIC	Contenu en Information Polymorphe
PNDA	Plan National de Développement Agricole
PV	Poids Vif
SLC11A1	Solute Carrier Family 11 Member 1
SMIC (SNMG)	Salaire Minimum de Croissance (Salaire National Minimum Garanti)
STH	Hormone Hypophysaire Somatotrophine
UEL	Unité d'Encombrement Lait
UFL	Unité Fourragère Lait
UFV	Unité Fourragère Viande
UTR	Untranslated Region
β-LG	β -Lactoglobuline

Liste des tableaux

Tableau 1: Planning de distribution de l'alimentation	52
Tableau 2: Composition de l'aliment complet distribué aux chèvres	53
Tableau 3: Valeur nutritive de l'aliment complet distribué aux chèvres.....	53
Tableau 4: Descripteurs quantitatifs étudiés	55
Tableau 5: Descripteurs qualitatifs étudiés	56
Tableau 6: Variables prises en compte dans l'analyse Multi-variée.....	58
Tableau 7: Valeur nutritive de l'aliment composé consommé par les chevreaux	63
Tableau 8: Fréquences des différentes modalités des variables qualitatives chez les femelles.....	92
Tableau 9: Statistiques descriptives globales des mesures corporelles chez les femelles.....	93
Tableau 10: Fréquence des différentes modalités des variables qualitatives chez les mâles.	95
Tableau 11: Statistiques descriptives globales des mesures corporelles chez les mâles.	96
Tableau 12: Comparaison de la taille moyenne des chèvres étudiées à celle d'autres populations élevées en Algérie et dans le monde	98
Tableau 13: Comparaison des variables quantitatives entre les trois classes d'âge chez les femelles..	99
Tableau 14: Statistiques descriptives des variables étudiées.....	101
Tableau 15: Caractéristiques des 3 types morphologiques identifiés.....	103
Tableau 16: Evaluation des paramètres de reproduction.....	107
Tableau 17: Synthèse des performances de reproduction.	108
Tableau 18: Evolution moyenne de la production laitière dans le temps.....	109
Tableau 19: Poids à la naissance, à 10, 21, 30, 42, 60 et 70 jours, en fonction du sexe	111
Tableau 20: Evolution du GMQ en fonction du sexe.....	112
Tableau 21: Poids à la naissance, à 10, 21,30, 42, 60 et 70 jours, en fonction du mode de naissance.	113
Tableau 22: Evolution du GMQ en fonction du mode de naissance.....	113
Tableau 23: Relation entre les différents PAT des chevreaux Arbia élevés en semi-intensif.....	114
Tableau 24: Paramètres du polymorphisme génétique de la région A du SLC11A1 chez les races caprines algériennes.	116

Liste des figures

Figure 1: Evolution de la contribution des cinq continents dans l'effectif caprin mondial (FAO, 2020)	7
Figure 2: Evolution du cheptel caprin et des autres ruminants en Algérie de 1961 à 2018 (FAO, 2020).	9
Figure 3: Représentation des chaînes de valeurs caprines en Algérie (Synthèse réalisée dans le cadre de la thèse).....	13
Figure 4: Evolution de la production laitière et du nombre de femelles productives de 1961 à 2019 (FAO, 2020).....	14
Figure 5: Evolution du rendement en lait par chèvre de 1961 à 2019 (FAO, 2020).....	14
Figure 6: Evolution de la production de viande caprine de 1961 à 2019 (FAO, 2020).....	16
Figure 7: Courbe de croissance de chevreaux mâles et femelles en système extensif dans la région de Biskra (selon Aissaoui <i>et al.</i> , 2019 à gauche, selon Djouza et Chehema 2018b à droite).....	33
Figure 8: Représentation du contrôle de croissance des chevreaux (Gunia, 2008).....	34
Figure 9: Courbe de lactation théorique (Ciappesoni <i>et al.</i> , 2004).....	35
Figure 10: Localisation et façade de la ferme école de la COOPSEL.....	48
Figure 11: Plan adopté du bâtiment d'élevage.....	51
Figure 12: Plan adopté de la salle de traite.....	51
Figure 13: Schéma des différentes mensurations effectuées.....	56
Figure 14: Représentation de la distribution des sites d'échantillonnage des races caprines.....	65
Figure 15: Répartition des enquêtes sur les différentes wilayas.....	68
Figure 16: Répartition des enquêtes sur les différentes régions du pays.....	69
Figure 17: Répartition des enquêtes selon l'âge et le sexe des enquêtés.....	69
Figure 18: Occupation des personnes enquêtées.....	70
Figure 19: Revenu mensuel par ménage des personnes enquêtées.....	70
Figure 20: Type de la région habitée par les enquêtés.....	71
Figure 21: Fréquence de consommation du lait et ses dérivés.....	72
Figure 22: Quantités consommées de lait et de ses dérivés.....	72
Figure 23: Pourcentage des consommateurs du lait de chèvre et/ou ses dérivés.....	73
Figure 24: Historique de consommation des produits laitiers caprins.....	73
Figure 25: Fréquence de consommation du lait et du fromage de chèvre.....	74

Figure 26: Produits laitiers caprins en vente selon les enquêtés	74
Figure 27: Raisons de non-consommation des produits laitiers caprins	75
Figure 28: Proportion des produits caprins consommés	76
Figure 29: Perception sensorielle du lait et du fromage de chèvre par les consommateurs	76
Figure 30: Raisons de consommation des produits laitiers caprins.....	77
Figure 31: Quantités consommées des produits laitiers caprins.....	77
Figure 32: Lieu d'acquisition des produits laitiers caprins	78
Figure 33: Prix d'acquisition des produits laitiers caprins.....	78
Figure 34: Perception des prix des produits laitiers caprins par les consommateurs	79
Figure 35: Répartition des enquêtes par wilaya	79
Figure 36: Répartition des enquêtes par région du pays	80
Figure 37: Répartition de l'âge et du sexe des enquêtés	80
Figure 38: Occupations des enquêtés	81
Figure 39: Régions habitées par les enquêtés.....	81
Figure 40: Pourcentage de consommateurs de la viande caprine.....	82
Figure 41: Historique de consommation de la viande caprine	82
Figure 42: Perception des consommateurs pour la viande caprine	83
Figure 43: Disponibilité de la viande caprine	83
Figure 44: Raisons de non-consommation de la viande caprine	84
Figure 45: Raisons de consommation de la viande caprine	85
Figure 46: Fréquence de consommation de la viande caprine	85
Figure 47: Quantité de viande caprine acquise à la fois.....	86
Figure 48: Prix d'achat de la viande caprine	86
Figure 49: Occasions de consommation de la viande caprine.....	87
Figure 50: Formes d'acquisition de la viande caprine	87
Figure 51: Lieu d'acquisition de la viande caprine.....	88
Figure 52: Préférence des différentes parties de la carcasse par les consommateurs.....	88
Figure 53: Préparations culinaires préférées pour la viande caprine.....	89

Figure 54: Fréquence des catégories d'âge chez les femelles	91
Figure 55: Fréquence des catégories d'âge chez les mâles.....	94
Figure 56: Cercle des corrélations des variables étudiées selon les facteurs F1, F2 et F3	101
Figure 57: Projection des individus et des variables selon les facteurs F1 et F2	102
Figure 58: Rythme des mises bas.....	104
Figure 59: Fréquence des naissances selon la taille de la portée.....	105
Figure 60: Evolution de la quantité moyenne de lait produite	109
Figure 61: Evolution du poids et du GMQ avec l'âge chez les chevreaux mâles et femelles	112
Figure 62: Evolution du poids chez les chevreaux simples et doubles.	114
Figure 63: Fréquences alléliques du microsatellite A du gène SLC11A1 chez les 4 races caprines locales.....	117
Figure 64: Comparaison des fréquences alléliques du microsatellite de la région A du SLC11A1 entre la population caprine algérienne et d'autres races dans le monde	118
Figure 65: Comparaison des fréquences génotypiques au niveau de la région A du microsatellite du gène SLC11A1 entre les quatre races locales	119
Figure 66: ACP basée sur les fréquences alléliques et génotypiques.....	120
Figure 67: Résultats de la CAH montrant l'existence de 3 classes et leur projection	121
Figure 68: Organisation pyramidale de la sélection (Verrier <i>et al.</i> , 2005).....	127

Liste des photos

Photo 1: Chèvre (à gauche) et bouc (à droite) de race Arbia (Sahraoui, 2014).....	27
Photo 2: Chèvre Makatia (CN AnGR, 2003)	28
Photo 3: Chèvre Naine de Kabylie (CN AnGR, 2003)	28
Photo 4 : Chèvres appartenant au troupeau acquis (Sahraoui, 2014).....	54
Photo 5: Quelques paramètres évalués visuellement (de gauche à droite : couleur de la robe, dentition, barbiche et pendeloque, mamelle, et enfin les cornes (Sahraoui 2014)	57
Photo 6: Traite des chèvres et évaluation de la quantité du lait produite (Sahraoui, 2014).	62
Photo 7: Chevreau de race Arbia venant de naître (Sahraoui, 2014)	63
Photo 8: Pesée des chevreaux (Sahraoui, 2014).....	64

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le secteur alimentaire en Algérie est caractérisé par une demande massive et croissante de la part de la population sur le lait, les produits laitiers et la viande suite à la croissance démographique et l'amélioration du niveau de vie. Cette situation couplée à une insuffisance de la production locale, fait de l'Algérie un pays importateur de denrées alimentaires des marchés mondiaux (Chemma, 2017; Bessaoud, 2019).

Alors que le lait le plus consommé en Algérie est le lait de vache (en poudre ou frais) et la viande rouge est celle des ovins, les produits caprins sont nettement moins consommés (Chikhi et Bencharif, 2016; Kardjadj et Luka, 2016). Les autorités algériennes sont donc appelées à diversifier les sources des produits animaux afin d'assurer la sécurité alimentaire en lait et en viande de la population. La diversification des sources des produits animaux est également importante pour le développement économique des différentes régions du pays. Le caprin, plus présent dans les territoires les plus défavorables à l'agriculture et à l'élevage, est une espèce à prendre en compte dans cette diversification.

La chèvre, qui représente une tradition en matière d'élevage et de consommation chez la société algérienne, figure parmi les ressources susceptibles d'avoir une contribution positive à l'économie et à la sécurité alimentaire du pays, particulièrement dans le contexte actuel caractérisé par des changements globaux, aussi bien climatiques que socio-économiques. Elle pourrait constituer le centre de filières agricoles et agro-alimentaires rentables et pourvoyeuses de protéines de qualité.

En Algérie, l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus répandues dans les zones montagneuses du Nord-est (Madani, 2000; CN AnGR, 2003). Ces zones étant caractérisées par leur relief montagneux et accidenté permettant l'allongement de la période de végétation vers l'été et la richesse botanique du tapis herbacé grâce à la diversité des conditions méso-climatiques. De plus, l'arbre peut constituer un apport conséquent par ses productions propres (glands, châtaignes, feuilles,...) aux périodes où l'herbe peut manquer (automne sec, début d'hiver) (Pierre *et al.*, 1995). Grâce à ces particularités naturelles, le caprin s'est répandue au sein des exploitations d'élevage pour valoriser les ressources pastorales et contribuer à la vie des communautés locales en leur fournissant des ressources pour l'alimentation, la confection d'objets de la vie quotidienne et au financement de leurs différentes dépenses.

L'élevage caprin en Algérie est caractérisé par son système extensif (Madani *et al.*, 2001), or ce système ne permet pas de répondre à une demande importante de la part du consommateur sur les produits caprins et aux attentes des acteurs et des investisseurs de plus en plus nombreux à être attirés par le potentiel économique que comporte cette filière. Dans le cadre de ses activités, la Coopérative des Services Spécialisée en Elevage « COOPSSSEL », activant dans la wilaya de Sétif, a mis en place un élevage caprin dans le but de produire du fromage de chèvre. Ce projet vise à contribuer à la satisfaction de la demande de plus en plus importante sur les produits caprins, instaurer la culture de l'élevage caprin maîtrisé et mettre en place les premiers jalons d'un programme de sélection génétique de la population caprine locale en faisant participer les éleveurs de la région pour un développement local durable. La coopérative a fait appel au département de l'agronomie de l'université de Sétif pour mettre en place une approche scientifique pour le suivi technique et l'élaboration d'un éventuel programme d'amélioration génétique.

Les informations actuelles concernant les populations caprines locales algériennes sont insuffisantes tant sur le plan de leurs caractéristiques morphologiques que de leurs performances, notamment en ce qui concerne : l'aptitude des jeunes à la croissance, la production laitière, les performances de reproduction (Djouza et Chehma, 2018a). L'engouement pour l'élevage caprin afin de satisfaire la demande sur ses produits justifie le développement de la recherche sur l'amélioration des performances zootechniques des races locales dans des contextes d'élevage variés en sélectionnant des animaux capables de répondre aux améliorations de l'environnement de l'élevage et aptes à maintenir leur potentiel productif dans différentes situations.

L'une des contraintes majeures qui s'oppose au développement de la filière caprine en Algérie est la brucellose. Elle constitue, non seulement, une maladie grave pour les animaux et provoque une baisse importante de la production, mais elle représente aussi une menace pour la santé publique. Elle touche au moins 5 % du cheptel caprin national (la prévalence la plus élevée touchant les espèces de ruminants) (Kardjadj, 2011). Ainsi, l'expérimentation réalisée à la ferme école de la COOPSSSEL a dû être interrompue car cette dernière a été affectée par une épidémie de brucellose obligeant l'administration de la coopérative et les services vétérinaires de se prononcer pour l'abattage de tout le cheptel et la réalisation d'un vide sanitaire. Cet évènement a été très important dans le déroulement de cette thèse puisque il a permis de prendre conscience de l'importance de l'étude de la résistance génétique aux

maladies, notamment à la brucellose comme performance zootechnique chez le caprin local et de considérer cet aspect dans la proposition d'un programme d'amélioration génétique.

Le caprin local, négligé pendant longtemps par les chercheurs, exige de nous un intérêt particulier afin de prendre la place qui lui est due. Ceci passe d'abord par une bonne caractérisation de ses performances zootechniques et adaptatives pour ensuite mettre en place des plans d'amélioration génétique efficaces qui permettent de répondre aux besoins des acteurs aux différents niveaux de la filière dans une optique de durabilité. Ainsi, et vu ce qui a été mentionné ci-dessus, nous nous sommes posés les questions suivantes quant aux performances zootechniques des populations locales : (i) quels sont les niveaux actuels de production (lait, croissance, résistance aux maladies,...) et quels sont leurs degrés de variation au sein de la population ? (ii) Il a aussi été question de tester la réponse du caprin local aux améliorations des conditions d'élevage (maîtrise) et leurs effets sur ses performances productives. (iii) Enfin, nous nous sommes posé la question de la proposition d'un programme de sélection génétique : quels peuvent être ses objectifs ? Quel impact de l'environnement socio-économique des éleveurs sur son organisation et comment les intégrer de façon efficace ? Et quelle stratégie suivre (sélection ou autre) ?

Comme réponses provisoires à nos questions de départ, nous partons de l'hypothèse que le caprin local tel qu'il est, est doté de performances productives adaptées à des systèmes extensifs où la seule force de sélection, ou du moins la principale, est la sélection naturelle. Il est donc peu utile de faire des comparaisons avec d'autres races élevées dans d'autres environnements pour en tirer des conclusions. Cela nous mènera à avoir des préjugés plutôt que des informations scientifiques précises. Certes, l'amélioration des conditions d'élevage, et notamment de l'alimentation, aurait un effet probablement positif sur les niveaux de productivité. En plus de l'amélioration des conditions d'élevage, la mise en place d'un programme de sélection génétique intra- raciale aurait pour effet d'améliorer les performances productives des animaux tout en conservant la diversité raciale actuelle. La mise en place d'un tel programme, selon les recommandations des schémas d'amélioration classiques, se ferait par la création d'un noyau de sélection en intégrant les éleveurs dans le schéma global. Cependant, la contrainte qui pourrait s'opposer à sa réussite résidera dans l'engagement à moyen et à long termes exigés des éleveurs. Les éleveurs caprins pratiquant souvent l'élevage extensif, leurs pratiques risqueraient donc d'être incompatibles avec les exigences du programme.

Cette thèse a pour objectif ultime de proposer des orientations pour la mise en place d'un schéma (ou de schémas) de sélection adapté(s) au contexte de l'élevage caprin de race local, extensif à semi-intensif, caractérisé par une faible utilisation d'intrants et par l'exploitation des ressources pastorales locales. Par ailleurs, il nous semble primordial en premier lieu d'analyser la perception qu'a le consommateur des produits caprins. Ceci est important dans la mesure où c'est le consommateur qui exige et impose au restant des acteurs des filières le choix et le type de produits à fournir. En second lieu, nous nous intéresserons aux performances zootechniques de la population caprine locale du Nord-Est algérien pour avoir une idée précise et ce en vue de la conception d'un programme d'amélioration génétique adapté. Nous tentons ainsi d'étudier ses performances aussi bien productives que celles liées à sa résistance à la brucellose. Les connaissances collectées devraient permettre de proposer les bases d'une sélection génétique multi-caractère pour améliorer la productivité des races caprines locales en veillant au maintien du caractère d'adaptation. Notre étude contribuera donc à fournir les outils nécessaires à la proposition de ce programme de sélection, qui vise à améliorer la durabilité et la rentabilité économique des élevages caprins à base de race locale.

Cette thèse est divisée en deux parties ; partie bibliographique et partie expérimentale. La partie bibliographique décrit d'une part la situation générale du caprin en Algérie, de son élevage et des filières caprines, et d'autre part, définit les notions et les concepts qui seront développés dans la partie expérimentale. Cette dernière est composée de 3 volets ; le premier concerne l'étude de la consommation des produits caprins en Algérie. Le deuxième se rapporte à l'étude des performances zootechniques de la population caprine du Nord-Est algérien en abordant les éléments suivants : morphométrie, reproduction, production laitière, croissance et résistance génétique à la brucellose. Enfin, les données rassemblées dans les chapitres précédents ont été utilisées pour proposer une ébauche d'un schéma de sélection pour la population caprine locale dans le troisième volet, et qui traitera des conditions d'utilisation du schéma de sélection, l'identification de l'objectif de sélection et le choix des critères permettant une réponse optimale à la sélection. En guise de conclusion, une synthèse générale remet les résultats obtenus en perspective pour une mise en place pertinente et économiquement durable du programme de sélection de la chèvre locale du Nord-Est algérien.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Histoire de la chèvre

La chèvre a été domestiquée il y a plus de 10 000 ans dans le croissant fertile (Zeder et Hesse, 2000). L'ancêtre est une "Chèvre sauvage du Proche Orient", *Capra-hircus aegagrus* (ou probablement "la Chèvre sauvage de Jarmo" découverte dans les années 50s). A la fin du VII^e millénaire, sortant de l'étroite zone originelle, la chèvre diffuse vers l'Asie, l'Afrique, l'Europe centrale et le domaine méditerranéen (Vigne, 1988). Depuis, la chèvre fait toujours partie de la vie quotidienne de l'homme, où elle est élevée essentiellement pour son lait, sa viande, et ses poils. C'est aussi un animal adapté aux conditions rudes et à la sécheresse, où bovins et ovins ne peuvent survivre (Shkolnik *et al.*, 1980).

La chèvre (*Capra hircus*) est un mammifère appartenant à l'ordre des Artiodactyles, la famille des Bovidés, et c'est probablement la première espèce élevée (Pereira et Amorim, 2010). La principale caractéristique de cette espèce est sa grande adaptabilité aux différents environnements étant capable d'utiliser au mieux les pâturages pauvres et les zones montagneuses (Vacca *et al.*, 2014). Le premier et le plus important pays où la chèvre a connu une augmentation importante a été la Grèce, grâce à ses caractéristiques et au fait qu'il n'était pas possible d'élever d'autres espèces que la chèvre sur ses montagnes. En Grèce, l'élevage des chèvres est devenu l'une des sources de revenu les plus importantes pour les agriculteurs, et plusieurs auteurs classiques l'ont décrite dans leurs poèmes, comme Homère dans le poème épique « l'Odyssée ». Par ailleurs, personne n'a décrit en détail le système d'élevage caprin avant Caton l'Ancien pendant le II^e siècle avant J. C., qui a écrit une revue sur cet animal, décrivant en détail le système d'exploitation et les caractéristiques du lait. Au cours de la même période, un autre écrivain romain ; Polybe, a décrit l'élevage des chèvres en Corse, soulignant le fait qu'en raison de l'impossibilité pour les agriculteurs d'atteindre les zones où les chèvres broutaient, elles étaient rappelées pour la traite en utilisant une corne (Paschino 2015).

Les romains, et suite à l'agrandissement de leur empire, ont fait de certaines îles de la Méditerranée une réserve de viande en y abandonnant des chèvres pour les chasser en cas de nécessité lors des voyages. Ces îles sont communément appelées avec des noms liés aux chèvres, telles que : les îles de Capri en Campanie et Caprera en Sardaigne. En outre, pendant la période romaine, l'Empire avait déclaré le premier règlement pour l'élevage de cet animal. Comme les chèvres broutent la meilleure partie des plantes qu'elles trouvent dans leurs pâturages, il était interdit aux agriculteurs d'élever ces animaux près des oliviers et des vignes,

deux cultures des plus importantes pour l'Empire. En raison de ces limitations, l'élevage caprin a rapidement diminué et l'élevage ovin est devenu le système d'élevage le plus important. Frizell (2004) et Mackinnon (2004) ont signalé un rapport chèvre / mouton de 1/ 4 à la fin de l'Empire. Dans cette période, les premières tentatives d'un système d'élevage semi-intensif ont été décrites, avec des animaux conduits à brouter uniquement pendant la journée par des esclaves et parqués dans des clôtures la nuit. Le système d'élevage caprin n'a pas beaucoup changé au cours des siècles, jusqu'au Moyen Âge, lorsque l'élevage de chèvres a quitté les pâturages communs dans les bois, afin de gagner de la place sur les plaines cultivées (Grand et Delatouche 1968). Au Moyen Âge, pour la première fois, du lait de chèvre a été décrit en tant que produit à part, tant pour la consommation directe que pour la transformation en produits laitiers. La viande de chèvre a pris une bonne importance aussi, et il était courant de manger des chevreaux de lait et de la viande d'adultes castrés. Cependant, ces produits étaient liés aux personnes à faible revenu, alors que la viande de mouton ou de porc étaient préférées des riches. Avec le début de l'ère industrielle, les zones boisées ont également commencé à être utilisées à des fins industrielles, à la fois pour les constructions et pour le bois, et l'élevage de chèvres a soudainement cessé. Ce n'est que dans les premières décennies du siècle dernier que les agriculteurs ont recommencé à élever cette espèce, à la fois avec des méthodes extensives et intensives (Paschino, 2015).

Dès sa domestication, la chèvre est devenue un animal important dans les régions arides et semi-arides du monde en raison de ses caractéristiques de polyvalence dans la collecte des ressources pastorales et de sa capacité à survivre à des conditions de nourriture défavorables. En tant que butineuses opportunistes, les chèvres sont capables de maintenir une alimentation de qualité relativement élevée dans des conditions diverses (Ramirez, 1999). La chèvre a joué un rôle socio-économique important dans l'évolution de la civilisation humaine. Actuellement encore, l'élevage caprin à petite échelle est un avantage considérable pour les ménages pastoraux du monde entier, et constitue une source majeure de viande, de lait, de fibres, de peau et de fumier dans de nombreuses sociétés traditionnelles (De Vries, 2008).

II. Les caprins dans le monde

Les caprins représentent le 3^{ème} troupeau des grands animaux d'élevage dans le monde. Le cheptel caprin mondial est évalué par la FAO en 2020 à 1 128 106 236 de têtes. Il a connu, au cours de la période 2010-2020, une augmentation importante estimée à 23 %. Durant la même période, le taux de croissance de la population mondiale de moutons n'a été que de

15%, et celui de la population humaine d'environ 12%. Force est de constater que cette augmentation n'est pas uniforme sur tous les continents et dans tous les pays. L'augmentation du nombre de chèvres suit celle de la population humaine dans les pays du Sud et répond à leurs besoins croissants en viande et lait (Boyazoglu *et al.*, 2005).

L'Asie occupe la première place mondiale avec une contribution à la population caprine de 51 %. L'Afrique occupe la deuxième place avec une contribution de 43%, mais qui a augmenté de 5 % entre 2010 et 2020. A la troisième place on trouve les Amériques avec une contribution estimée à 4 % et qui resté stable au cours de la même période. La contribution l'Europe est seulement de 2 % alors que celle de l'Océanie est négligeable (figure 1).

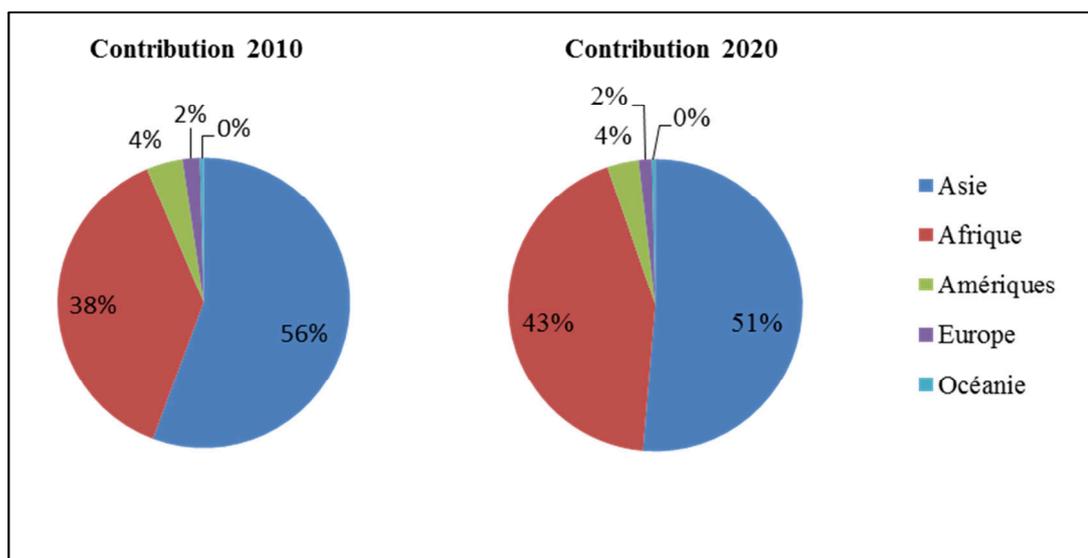


Figure 1: Evolution de la contribution des cinq continents dans l'effectif caprin mondial (FAO, 2020)

La plupart des caprins dans le monde sont élevés dans des systèmes d'élevage pastoraux extensifs ou semi-extensifs caractérisés par un faible niveau d'intrants. Les systèmes d'élevage intensifs, minoritaires et principalement réservés aux chèvres laitières, se trouvent en Europe et en Amérique du nord (Peacock et Sherman, 2010). Le nombre de races caprines est mal connu, car beaucoup ne sont pas caractérisées, au Nord comme au Sud (Dubeuf et Boyazoglu, 2009). Ces derniers auteurs comptent 136 races bien identifiées, tandis que Galal (2005) rapporte un total de 115 races caprines différentes recensées par la FAO.

III. Les caprins en Algérie

III.1. Etat de la recherche scientifique

Le caprin en Algérie suscite de plus en plus l'intérêt des chercheurs qui voient en lui un atout pour le développement local dans un contexte où la sécurité alimentaire est un enjeu majeur pour le pays. Les études menées jusqu'ici sont encore peu nombreuses et/ou ont un caractère partiel. On note cependant l'étude de Madani (1994) sur l'élevage caprin et qui a concerné les systèmes d'élevage et performances zootechniques dans le massif forestier des Beni Saleh au Nord-Est algérien. Après plusieurs années de désintérêt des ressources caprines locales, il est naturel que les premiers travaux se focalisent sur la connaissance et la caractérisation de l'animal et de son mode d'élevage. C'est en effet l'objet de plusieurs études dont la plupart a visé l'étude morpho-biométrique. Les premiers travaux appartiennent à Khemici *et al.* (1995, 1996) qui ont étudié le niveau d'évolution de la population caprine locale à travers ses caractères externes. Quelques années plus tard, les études morphométriques des populations locales se sont multipliées (Ouchene-Khelifi *et al.*, 2015, 2018; Fantazi *et al.*, 2017; Belantar *et al.*, 2018; Djouza et Chehma, 2018a; Sahi *et al.*, 2018; Belkhadem *et al.*, 2019). Les premières études des performances zootechniques se sont intéressées à la saisonnalité de la reproduction (Amirat *et al.*, 2001; Lakhdari *et al.*, 2001a; Charallah *et al.*, 2002, 2010; Ait Amrane *et al.*, 2013; Djebli *et al.*, 2020). Pour la production laitière, les études sont très rares et on peut citer (Mouhous *et al.*, 2015, 2016; Djouza et Chehma, 2018a), alors que pour la production de viande, première vocation de l'élevage caprin algérien, les études sont encore plus rares. De point de vue socio-économique, les études sont également rares et s'intéressent en général au seul premier maillon de la filière, qu'est l'élevage (Madani 1994, 2000; Madani *et al.*, 2001; Mouhous *et al.*, 2015, 2016; Moula *et al.*, 2017; Laouadi *et al.*, 2018). Des études récentes et plus larges en ont permis la caractérisation génétique (Fantazi *et al.*, 2018; Tefiel *et al.*, 2018)

III.2. Aperçu de l'élevage caprin

Selon les estimations de la FAO (2020), le cheptel caprin algérien a atteint un effectif de plus 4,9 millions de têtes en 2018 et occupe la troisième place, après les ovins et les bovins. L'évolution du cheptel caprin est représentée dans la figure 2.

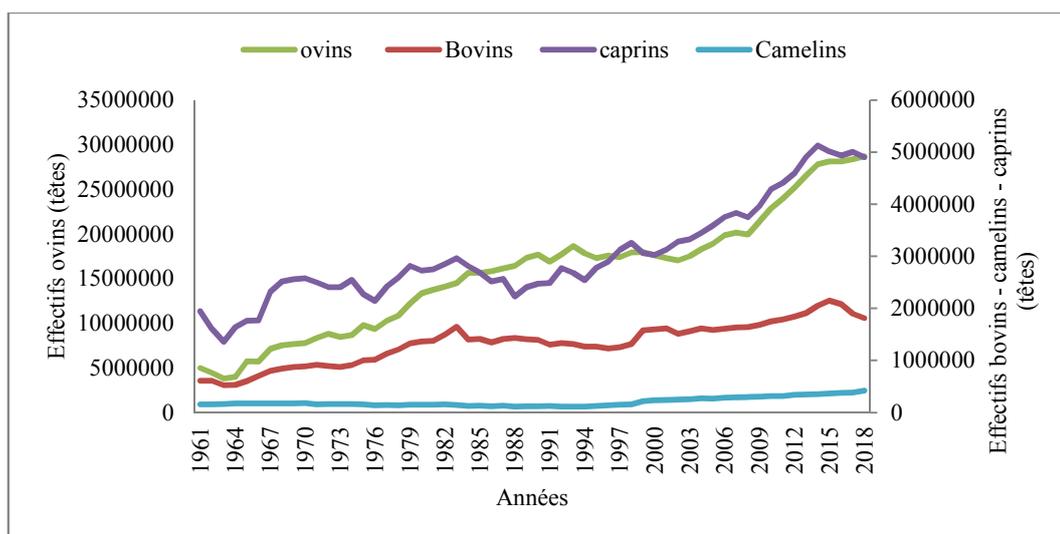


Figure 2: Evolution du cheptel caprin et des autres ruminants en Algérie de 1961 à 2018 (FAO, 2020).

Bien que la majeure partie des effectifs caprins soit présente dans les zones steppiques et subdésertiques, le caprin est élevé dans toutes les zones agro-écologiques. Les statistiques en donnent la répartition suivante sur le territoire national:

- 8,62 % dans le littoral et sublittoral
- 18,75 % dans l'Atlas tellien
- 17,81 % dans les hautes plaines telliennes
- 21,54 % dans les hautes plaines steppiques
- 33,26 % dans Atlas saharien et le Sahara

Le cheptel caprin est constitué d'une diversité de sous populations locales plus ou moins hétérogènes sur le plan morphologique et adaptées aux conditions de leur environnement et ses ressources. Selon le rapport de la Commission Nationale AnGR (2003) sur les ressources génétiques animales en Algérie, le cheptel caprin algérien comprend les races suivantes : La chèvre Arbia, Mekatia, la Naine de Kabylie et la Mozabite. On retrouve également un cheptel importé issu des races telles que : l'Alpine, Sannen, Murciano granadina,... et les produits de croisements entre les populations locales et les populations introduites (CN AnGR, 2003).

Elevé pour ses aptitudes de valorisation des ressources pastorales pauvres et difficilement accessibles pour les autres ruminants, l'importance du caprin tient également de sa productivité intéressante en lait le mettant en avant pour être le pourvoyeur du lait des ménages pastoraux. Par ailleurs, sa production réduite en viande, car issue uniquement des ressources spontanées, a longtemps plaidé pour un usage orienté à l'autoconsommation ou

pour financer les dépenses quotidiennes. Les sous-produits de l'élevage caprin (peaux et poils) sont utilisés pour différents usages (tissage, récipients,...).

III.3. Systèmes d'élevage caprin

Bien que l'élevage caprin soit conduit dans sa majorité en système pastoral extensif, des différences dans la conduite existent en rapport avec la nature et la disponibilité des ressources alimentaires, les moyens et les objectifs des éleveurs, et plus récemment selon la demande du marché.

III.3.1. Des territoires et des systèmes

III.3.1.1. Dans les montagnes du Nord

L'élevage caprin est présent dans la majorité des exploitations. Dans les montagnes de Tizi-Ouzou par exemple, il est pratiqué dans 80 % des exploitations d'élevage (Kadi et al., 2013). L'élevage caprin en montagne est un moyen de valoriser des ressources sylvo-pastorales dans le cadre de systèmes d'élevage mobilisant peu d'investissement et d'intrants (Madani, 1994). Différents systèmes d'élevage existent:

a. Caprin laitier

Concerne des troupeaux de taille importante mais peu nombreux. Ce système a évolué vers un mode de conduite soutenu par l'aliment distribué, utilise des races exotiques importées et sélectionnées pour produire du lait dans le cadre de systèmes intensifs (Sadoud, 2019). Ce type d'élevage se développe dans certaines régions, notamment en Kabylie où on assiste, selon Mouhous *et al.* (2015), à la mise en place d'une filière locale de production de fromage de chèvre, intégrant l'ensemble des maillons (élevage, collecte et unités de transformations). Son apparition est liée aux mutations des habitudes alimentaires des consommateurs et le travail d'innovation et de diversification fait par les acteurs de la filière caprine locale.

b. Caprin viande

Ce système est largement majoritaire et concerne de petits troupeaux mixtes (ovin-caprin) et des troupeaux caprins de taille moyenne, élevés en système extensif (Sahraoui *et al.*, 2016a). Le produit peut être mis en vente en été et au début de l'automne, période où les

chevreaux sont au mieux de leur forme, ou bien pendant toute l'année, selon les besoins de financement de la trésorerie familiale (Madani *et al.*, 2001).

c. Caprin mixte

Concerne des troupeaux de taille moyenne. Dans ce système, la même importance est accordé aux deux types de production ; lait et viande.

III.3.1.2. Dans la steppe et les parcours désertiques

Les zones steppiques et le Sahara comprennent le plus gros des effectifs à l'échelle nationale. Le caprin est conduit le plus souvent avec les ovins et destiné à la production de viande. En absence de diversité de l'offre fourragère, permise par l'altitude et les différentes strates végétales existantes en montagnes, les pasteurs adoptent un système de mobilité horizontale pour organiser la "transhumance" à l'échelle locale ou régionale. Certains scientifiques et économistes s'accordent à dire que ce type d'élevage est le mieux adapté aux conditions écologiques des zones arides et semi-arides (Bencherif, 2011). Il est plus compétitif économiquement, car il permet une production optimale au moindre coût, mais il implique un investissement humain considérable, de moins en moins supporté par les pasteurs, et pose aussi la problématique de renouvellement des ressources (Madani, 1994).

III.3.1.3. Dans les oasis

Peu d'études existent sur l'élevage caprin en oasis. Les informations disponibles mentionnent l'existence de troupeaux de petite taille (quelques chèvres), élevées dans les oasis et valorisent les espaces réduits de fourrages cultivés et les résidus de cultures (Boubekeur et Benyoucef, 2012). La production est mixte et le lait est en partie destiné à la consommation et la transformation. Ce lait est parfois valorisé par l'industrie pour la production fromagère traditionnelle, ou bien, assez rarement, vendu directement après pasteurisation et conditionnement, comme dans la région de Ghardaïa (ITELV, 2013).

III.3.2. Gestion des troupeaux en élevage caprin

L'élevage caprin est majoritairement conduit en système pastoral extensif naisseur, où seule une partie du lait est prélevée pour être affectée à la consommation familiale. Dans les montagnes de l'Est, les caprins, dans la majorité des exploitations, sont conduits en association avec les ovins et leur effectif représente moins de 20% du total (moins de 10

chèvres), occupant ainsi une place secondaire en terme d'effectif au sein du troupeau des petits ruminants (Madani *et al.*, 2015). L'association ovin-caprin dans les situations d'élevage extensif et soumis aux aléas, est assez fréquente en régions arides et semi arides algériennes, participe à la sécurisation du système de production en fournissant une production moins variable que celle des ovins, permettant ainsi de mieux tamponner les fluctuations de production du troupeau des petits ruminants en années déficitaires en ressources pastorales (Madani *et al.*, 2015). Si la production du troupeau ovin alimente la trésorerie quotidienne familiale, le caprin constitue un appoint, plus particulièrement en automne et en hiver (Madani, 1994). Toutefois, les caprins peuvent aussi être conduits seuls quand les troupeaux sont d'effectifs supérieurs à 30 mères, et constituer ainsi la production principale de l'exploitation d'élevage dans les régions assez riches en ressources pastorales et sylvo-pastorales, telles que les forêts et les lisières des massifs boisés (Madani, 1994). La variabilité des effectifs est élevée selon les années, elle peut passer de 10 à 40%, et elle est conditionnée par la disponibilité des ressources pastorales, les mortalités et les besoins de la trésorerie familiale. Le renouvellement des troupeaux aussi est variable selon les années, il peut passer de 15 à 30 %, selon les disponibilités pastorales et les mortalités (Madani *et al.*, 2015).

Selon Madani (1994) et Sahraoui *et al.* (2016a), l'alimentation est exclusivement pastorale dans les montagnes du Nord-Est algérien. L'importance des quantités de concentrés distribués diminue selon le niveau d'extensification du système d'élevage (Mouhous *et al.*, 2015). La complémentation est totalement absente en système strictement pastoral (Madani 1994). En revanche, dans les troupeaux de plaines, ou bien quand les caprins sont associés aux ovins et leur effectif est réduit, les chèvres peuvent accéder aux aliments complémentaires. En Kabylie, dans le système d'élevage laitier, la complémentation peut être assurée par des fourrages verts ou des concentrés et du foin, alors que dans les systèmes viande ou mixte, la complémentation est assurée par la paille distribuée uniquement durant la période hivernale fortement déficitaires en ressources pastorales (Mouhous *et al.*, 2015).

La vente des animaux est strictement liée aux besoins en trésorerie des petits éleveurs. Les reproducteurs sont vendus en fin d'hiver et en début de printemps, période de demande sur les animaux reproducteurs. Les chevreaux sont vendus à partir de la fin de l'été et en automne lorsque leur état corporel est meilleur, vers l'âge de 6 à 9 mois (Madani *et al.*, 2001).

III.4. Filières caprines en Algérie

Les produits caprins sont d'une grande importance à l'échelle mondiale. Ils contribuent grandement à l'alimentation humaine dans les pays en voie de développement (Boyazoglu *et al.*, 2005). En Algérie aussi, l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus importantes dans les régions rurales (Laouadi *et al.*, 2018). Il fournit notamment les ménages de ces régions en lait et en viande qui sont des sources nutritionnelles de haute valeur.

La filière caprine en Algérie est complexe. Différents opérateurs s'activent ; les producteurs, les commerçants qui sont des intermédiaires, tels que les transporteurs, les transformateurs et les détaillants, pour qu'enfin le produit arrive au consommateur. A ces opérateurs il faut ajouter les vendeurs d'intrants zootechniques et vétérinaires. Les différents acteurs de la filière en tirent à chaque niveau des avantages financiers aboutissant à ce que l'on appelle « une chaîne de valeurs » (figure 3).

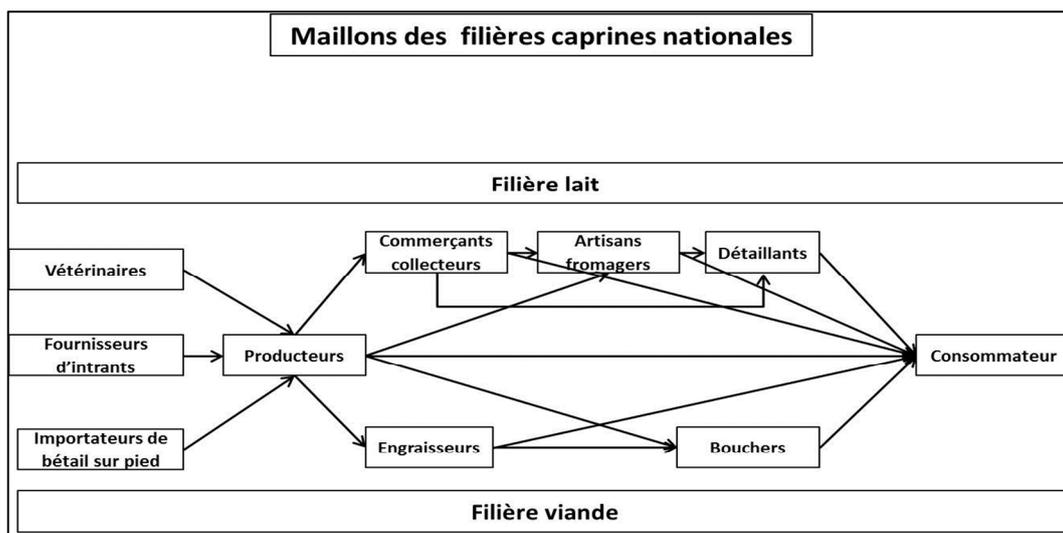


Figure 3: Représentation des chaînes de valeurs caprines en Algérie (Synthèse réalisée dans le cadre de la thèse)

III.4.1. Production

La production est le maillon le plus important de la chaîne des valeurs caprine. D'après les statistiques de la FAO (2020), l'élevage caprin en l'Algérie compte environ 5 millions de têtes, soit 2% de l'effectif des pays d'Afrique. Les acteurs de ce maillon sont au centre des actions des autres acteurs, car ils travaillent avec tous les acteurs de la chaîne des valeurs. Cependant, il faut noter que les pratiques des producteurs n'ont pas beaucoup évolué. L'élevage se fait dans un cadre extensif où le pâturage naturel intervient majoritairement dans

l'alimentation des animaux tandis que les soins de santé sont sporadiques (CN AnGR, 2003; Laouadi *et al.*, 2018).

III.4.1.1. Le lait

La production laitière caprine est estimée à plus 300 000 tonnes soit environ 8% de la production laitière nationale. Elle est assurée en 2020 par plus de 2.8 millions de chèvres avec un rendement moyen de 117 kg/animal/an (figure 4) (FAOSTAT, 2022).

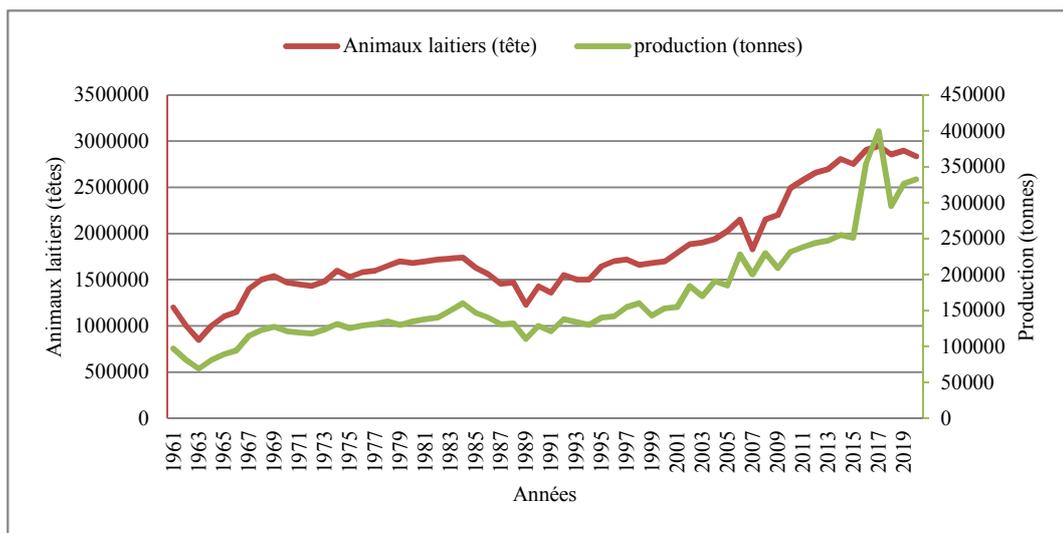


Figure 4: Evolution de la production laitière et du nombre de femelles productives de 1961 à 2019 (FAO, 2020)

Bien que le rendement par femelle ait cru particulièrement depuis le début des années 2000, l'augmentation de la production nationale semble notamment due à l'augmentation des effectifs (figure 5).

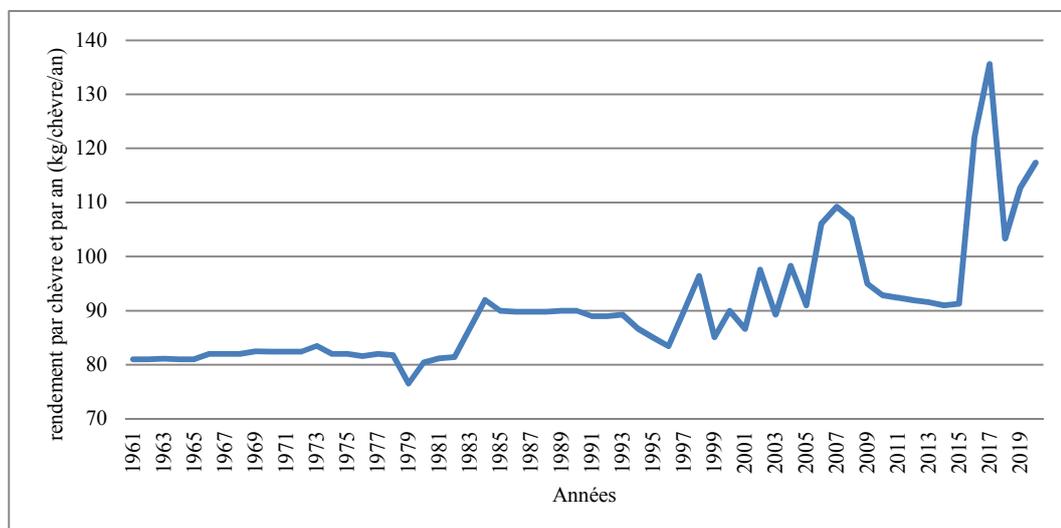


Figure 5: Evolution du rendement en lait par chèvre de 1961 à 2019 (FAO, 2020)

La production laitière est généralement pratiquée dans un cadre d'élevage extensif et mixte lait/viande. La taille moyenne des troupeaux est variable. Sahraoui *et al.* (2016) Avancent des effectifs variant entre 1 et 51 têtes avec une moyenne de 11 ± 9 têtes dans les montagnes du sud de Sétif à l'Est de l'Algérie. Dans la région de la Kabylie, Kadi *et al.* (2013) notent la dominance des effectifs réduits dans la plupart des exploitations (moins de 30 têtes dans 84 % des exploitations). Par ailleurs, dans cette région on assiste dans les situations favorables à des effectifs importants dépassant parfois les 100 têtes. Ceci a été confirmé par Mouhous *et al.* (2015) qui soulignent qu'il s'agit d'exploitations spécialisées en production laitière.

Traditionnellement, les caprins sont conduits conjointement avec les ovins. Cependant dans les élevages à vocation laitière les caprins sont souvent en conduite unique (ITELV, 2013). Selon Madani (1994), l'alimentation des caprins est exclusivement pastorale dans les montagnes de l'Est algérien. En revanche, dans les troupeaux de plaines, ou bien quand les caprins sont associés aux ovins et leur effectif est réduit, les chèvres peuvent accéder à la complémentation. En Kabylie en revanche, dans le système d'élevage laitier, la complémentation peut être assurée par des fourrages verts, ou des concentrés et du foin. Alors que dans le système mixte, la complémentation est assurée par la paille, distribuée uniquement durant la période hivernale, fortement déficitaires en ressources pastorales (Mouhous *et al.*, 2015). En élevage oasisien, Les animaux s'alimentent essentiellement de paille et de rebuts de dattes, et reçoivent un complément de concentré pour vaches laitières, sans aucun rationnement (ITELV, 2013).

En l'absence d'un programme d'amélioration génétique, la chèvre locale est considérée comme étant une 'faible' laitière (1,1 litre/ jour en moyenne selon Mouhous (2016)). Cependant, il y aurait des populations qui sont plus productives que d'autres. Ainsi, dans la région de Ghardaïa, la production par la population locale est assurée notamment par la chèvre arabe, la Makatia et la M'zab. Par ailleurs, pour améliorer la productivité, les éleveurs recourent au croisement avec des races étrangères (la Saanen et l'alpine notamment), mais aussi avec la race Damasquine (CN AnGR, 2003). Dans la région de Kabylie par contre, les races importées sont les plus présentes dans les élevages, la Saanen notamment (77% des élevages) (Kadi *et al.*, 2013), ce qui dénote de la vocation laitière donnée aux troupeaux.

III.4.1.2. La viande

En Algérie, la filière des viandes rouges repose sur des élevages bovins et ovins alors que les élevages camelins et caprins contribuent moins dans la production globale mais sont important localement et sont en dynamique rapide. Largement basés sur les ressources pastorales et dans une moindre mesure sur les sous-produits agricoles, ces élevages sont articulés à un marché interne fort rémunérateur du fait du maintien de la demande à un niveau relativement élevé.

Le caprin constitue la troisième espèce pourvoyeuse en viande rouge pour le consommateur algérien après le bovin et l'ovin, avec un taux de l'ordre de 8%. A titre de comparaison, on note une contribution de l'ordre de 5,5% au Maroc et 6 % en Tunisie (Sadoud, 2019).

La production de viande caprine nationale est estimée en 2020 par la FAO à près de 19000 tonnes soit environ 6 % de la production nationale de viandes rouges. Par ailleurs, on assiste depuis 2003 à une augmentation significative estimée à plus 57 % après une stagnation relative à la fin des années 90 et le début des années 2000 (figure 6).

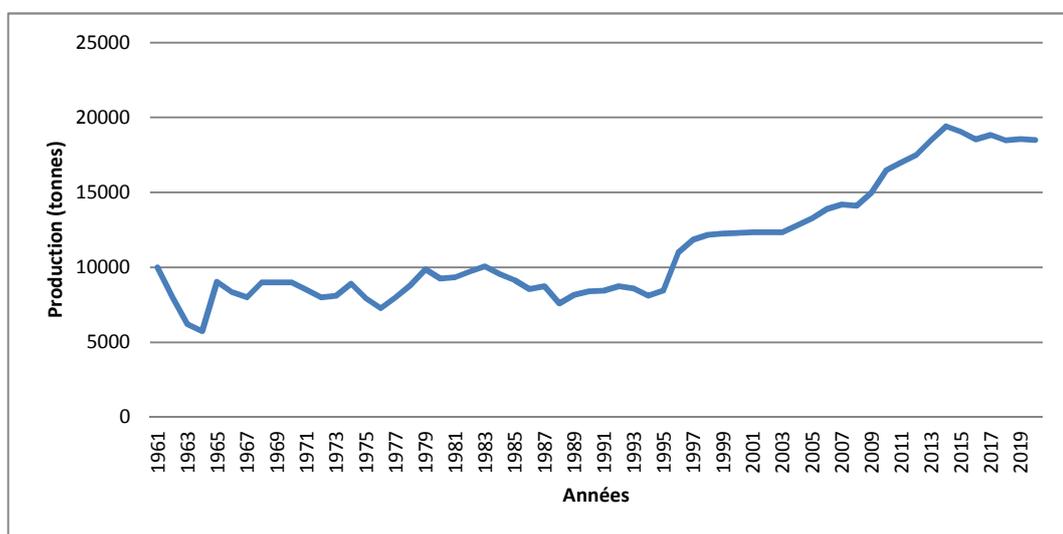


Figure 6: Evolution de la production de viande caprine de 1961 à 2019 (FAO, 2020)

Classiquement, l'élevage caprin est destiné à la production de viande orientée à l'autoconsommation. Cependant, la vente peut avoir lieu à tout moment de l'année afin d'alimenter la trésorerie quotidienne des ménages, mais elle se concentre de la fin du printemps à l'automne pour profiter de l'offre pastorale en cette saison (Sahraoui *et al.*, 2016b). Par ailleurs, la vente pour la fête de l'Aid El Adha est moins ré pondue que celle des

ovins, vue la tradition prophétique préférant l'abattage du mouton, et est destinée aux ménages n'ayant pas les moyens de sacrifier un mouton (Mouhous *et al.*, 2015 ; Sahraoui *et al.*, 2016). Les ventes concernent généralement les chevreaux de 6 à 9 mois et les animaux de la réforme. Cependant, dans le système laitier émergent, les chevreaux sont mis sur le marché à l'âge de quelques semaines.

Les transformations socio-économiques vécues actuellement en Algérie ont fait que la viande caprine gagne actuellement les grands centres urbains à travers les boucheries et la filière de la restauration, alors qu'elle était commercialisée par le passé uniquement dans les marchés proches des lieux de production, et destinée aux couches sociales à faible revenu (Sahraoui *et al.*, 2016b). Ceci s'est répercuté sur son prix qui a fortement augmenté. En effet, ce prix qui ne dépassait pas la moitié de celui de l'agneau il y a moins de 10 ans, le talonne actuellement (1100 vs 1300 DA) (Sahraoui *et al.*, 2016b).

III.4.2. Collecte et transformation

Traditionnellement, le lait caprin est très prisé en milieu pastoral. Les chèvres sont traitées pour alimenter les ménages en lait ou pour en offrir, mais il n'est pas vendu (Sahraoui *et al.*, 2019). Outre sa consommation en l'état, il s'apprête bien à la transformation, notamment en fromages (Dj'ben, Bouhazza, Kemmaria,...), selon l'environnement naturel et socioculturel de la région de production avec parfois des procédés très particuliers qui peuvent constituer de véritables atouts pour le développement local (Sahraoui *et al.*, 2019).

Dans la région de Ghardaia, Il existe un circuit de collecte dirigée par le seul transformateur industriel (privé) de la région (ITELV, 2013). Dans la région de Tizi Ouzou, le segment de la collecte est représenté par plus de collecteurs. Ils sont habituellement des collecteurs de lait de vache, mais un jour sur deux, ils collectent du lait de chèvre (Mouhous *et al.*, 2016). La faiblesse des volumes de lait à collecter est la conséquence de l'absence de collecteurs dans certaines régions obligeant les éleveurs à transporter eux-mêmes leurs productions aux unités de transformation ou aux vendeurs de proximité. Les collecteurs sont incités par une subvention à raison de 5 DA / litre collecté.

La production laitière caprine est stimulée dans certaines régions notamment par la transformation fromagère vu les volumes de lait absorbés et sa valeur ajoutée élevée. La région de Kabylie et de Ghardaïa sont celles qui en détiennent la part la plus importante. A Ghardaïa, le fromage local « Kemmaria » est produit soit industriellement soit d'une façon

artisanale mais interdit de commercialisation dans ce cas puisque il échappe aux contrôles sanitaires (ITELV, 2013).

La viande caprine commercialisée en Algérie provient des abattages du cheptel national élevés essentiellement dans le cadre des systèmes extensifs. Selon que l'abattage se fait dans des infrastructures aménagées à cet effet ou pas, on distingue deux types d'abattages: les abattages contrôlés et les abattages non contrôlés. Ceux non contrôlés, concernent des abattages clandestins et des abattages lors des fêtes sociales et des cérémonies religieuses (Aid El Adha) (Sadoud, 2009). Il y a très peu de transformation de type industrielle proprement dite au-delà de la viande fraîche issue des abattoirs. Cela serait le résultat des habitudes alimentaires et de l'insuffisance de la production locale.

III.4.3. Fournisseurs d'intrants

Ils sont en amont de la production et sont incontournables pour une amélioration de l'activité de l'élevage. Il y'a sur le terrain une disponibilité de sous-produits agricoles ou industriels ainsi que du fourrage. Les fournisseurs d'aliment de bétail publiques (Office National des Aliments de Bétail (ONAB)) ou privés fournissent essentiellement des aliments concentrés. A cela il faut ajouter les vendeurs de fourrage et des résidus de récolte.

III.4.4. Prestataires de services (services vétérinaires)

Ils sont également incontournables pour la réussite de toute activité d'élevage. Ce maillon permet aux producteurs d'avoir accès aux soins vétérinaires et à l'appui par conseil. Les principales affections rencontrées chez les chèvres sont : abcès divers, parasitisme externe, mammites, arthrites et listériose, diarrhées, pneumonies et avortements (Tefiel *et al.*, 2018). Les rapports des services vétérinaires signalent également la présence de la brucellose, d'affections parasitaires interne et suspecte la présence de la paratuberculose (Tefiel *et al.*, 2016).

III.4.5. Systèmes de commercialisation

La production de l'élevage caprin est essentiellement destinée à l'autoconsommation et la couverture des besoins de la trésorerie familiale contrairement à celle de l'ovin (viande) destinée à la vente à des périodes précises généralement caractérisées par l'augmentation des prix (Ramadan, Aid El Adha) ou celles du bovin (viande et lait). Il existe deux filières pour la

vente des produits caprins: la filière courte ou directe avec peu ou pas d'intermédiaires et la filière longue (Sahraoui *et al.*, 2019).

Pour un prix de revient de 15 DA (pour les élevages réalisant les prix de revient les plus bas), le lait de chèvre est cédé aux collecteurs à un prix de 62 DA/litre (y compris la subvention de 12 DA/litre) (Mouhous, 2015). Le même prix est maintenu durant toute l'année. Le lait vendu en l'état dans le marché informel est cédé entre 100 et 200 DA, soit 2 à 4 fois celui de la vache (Mouhous *et al.*, 2015 ; Sahraoui *et al.*, 2016). Quant au fromage, il est vendu autour de 1700 DA/kg, et son lieu de prédilection est les centres urbains.

III.4.6. Synthèse autour des filières caprines en Algérie

III.4.6.1. Des filières caprines en mutations

Les systèmes traditionnels de production caprine subissent les impacts des mutations importantes au sein de la société. La pression du marché et l'évolution de la demande des consommateurs contribuent à modifier rapidement leur organisation (Dubeuf *et al.*, 2001). En Algérie aussi, l'élevage caprin est en train de subir progressivement des modifications dans sa conception. Ces modifications sont notamment motivées par deux forces motrices : (i) la demande du marché sur les produits caprins pour leur qualité diététique et la mondialisation des habitudes alimentaires perçue à travers l'intérêt croissant envers la consommation du fromage de chèvre à l'instar de ce qui se fait dans les pays méditerranéens, (ii) et d'un autre côté, les changements du modèle économique de l'agriculture, de plus en plus tourné vers l'économie de marché, qui a eu un impact sur l'orientation de plus en plus marchande des productions agricoles d'une façon générale.

Les caprins sont donc de plus en plus compétitifs par rapport aux bovins et aux ovins et ce grâce à leur productivité ainsi qu'en raison de la qualité organoleptique et diététique de leurs laits et de leurs viandes. L'élevage caprin est basé sur l'utilisation d'une flore pastorale riche et diversifiée, ce qui lui confère une forte empreinte territoriale liée à la production de viande et de lait qui connaissent une demande de plus en plus importante (Chentouf *et al.*, 2014). Le consommateur algérien, à la recherche de produits animaux diététiques et de goûts nouveaux traditionnels locaux et exotiques, est devenu exigeant aussi bien en qualité qu'en variété. Le contexte socio-économique actuel de l'Algérie est en effet très incitatif pour les produits caprins grâce à leur image sociale et nutritionnelle.

III.4.6.2. Contraintes éprouvées par les filières caprines locales

Les contraintes auxquelles la filière caprine fait face, résident d'abord dans la lenteur de la réponse des systèmes de production face à la demande du marché. En effet, les systèmes d'élevage et la place des caprins dans les systèmes de production ont peu évolué dans leur majorité (Kadi *et al.*, 2013) ; les troupeaux sont encore peu orientés vers une production régulière et connecté aux exigences du marché. Peu d'éleveurs sont pour l'instant intéressés par la mise en place de troupeaux d'effectif conséquents et conduits intensivement, mais restent majoritairement pastoraux et utilisant peu d'inputs achetés (Madani *et al.*, 2015).

La productivité de l'élevage caprin se trouve également limité par sa dimension génétique. Les populations locales élevées dans des systèmes pastoraux et peu soutenus par des aliments distribués, sont moins productives qu'en élevage intensif. Ce qui est recherché de l'animal, est donc sa résistance aux aléas de son contexte d'élevage et la valorisation de ressources pastorales variables dans l'espace et le temps. Les éleveurs utilisent encore le caprin local comme un animal de 'cueillette'. Les tentatives actuelles d'intensification cherchent donc plutôt l'intégration des races exotiques pour une utilisation en races pures ou leur croisement avec la race locale. Ceci représente un coût dans l'investissement pour l'achat du matériel animal, qui selon les éleveurs, est difficilement amortissable pour les élevages. A titre indicatif, une chèvre importée coûte entre 70 000 et 120 000 DA contre 10 000 à 20 000 DA pour une chèvre locale (Sahraoui *et al.*, 2019). De plus, une telle perspective risque de confiner les populations locales en élevage pastoral allaitant, à l'image des populations bovines locales, dans les situations de marge, et de ne pas leur permettre de participer à la mise en place de filières modernes et structurées, en les éliminant *de facto* de tout processus d'intégration dans les dynamiques économiques des productions animales. Cela se traduira à terme par la mise en péril de leur diversité génétique. De plus, l'utilisation de races exotiques pose le problème de leur adaptation aux conditions d'élevage, donc de leur rentabilité économique, mais aussi leur renouvellement à terme et ainsi la création d'un flux de matériel animal issue des pays des régions tempérées, pour leur renouvellement, qui va accentuer notre dépendance vis-à-vis des filières d'élevage du Nord de la méditerranée et provoquer une érosion et appauvrissement de notre patrimoine génétique caprin (Madani *et al.*, 2015). L'élevage caprin fait face aussi au problème sanitaire de la brucellose. La prévalence y est la plus importante parmi toutes les espèces de ruminants (Sahraoui *et al.*, 2019). La conduite de la prophylaxie sanitaire chez les petits ruminants dans la pratique reste difficile vu le caractère

extensif de leur élevage. La brucellose pose également un problème pour les autres segments de la filière. A titre d'exemple, le fromage traditionnel Kemmaria produit de façon artisanale est parfois interdit de commercialisation pour cette raison (ITELV, 2003).

La faiblesse des maillons de la collecte et de la transformation du lait constituent également une contrainte pour la filière, notamment dans les régions où il n'y a pas de laiteries et d'unités de transformation. Cela constitue une contrainte pour les éleveurs pour écouler leur production dans le marché, même s'ils bénéficient sur le plan théorique d'une subvention. Le lait caprin, est par contre payé à un prix largement supérieur à celui des bovins par le consommateur vu sa rareté sur le marché. Mais le marché informel permet également au lait commercialisé d'échapper au contrôle sanitaire. L'absence d'unités de transformation dans certaines régions et la faiblesse des quantités collectées par exploitation, vu l'effectif réduit, n'encourage pas les collecteurs à se tourner vers ce créneau qui est censé stimuler la production en assurant le lien entre producteur et industriel. Les éleveurs caprins sont dans leur majorité éloignées des circuits de collecte et se trouvent ainsi défavorisés vu que les collecteurs ciblent souvent les concentrations des élevages agréés et à accès facile. La subvention actuelle à la filière s'avère inadaptée, peu opératoire et insuffisante à sa promotion. La mise en place de la subvention pour le caprin selon le même schéma et dispositif que ceux pour le bovin est incompatible avec ses spécificités ayant trait aux volumes produits, système et conditions de production et destination du produit final.

Quant à la filière viande, elle domine par sa contribution économique et son volume d'activité par rapport à la filière laitière et évolue dans le cadre de systèmes d'élevage typiquement pastoraux extensifs ; elle reste par conséquent fortement dépendante de la saisonnalité de la production, elle-même liée au cycle naturel de reproduction des animaux, et donc surtout à la disponibilité des ressources pastorales qui conditionne l'état des animaux et l'état des carcasses à la vente (Sahraoui *et al.*, 2016). Ainsi, les années caractérisées par la faiblesse de la production pastorale sont caractérisées par la vente des animaux, même des reproducteurs, par les producteurs afin de limiter les dépenses liées à l'alimentation à l'auge (Sahraoui *et al.*, 2019). Ceci s'accompagne d'une chute, non seulement de la qualité du produit, mais aussi des prix mettant en péril la viabilité des petites exploitations. En bonne année par contre, l'abondance de l'offre pastorale pousse les éleveurs à maintenir leurs animaux afin d'agrandir leurs troupeaux ce qui pousse les prix à la hausse. Les changements survenus ces dernières années, suite à une demande forte sur les produits caprins, ayant fait

augmenter les prix, contribuent à limiter la consommation de la viande à la classe aisée et privent celle à revenu faible d'une source alimentaire intéressante, abordable par le passé. D'autre part, la forte demande sur la viande caprine a provoqué dans certaines régions l'apparition d'un nouveau type d'acteur dans la filière, celui des engraisseurs. A la recherche de gain, ceux-ci font subir des périodes d'engraissements en stabulation entravée aux animaux en les alimentant aux concentrés composés. Une fois sur le marché, cette viande risque de tromper le consommateur à la recherche plutôt de viande « saine » issue des pâturages.

Les trajectoires d'évolution actuelles des filières caprines sont parsemées de plusieurs contraintes situées à différents niveaux de la chaîne de valeur. La demande est là et est de plus en plus importante mais les systèmes de production répondent lentement. Il est également à noter la faiblesse de la connexion entre amont et aval.

III.4.6.3. Promouvoir les filières caprines en Algérie

Pour définir des stratégies de développement des filières caprines il faut s'interroger, en premier lieu, sur les moteurs des dynamiques actuelles des systèmes de productions intégrant l'élevage caprin et sur l'impact des mutations en cours sur le matériel animal, sur les pratiques des éleveurs, sur la place des caprins dans les stratégies des éleveurs et sur les possibilités d'intégration des innovations.

Pour la production laitière comme pour la production de viande, la disponibilité des ressources alimentaires est le principal frein au développement des filières caprines. Moteur des mutations actuelles notamment pour la filière viande, le mode d'élevage basé sur le pâturage et les ressources pastorales doit être mis en valeur dans toute approche de développement. On s'accorde actuellement que ce n'est pas la chèvre qui est responsable de la dégradation des espaces naturelles et des forêts mais sa mauvaise utilisation. Une stratégie judicieuse devrait intégrer la chèvre dans la gestion de ces espaces. La multiplication des sources de nourriture pour assurer une certaine régularité de l'offre pastorale est l'élément clé pour développer une filière plus résiliente. Outre l'amélioration des conditions d'élevage pour atteindre un optimum de production, l'initiation d'un programme d'amélioration génétique pour les populations caprines locales après l'évaluation de leurs performances et la détermination de leurs orientations productives est primordiale pour fournir les élevages en animaux performants. Outre la quantité et la qualité des produits, l'efficacité des animaux et leur résistance aux maladies sont à prendre en compte dans le cadre d'un programme

d'amélioration génétique en vue d'un développement durable de cet élevage qui soit le moins dépendant des intrants. La possible résistance génétique des caprins à la brucellose étudiée dans certains pays peut être considéré lors des schémas de sélection après son étude au niveau local afin de limiter l'étendue de cette maladie et ses incidences négatives sur la filière.

Pour pallier à l'insuffisance de la subvention de l'état, il faudrait repenser le modèle du soutien à la filière pour éviter une perpétuelle dépendance aux apports financiers qui pèserait d'autant plus lourd sur le budget de l'état lorsque la production et la consommation augmentent. La caractérisation des produits locaux et la mise en évidence de leur typicité pour leur labellisation est une solution plus efficiente pour promouvoir leur production en augmentant la valeur ajoutée sans intervenir directement sur les prix. Ceci leur permettra éventuellement aussi de conquérir des marchés à l'international ce qui est en mesure de créer une activité économique autour de cette filière. Par ailleurs, ceci ne devrait pas servir aux intermédiaires aux dépens des producteurs. Les habitudes alimentaires et la demande sur les produits caprins varie d'une région à une autre ce qui suppose la conception de plusieurs modèles de filière. Ceci devrait aller de pair avec les potentialités de chaque région.

Parmi les actions qui méritent d'être engagées en urgence pour limiter l'impact des dérives, c'est la mise en place de politique, de stratégies et de plans d'actions concrets pour organiser la conservation, la valorisation et l'amélioration des sous populations caprines locales. Il s'agit de connaître en premier lieu les caractéristiques zootechniques et le potentiel de production ainsi que les aptitudes d'adaptation en situations d'élevage maîtrisé, et initier des schémas d'amélioration avec les associations et les coopératives qui s'intéressent à la valorisation du matériel caprin local. Il est impératif que l'Etat s'engage de façon appuyée dans la production de règlements et de politique pour protéger les populations locales, fournir les aides pour développer l'amélioration génétique et restreindre les risques de pollution génétique. La création d'organisation des éleveurs et la production d'un matériel animal local laitier ou mixte, aidera à la conservation du matériel génétique local et à fournir aux éleveurs des animaux plus efficaces sur le plan économique et adaptés aux besoins de production laitière en situations d'élevage plus maîtrisé, pastorales, agricole ou agro-pastorale. Enfin, ce n'est qu'en impliquant toutes les parties prenantes (l'état, institutions agricoles, association des éleveurs) à travers la mise en place d'une stratégie cohérente et d'un plan d'action à l'échelle des territoires, support des populations animales et de produits de terroir, qu'il sera possible de gagner la bataille du développement durable des filières caprines locales.

IV. Etude de la consommation des produits animaux

Le consommateur est un agent indispensable de l'entreprise, pour comprendre et étudier le consommateur, il y a lieu d'avoir un maximum d'information parfaite et de prévoir les actes d'achats et de consommation (Brée, 2012).

Au sens strict, le consommateur est la personne utilisant ou consommant le produit. Le consommateur n'est pas forcément l'acheteur ou le décideur. « le consommateur est un individu qui a la capacité d'acheter des biens et services offerts en vente dans le but de satisfaire ses besoins, ses souhaits, ses désirs à titre individuel, ou pour son ménage » (Bathelot, 2015).

IV.1. Comportement du consommateur

L'étude du comportement du consommateur s'intéresse principalement aux processus de décision du consommateur, à ses comportements en points de vente, à ses réactions face aux excitations marketing et publicitaires ainsi qu'à ses actions dans le domaine de la fidélisation. La compréhension du comportement du consommateur fait largement appel aux techniques de la psychologie et aux études qualitatives (Bathelot, 2015).

La compréhension du comportement du consommateur est essentielle, à la fois pour mettre au point des produits et des services qui répondent bien aux besoins des consommateurs et pour modifier et adapter les produits et les services aux besoins changeants de la société.

IV.2. Facteurs explicatifs du comportement du consommateur

Le champ d'étude du comportement du consommateur comprend aussi l'étude des facteurs ou phénomènes qui influent sur les expériences et activités des consommateurs. On peut distinguer les facteurs internes des facteurs externes (D'astous *et al.*, 2018).

IV.2.1. Variables internes au consommateur

Les variables sociodémographiques influencent et contrôlent le processus de décision du consommateur. Ces facteurs sont de plus en plus très faciles à identifier chez les individus. L'âge et le revenu du consommateur en sont les plus importants (Brée, 2012).

La notion de besoin convient aux exigences physiques et psychologiques. Il s'agit d'une situation de manque face à une chose désirée. On entend par motivation toute tendance ou tout sentiment incitant à faire quelque chose ou à agir d'une certaine manière. Elles sont des forces psychologiques positives qui nous poussent à agir (Ramya et Ali, 2016).

La personnalité regroupe l'ensemble des caractéristiques humaines ou des traits de caractère qui font la spécificité de chaque individu. Le concept de soi est l'image que l'individu perçoit de lui-même, l'image qu'il aimerait avoir, la représentation que les autres se font de lui et à la fin l'image que les autres aient de lui (Brée, 2012).

IV.2.2. Variables externes (d'environnement) du consommateur

L'identité culturelle se représente par des symboles transmis et acquis d'une sensation, d'une réaction et d'une pensée d'un groupe humain (Ramya et Ali, 2016).

On considère la famille comme étant l'unité décisionnelle dans l'opération de l'achat et de la consommation. Il convient d'identifier la répartition des rôles dans le processus de consommation (Ramya et Ali, 2016).

D'une manière générale, des stimulations environnementales ont un impact sur l'état émotionnel de l'acheteur. On admet l'existence de deux composantes majeures : le plaisir et l'excitation. On identifie ainsi l'impact des états émotionnels sur l'approche ou plus généralement la relation de l'acheteur au point de vente. On trouve par exemple l'appréciation du lieu de vente, le plaisir d'y faire des achats, la volonté d'y passer du temps, l'intention de fréquenter à nouveau le lieu de vente ou le fait d'y faire davantage de dépenses. Il a pu être établi que lorsque le plaisir et l'excitation sont importants, le temps passé en magasin et le montant des achats sont supérieurs à ce qui était prévu initialement (Ladwein, 2003).

V. Caractéristiques zootechniques des caprins

Le terme « caractérisation des ressources zoo-génétiques » correspond à l'identification et la description des caractéristiques externes (phénotypiques d'apparence et de production) et internes (génétiques) des animaux dans des conditions environnementales et de gestion des animaux et des troupeaux connues. La caractérisation phénotypique et génétique moléculaire des ressources zoo-génétiques est essentiellement utilisée pour mesurer et décrire la diversité génétique de ces ressources afin de les comprendre et les utiliser de façon durable (FAO, 2013). La caractérisation des ressources zoo-génétiques se fait sur deux aspects :

- Une caractérisation primaire qui englobe toutes les activités qui peuvent être réalisées en une seule visite sur le terrain (la mesure des caractéristiques morphologiques des animaux (l'apparence physiques), les entretiens avec les éleveurs (la taille et la structure de leurs populations, les conditions d'élevage,...), l'observation et la mesure de certains aspects du milieu de production,...). La description de l'environnement de production permet d'utiliser de façon rationnelle les données de performance et les adaptations spéciales des races ou des populations.

- Une caractérisation avancée pour décrire les variables qui nécessitent des visites répétées pour les mesures et les observations. Ces dernières incluent la mesure des aptitudes et performances économiques de production des races (le taux de croissance, les performances de reproduction, la production laitière,...) et les aptitudes d'adaptation (la résistance à des maladies spécifiques,...) dans des milieux de production spécifiques.

La caractérisation génétique, qui donne directement accès aux gènes, est un outil moderne qui présente de nombreux avantages. Il permet non seulement de caractériser plus précisément les ressources zoo-génétiques (populations), mais aussi d'évaluer le mérite génétique des animaux quant à leurs performances zootechniques. Autrement dit, classer les animaux en fonction de la part attribuée à la génétique dans la variabilité de leurs performances (FAO, 2013). Ceci offre une information plus fiable sur les animaux afin d'être exploitée dans les programmes de sélection, de gestion, de préservation et d'amélioration génétique en faisant des économies importantes en temps et en argent.

V.1. Ressources caprines en Algérie

Le cheptel caprin algérien est très hétérogène et composé d'animaux de population locale à sang généralement Nubien. En outre, on trouve aussi des populations introduites, et des populations croisées. La chèvre locale est représentée essentiellement par les races : Arbia, kabyle, Mekatia et la chèvre du M'zab (CN AnGR, 2003).

V.1.1. Chèvre Arbia

C'est la population la plus dominante, et se rattache au rameau Nubien. Elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de 50 à 70cm, une tête dépourvue de cornes avec des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, blanche) à poils longs de 12- 15 cm (photo 1). La chèvre Arabe a une production laitière moyenne de 1,5 litre par jour.



Photo 1: Chèvre (à gauche) et bouc (à droite) de race Arbia (Sahraoui, 2014)

V.1.2. Chèvre Makatia

Cette race est localisée dans les hauts plateaux et la région Nord de l'Algérie, elle est originaire de Ouled Nail. Elle est généralement conduite en association avec la chèvre Arbia sédentaire. Elle est utilisée principalement pour la production de lait, de viande et de la peau (photo 2). Elle présente un corps allongé à dessus droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets, robe variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poil ras et fin, de longueur entre 3 à 5 cm. La tête est forte chez le mâle, et chez la femelle elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, possède une barbiche et deux pendeloques (moins fréquentes) et de longues oreilles tombantes, atteignant jusqu'à 16 cm de long. Le poids est de 60 kg pour le mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 76 cm et 70

cm. La mamelle est bien équilibrée de type carré, haute et bien attachée et les 2/3 des femelles ont de gros trayons (CN AnGR, 2003).



Photo 2: Chèvre Makatia (CN AnGR, 2003)

V.1.3. Chèvre Kabyle

La chèvre Kabyle est une chèvre autochtone qui peuple les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès (photo 3). Elle est robuste, massive, et de petite taille ; 66 cm pour le mâle et 62 cm pour la femelle, avec des poids respectifs de 60 kg et 47 kg, d'où son nom « Naine de Kabylie ». Le corps est allongé avec un dessus droit et rectiligne, la tête est fine et porte des cornes dirigées vers l'arrière, la couleur de la robe varie, mais les couleurs dominantes sont : le beige, le roux, le blanc, le pie rouge, le pie noir et le noir. Ses oreilles sont petites et pointues pour les sujets à robe blanche, et moyennement longues chez les sujets à robe beige, le poil est long chez 46% des sujets entre 3-9 cm et court chez 54 % des sujets ne dépassant pas 3 cm. Sa production laitière est réduite, elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable (CN AnGR, 2003).



Photo 3: Chèvre Naine de Kabylie (CN AnGR, 2003)

V.1.4. Chèvre M'Zab

Appelée également chèvre de Touggourt, cette chèvre est originaire de M'tlili dans la région de Ghardaïa. Elle peut toutefois se trouver dans le sud du pays. Elle se caractérise par un corps allongé, droit et rectiligne, la taille est de 68 cm pour le male et de 65 cm pour la femelle, avec des poids respectifs de 50 et 35 kg. On distingue trois couleurs de la robe : le chamois qui domine, le brun et le noir, avec une ligne dorsale régulière et parfois un collier noir qui peut être observé ; le ventre peut être tacheté de noir et de blanc. Le poil est court (3 - 7 cm). Chez la majorité des individus, la tête est fine et porte des cornes rejetées en arrière lorsqu'elles existent, le chanfrein est convexe et les oreilles sont longues et tombantes (15cm), la mamelle est bien équilibrée, bien attachée et haute avec de petits trayons, mais on peut rencontrer des sujets ayant des mamelles basses avec de gros trayons (CN AnGR, 2003).

V.1.5. Populations introduite et croisée

Plusieurs races performantes ont été introduites en Algérie dans l'objectif d'améliorer la productivité laitière notamment. On cite par exemple la Maltaise, la Damasquine, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment l'Alpine et la Saanen. Il existe dans certaines régions, des produits du métissage entre ces races introduites et la population caprine locale (CN AnGR, 2003).

V.2.Reproduction chez la chèvre locale

La reproduction des caprins est saisonnière. Cela signifie que naturellement l'activité de reproduction des chèvres, et donc la production de lait et de chevreaux, est restreinte à une période de l'année. Pour répondre à la demande des consommateurs, l'éleveur peut chercher à étaler sa production sur l'année.

En élevage caprin extensif, majoritaire en Algérie, la reproduction est souvent conduite en mode libre et sans séparation des mâles ; cela permet aux femelles de revenir en chaleur dès que leur état corporel leur permet de gérer une nouvelle gestation (Sahraoui *et al.*, 2016a), mais se traduit aussi par un manque de connaissance de la parenté et une faible prise sur la gestion de productivité du troupeau. De plus, l'absence totale de programme de prophylaxie sanitaire (vaccins, visites vétérinaires, hygiène,...) vient compliquer la situation de l'élevage caprin algérien (Madani, 1994).

V.2.1. Puberté

Elle dépend de la période de naissance de l'animal, du niveau alimentaire et de la cohabitation des boucs avec les chèvres d'une façon permanente ou temporaire. En élevage extensif en Algérie, la chèvre locale extériorise les premières chaleurs avant l'âge d'une année. Les premières mises bas ont ainsi lieu vers l'âge de 18 mois (Charallah *et al.*, 2002). Cependant, les jeunes boucs réalisent leurs premières saillies vers l'âge de 7 mois (Charallah *et al.*, 2002), et perdent leur faculté procréatrice vers la 8^{ème} année.

V.2.2. Activité sexuelle

Plusieurs études (Lakhdari *et al.*, 2001; Bouricha, 2003; Hammoudi, 2011) ont montré que chez la chèvre locale l'activité œstrale est continue durant toute l'année. Néanmoins, il existe une variation nette des pourcentages de chèvres manifestant des œstrus selon les saisons. L'activité sexuelle est maximale en automne, suivi par l'hiver et l'été respectivement et minimale en printemps. Ainsi, les mises bas ont généralement lieu de janvier jusqu'au début de l'été, mais la plupart des chevrotages sont répartis sur les mois de janvier et février (Charallah *et al.*, 2002).

V.2.3. Durée du cycle œstrale et de l'œstrus

La chèvre locale présente des cycles de 17 à 25 jours considérés comme des cycles normaux avec une moyenne de 20 jours (Hammoudi, 2011). A ces cycles, s'ajoutent des cycles de courte durée (< 16 jours), qui s'observent surtout à la reprise de l'activité sexuelle et des cycles de longue durée (> 25 jours) (Hammoudi, 2011).

La durée moyenne observée de l'œstrus est de 34h. Cette durée est étroitement influencée par la saison. Elle est maximale en automne et minimale au printemps (Hammoudi, 2011). Le bouc est capable de produire des spermatozoïdes pendant toute l'année. Cependant, des modifications saisonnières de l'activité spermatique ont été observées, avec un maximum en été-automne (juillet – Novembre) et un minimum en hiver printemps (décembre – mai) (Ait Amrane *et al.*, 2013).

V.2.4. Evaluation des performances de reproduction du troupeau

La réussite de la reproduction constitue une pièce maîtresse de l'efficacité économique de l'élevage. Les résultats de la reproduction du troupeau doivent être mesurés, afin qu'il soit

possible de les améliorer s'ils sont insuffisants. Il est indispensable d'améliorer les performances de reproduction afin d'optimiser la rentabilité de son élevage, mais aussi pour assurer une bonne production laitière. L'évaluation des performances de reproduction se fait par l'estimation de taux, dont les trois principaux sont le taux de fertilité, le taux de prolificité et le taux de fécondité (Soltner, 2001). La réussite de la reproduction dépend de l'aptitude des femelles à être gestantes (fertilité). On distingue la fertilité apparente qui se rapporte au nombre de femelles ayant mis bas de la fertilité réelle qui se rapporte aux femelles ayant été fécondées (Fontaine et Choisis, 2007). La performance de reproduction dépend également du nombre de chevreaux par portée (prolificité) et par conséquent du nombre de jeunes nés par chèvre mises à la reproduction (fécondité). Chez les chèvres locales du nord de l'Afrique, le taux de fertilité varie entre 70 et 92 % alors que celui de la prolificité varie entre 118 et 155 % (Rekik *et al.*, 1996; Chentouf *et al.*, 2006; Djouza et Chehma, 2019).

V.3. Croissance chez les caprins

La croissance est l'ensemble des modifications de poids, de forme et de composition anatomique et biochimique des animaux (Lawrence, 1980). La croissance (accumulation de masse corporelle, augmentation de la taille, de la longueur ou de la circonférence) et le développement (différenciation qualitative et fonctionnelle - changement de composition, de structure ou de capacité) des animaux domestiques sont des processus influencés par un certain nombre de facteurs (internes ou externes) dans un contexte donné basé sur l'hérédité. La croissance et le développement sont des processus ontologiques qui peuvent être surveillés, à la fois du point de vue de la base héréditaire et du point de vue des facteurs d'influence (Hutu *et al.*, 2020).

Les performances de croissance des chevreaux ont une influence significative sur la rentabilité des élevages caprins (Djouza et Chehma, 2018b). Ceci est particulièrement important lorsque l'on souhaite améliorer durablement la productivité des systèmes de production caprine à faibles et moyens intrants, en particulier dans les zones arides et semi-arides (Escareño *et al.*, 2012).

L'étude des performances de croissance de la race locale Arbia élevée en système extensif dans le Sud-Est de l'Algérie, a montré des performances moyennes acceptables et comparables à celles d'autres races locales ailleurs dans le monde. Les performances de croissance sont impactées par les pratiques d'élevage qui restent basées sur la capacité de

l'animal à s'adapter à l'offre en ressources pastorales ce qui limite l'expression du potentiel génétique (Djouza et Chehma, 2018b; Aissaoui *et al.*, 2019).

Comme facteurs de variation, les études ont montré l'effet de la taille de la portée et du sexe du chevreau sur les performances de croissance, et ont supposé l'existence d'autres facteurs pouvant l'affecter (Aissaoui *et al.*, 2019). L'étude de la variation de croissance des chevreaux de la race locale « Arbia » aiderait certainement à mieux comprendre les caractéristiques de production de cette race, ce qui pourrait avoir une grande contribution pour les éleveurs de chèvres dans le choix de la race d'une part, et d'autre part, faciliter le choix des futurs reproducteurs pouvant être placés dans un programme de sélection génétique afin d'atteindre les meilleures performances pour obtenir les meilleurs taux de production.

V.3.1. Courbe de la croissance

La courbe de croissance est le graphe de poids en fonction de l'âge (figure 7). Cette courbe est souvent de forme sigmoïde comportant trois phases ou périodes : période de croissance lente où l'évolution de la courbe est progressive, période de croissance accélérée, la courbe adopte une forme quelque peu linéaire jusqu'au point de distorsion et période de croissance ralentie (Waheed *et al.*, 2011).

La première remarque que l'on peut faire des deux graphes illustrés dans la figure 7, c'est que le poids à la naissance dans l'étude de Djouza et Chehma 2018b est semblable, alors que dans l'études de Aissaoui *et al.* (2019) est différent entre mâles et femelles, mais il est rattrapé au 20^{ème} jour environ. D'après ces courbes, les auteurs des deux études s'accordent à conclure que mâles et femelles de la race Arbia élevés en système extensif ont des tendances de croissances différentes. Le rythme de croissance chez les femelles se ralentit plus tôt que chez les mâles. Cela signifie qu'elles réalisent des GMQ plus faibles plus tôt que les mâles qui continuent à croître au même rythme.

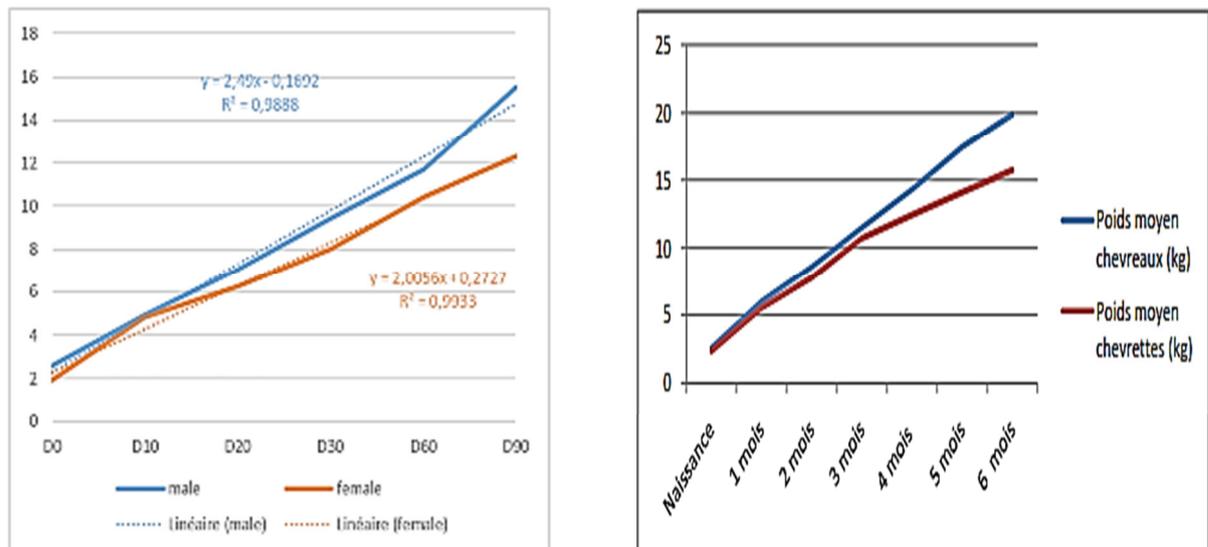


Figure 7: Courbe de croissance de chevreaux mâles et femelles en système extensif dans la région de Biskra (selon Aissaoui *et al.*, 2019 à gauche, selon Djouza et Chehma 2018b à droite)

Mahgoub *et al.* (2012) rapportent qu'il y a plusieurs facteurs qui affectent la courbe de croissance des animaux d'élevage, parmi eux : le poids à la naissance, l'efficacité de conversion alimentaire et limitation de l'allaitement naturel (dans les systèmes laitiers quand l'éleveur limite la tétée des chevreaux).

V.3.2. Contrôle de la croissance

Le contrôle de la croissance est très important pour vérifier les performances en gain de poids chez les races à viande ce qui permet d'évaluer l'efficacité de l'élevage. Il n'existe pas actuellement de protocole de contrôle de performance spécifique aux caprins. Le protocole utilisé pour les caprins s'inspire donc de ceux existant déjà en ovin viande (Naves *et al.*, 2005; Tiphine *et al.*, 2005; Ben Hamouda et Rekik, 2012). Ce contrôle de performance permettra de récolter des informations de base sur le troupeau (généalogies, mouvements d'animaux) et de peser les animaux de façon à déterminer le gain moyen quotidien (GMQ) entre 10 et 30 jours, et entre 30 et 70 jours. Le protocole officiel consiste à peser, à partir du 21^e jour après le début des agnelages et ensuite à intervalles réguliers d'environ 21 jours (figure 8).

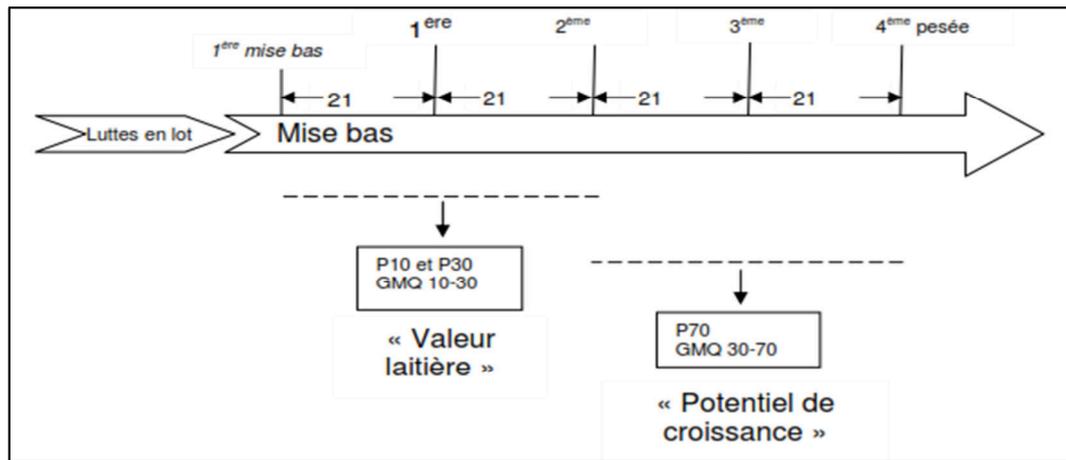


Figure 8: Représentation du contrôle de croissance des chevreaux (Gunia, 2008)

V.4. Production laitière

V.4.1. Composition et intérêt nutritionnel du lait de chèvre

Plusieurs études ont été réalisées pour explorer la composition du lait des races locales. (Djouza et Chehma, 2018b) ont montré que le lait de la race Arbia élevée en système extensif dans la région de Biskra a une teneur moyenne en matière grasse (MG) estimée à 3,48%, en matière protéique (MP) estimée à 3,01 et en lactose estimée à 4,55%. dans la région d'El Oued, Matallah *et al.* (2020) ont révélé des teneurs beaucoup plus élevées avec 5,4 ; 3,8 et 5,7 % de MG, MP et de lactose respectivement. Cependant, l'étude de Amroun et Zerrouki (2014) sur la race Kabyle dans la région de Béjaia a montré l'existence d'un effet saison sur les taux. Ainsi cette race présente des taux protéique et butyrique plus élevés en été qu'en hiver avec respectivement 6,98 vs 4,38 % et 6,46 vs 3,18 % et l'inverse pour le taux de lactose (3,01 vs 2,25 %).

Aujourd'hui, le lait de chèvre présente un intérêt particulier en raison de sa composition spécifique, qui a conduit à être considéré comme un aliment de haute qualité diététique pour l'alimentation des nourrissons et les personnes âgées, ainsi que pour certaines catégories de la population ayant des besoins particuliers. Des études cliniques auprès de patients allergiques (adultes et enfants) au lait de vache ont conclu que la substitution par du lait de chèvre était suivie d'améliorations « indéniables » (Haenlein, 2004). En effet, le lait de chèvre est pauvre en β -Lactoglobuline (β -LG) et en caséine α -S1, des allergènes majeurs, par rapport au lait de vache (Hazebrouck, 2016). L'intérêt nutritionnel du lait de chèvre provient également des petites dimensions des globules gras et de sa richesse en acides gras de courtes et moyennes chaînes (acide butyrique (C 4), acides caprylique (C 6), caproïque (C 8) et caprique (C 10))

qui le rendent particulièrement digestible (Daniaux, 2010). Il est aussi une source intéressante de minéraux et de vitamines. Le lait de chèvre est riche en calcium, phosphore, potassium, magnésium et sélénium. Les teneurs de ces différents éléments y sont légèrement plus élevées que dans le lait de vache pour le calcium et le phosphore et nettement plus élevées pour le magnésium, potassium et chlore. La richesse du lait de chèvre en sélénium est intéressante puisque ce minéral est un puissant antioxydant (Knowles *et al.*, 2004; Rozenská *et al.*, 2013). En ce qui concerne les vitamines, le lait de chèvre est riche en vitamines B1, B2, B3, B5, B6 et B8. Cependant, contrairement aux autres laits, le lait de chèvre ne contient que du rétinol (vitamine A) et pas de carotènes (précurseur du rétinol). Ce qui lui confère sa couleur blanche caractéristique (Daniaux, 2010).

V.4.2. La lactation

Le cycle annuel de production d'une chèvre laitière standard comprend quatre périodes-clés : la fin de gestation, le début de lactation, la pleine lactation et la fin de lactation. Chaque période est associée à un stade physiologique bien distinct.

La production de lait variera au cours de la période de lactation. La production quotidienne augmente rapidement, arrive à un maximum, reste élevée pendant deux mois environ, puis elle diminue et continue pendant trois mois pour atteindre un niveau inférieur à l'initial (Jansen et van den Burg 2004) (figure 9).

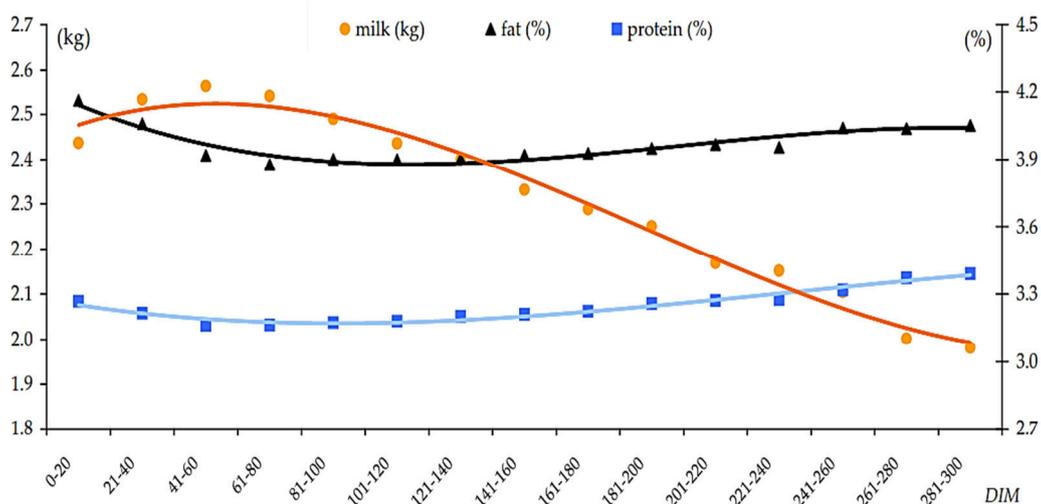


Figure 9: Courbe de lactation théorique (Ciappesoni *et al.*, 2004)

Généralement, la durée de lactation de la chèvre locale dépend des races et des conditions climatiques ainsi que du caractère fortement saisonnier de la reproduction, la durée

est d'autant plus longue que la mise bas aura eu lieu tôt dans la saison. De ce fait sa durée théorique est de 300 jours. Mais la lactation moyenne est en pratique plus courte, elle peut varier entre 200 et 300 jours (Kouri *et al.*, 2019).

La production laitière est fonction de la valeur génétique individuelle des chèvres, des conditions d'élevage (alimentation, conditions d'environnement,...) ainsi que du numéro de lactation.

V.4.3. Facteurs influençant la lactation de la chèvre locale

V.4.3.1. Race

Selon CN AnGR (2003), les performances laitières varient selon la race. Alors que les races Mozabit et Mekatia sont destinées principalement à la production laitière, la race Naine de Kabylie est considérée comme mauvaise productrice alors que la race Arbia est à usage mixte. D'autre part, l'étude de Matallah *et al.* (2020) a montré l'effet de la race sur la quantité et la qualité de lait produit par les chèvres élevées dans le Sud-Est algérien. Cette étude a montré que dans cette région, la population Arbia était la moins productive alors que l'Alpine était la plus productive. Cependant, la population Arbia produisait le lait avec les teneurs en matière protéique et en lactose les plus élevées. Dans le monde, il existe une multitude de variété de races caprines dont chacune a ses propres performances laitières. D'une façon générale, la Saanen est caractérisés par un rendement laitier très élevée avec un taux bas de matière grasse d'où le nom « la Holstein des caprins » (Solaiman *et al.*, 2011). La Nubienne produit peu de lait avec un fort taux de matière grasse. D'autres races comme l'Alpine et la Toggenburg ont un rendement laitier qui se situe entre la Saanen et la Nubienne. Les races ayant les meilleurs performances de production laitière sont : Murciana- Granadina, Canaria et Norwegian Nordic (Solaiman *et al.*, 2011).

V.4.3.2. Stade de lactation

L'étude de Djouza et Chehma (2018a) a montré que la production laitière de la population caprine Arbia dans le Sud-Est algérien est caractérisée par deux phase, une phase croissante qui dure 12 semaines environ après quoi on enregistre une baisse jusqu'à la fin de la lactation. Mahmoud *et al.* (2014) dans leur étude sur la chèvre Damascus au soudan arrivent à conclure que les différents stades de lactation ont un effet sur le rendement et la composition laitière. (Mahmoud *et al.*, 2014) rapportent que le pic de lactation de cette race

est atteint vers 5-6 semaines après la mise bas, une baisse constante est observé par la suite jusqu'à la fin de lactation. Les mêmes résultats ont été trouvés par (Ba Diao *et al.*, 2002) pour la chèvre en milieu peul.

V.4.3.3. Alimentation

L'alimentation est un des facteurs limitants agissant sur la production et la composition du lait des petits ruminants (Ba Diao *et al.*, 2002). Ainsi, des carences ou des insuffisances dans l'alimentation amèneront la chèvre à puiser dans ses réserves, puis à diminuer sa production. En effet, une sous-alimentation correspond à un bilan énergétique fortement négatif et par conséquent entraîne la diminution de la production laitière et du taux protéique et l'augmentation du taux butyreux (Kharrat et Bocquier 2011). Abi Saab et Hosri (2002) de leur expérience sur la race locale libanaise Baladi ont pu conclure que la supplémentation au pâturage et l'amélioration de la qualité de la ration permettent d'accroître la productivité de la chèvre.

Enfin, l'action de l'alimentation a ses limites : elle ne crée pas les animaux à haut rendement, elle permet seulement de tirer le profit maximal de leurs aptitudes, en relation avec les conditions environnementales et leur stade physiologique. Plus le potentiel de production de l'animal est élevé, plus son niveau d'alimentation doit être élevé (Kharrat et Bocquier 2011).

V.4.3.4. Saison de mise-bas

Compte tenu de l'importance de l'alimentation et de l'abreuvement dans la production laitière, la saison de mise bas est l'un des plus importants facteurs de variation. Les résultats de Ba Diao *et al.* (2002) montrent que la saison de mise bas a eu un effet hautement significatif sur la production laitière. La production a été meilleure pour les mises bas de fin de saison des pluies (au Sénégal), cela est lié à la disponibilité et à la bonne valeur nutritive de l'herbe. Ba Diao *et al.* (2002) rapportent que cette production laitière diminue si la mise bas intervient en saison sèche froide, les caprins bénéficiant d'un pâturage de qualité moyenne. Elle devient médiocre avec une mise-bas de saison sèche chaude, l'alimentation étant la contrainte majeure.

V.4.3.5. Température environnementale

D'après Solaiman *et al.* (2011), l'effet de la température sur le rendement laitier et sa composition dépend de la race, mais généralement les températures basses diminuent la sécrétion laitière partiellement à cause de la baisse du flux sanguin du pis. Les basses températures peuvent avoir moins d'effets sur la production laitière si une alimentation supplémentaire est fournie à la chèvre pour couvrir ses besoins en énergie nécessaire à la thermorégulation (Solaiman *et al.*, 2011).

Les fortes chaleurs, supérieures à 25°C, ont des conséquences sur la production laitière notamment en réduisant la consommation alimentaire. Les caprins sont des animaux adaptés au climat chaud et aride, ils diminuent moins que les bovins leur consommation de fourrage par temps chaud, il semble ainsi que la synthèse mammaire est moins affectée par des chaleurs élevées que chez la vache (Serradilla *et al.*, 2018).

V.4.3.6. Etat de santé

Avoir un troupeau en bonne santé est une condition nécessaire pour obtenir de bonnes performances techniques. La chèvre se révèle être une excellente productrice si elle est élevée dans de bonnes conditions sanitaires. Cependant, différentes maladies d'origine infectieuse (arthro-encéphalite virale, brucellose, para tuberculose,...), parasitaires (nématodes,...) ou autres peuvent compromettre la production laitière et causer de grandes pertes.

VI. Maladies des caprins: cas de la brucellose

La brucellose est une maladie infectieuse zoonotique mondiale qui a un impact économique important dans l'élevage et la santé publique humaine. La brucellose caprine reste un problème majeur dans la région méditerranéenne, au Moyen-Orient, en Asie centrale, en Afrique subsaharienne et en Amérique latine (Rossi *et al.*, 2017). Principalement causés par *Brucella melitensis*, les biovars 1 et 3 sont les plus fréquemment isolés dans les pays méditerranéens, et les principales manifestations cliniques sont l'échec de la reproduction (avortements), l'orchite et l'épididymite (Megid *et al.*, 2014).

VI.1. La brucellose en Algérie

En Algérie, la première description de la brucellose date de 1907 (Lounes *et al.*, 2011). Depuis, elle continue de sévir dans les élevages, provoquant chaque année de lourdes pertes

économiques et des milliers de cas humains. Cependant, depuis 1970, plusieurs programmes de lutte mis en place par les pouvoirs publics ont permis de réduire le taux d'infection, notamment chez les bovins. Cependant, la prévalence de la brucellose des petits ruminants dans les régions à forte densité de bétail reste élevée ($5,2 \pm 0,8 \%$) (Lounes *et al.*, 2011). Une enquête menée à Ghardaïa (sud de l'Algérie) a permis d'observer que 8,2% des chèvres étaient contaminées (Bachir Pacha *et al.*, 2009), ce qui entrave le développement de la chaîne de valeur laitière et fromagère caprine (Sahraoui *et al.*, 2019). Pour la pratique, la détection à grande échelle des animaux infectés par *Brucella* est effectuée par des tests sérologiques (Gall et Nielsen 2004).

VI.2. Lutte contre la brucellose

Les mesures recommandées jusqu'à présent pour contrôler et lutter contre la brucellose consistent en la vaccination combinée à un programme test-abattage. Cependant, mener un programme de vaccination reste difficile à mettre en place en pratique vu le système d'élevage extensifs des caprins. De plus, la stratégie de test-abattage n'est pas toujours possible à mettre en place et la vaccination ne donne pas toujours les résultats escomptés. En effet, la première coûte chère, alors que la deuxième risque d'interférer avec les résultats du dépistage, risquée pour l'opérateur et peut provoquer des avortements aux femelles gestantes (Rossi *et al.*, 2017).

Une approche relativement nouvelle pour le contrôle et l'éradication des maladies et l'amélioration du statut sanitaire du cheptel est l'identification et la sélection d'animaux génétiquement résistants aux pathogènes, qui peut être un outil prometteur pour la lutte contre la brucellose (Rossi *et al.*, 2017). La résistance aux maladies des animaux représente une performance zootechnique de plus en plus importante dans les élevages d'aujourd'hui (FAO, 2007). Elle conditionne la rentabilité des élevages à travers les cas de morbidité et de mortalité ainsi que le recours aux soins vétérinaires (Knap et Doeschl-Wilson, 2020). La résistance aux maladies est d'autant plus importante que l'on soit dans des contextes de contraintes imposées soit par l'exigence du consommateur soit par la nécessité de respecter un cahier des charges d'un label donné (le label Bio par exemple) (Islam *et al.*, 2020; Gogoi *et al.*, 2021). La résistance aux maladies, composant de la rusticité générale des animaux, impacte la résilience des systèmes d'élevage face aux différents changements pouvant affecter leurs environnements (FAO, 2007).

La résistance génétique aux maladies est, en fait, un trait polygénique ; cependant, il a été observé que des gènes uniques ont un effet majeur sur la résistance immunitaire. Parmi ces gènes, SLC11A1 anciennement appelé NRAMP1, a été largement étudié et a été associé aux infections intracellulaires, telle que la brucellose (Adams et Templeton, 1995). La connaissance des ressources génétiques est en effet le premier pas vers un programme de conservation, de gestion et d'amélioration génétique rationnel.

VI.3. Résistance génétique aux maladies et implication du gène SLC11A1

La résistance est la capacité des animaux à freiner l'installation, la survie, le développement et la reproduction des parasites (micro-parasites, comme les virus ou certaines bactéries, ou macro-parasites, comme certains vers). Les mécanismes de résistance peuvent être innés, avoir été transmis par la mère (colostrum des mammifères) ou s'établir en réponse à des infestations successives (Roeber *et al.*, 2013).

La résistance génétique aux agents pathogènes intracellulaires a été liée à une région génomique comprenant le membre 1 de la famille des transporteurs membranaires d'ions métalliques divalents (SLC11A1), qui a été identifié comme un gène candidat (Capparelli *et al.*, 2007). Le SLC11A1 est situé sur le chromosome 2 chez les bovins, les ovins et les caprins. La protéine SLC11A1 est impliquée dans le transport des cations divalents à travers la membrane du phagolysosome, et on pense qu'elle a un rôle dans la réponse aux infections bactériennes chez les animaux (Thomas et Joseph, 2012). Chez la chèvre, la terminaison 3'UTR du gène SLC11A1 comprend deux microsatellites décrits comme régions A et B. La première comprend entre 11 et 19 répétitions GTn et la deuxième entre 7 et 8 (Vacca *et al.*, 2011). Le génotype de la région A de SLC11A1 a été signalé comme affectant les caractéristiques du lait chez la chèvre Sarde (Piras *et al.*, 2011), celui de la région B a été associé à la résistance/sensibilité contre *Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis* (MAP) (Liandris *et al.*, 2009; Korou *et al.*, 2010), alors que les régions A et B étaient associées à la résistance/sensibilité contre l'infection à *Brucella melitensis* (Iacoboni *et al.*, 2014).

VII. Amélioration génétique des caprins

Les programmes d'amélioration génétique pour les caprins sont souvent peu considérés comme une priorité. Ils sont en effet liés à l'existence d'un secteur économique développé et bien organisé. La majorité des programmes de sélection en caprin se situe dans les pays développés. Dans l'Amérique latine, les caraïbes et les pays de l'Afrique, l'intérêt accordé à ces programmes est faible. Les informations indiquent que les objectifs et les stratégies de sélection varient selon les pays. Les caractères de croissance semblent avoir le plus d'importance dans les pays en voie de développement, alors que l'amélioration des caractères laitiers est le principal objectif de sélection des chèvres pour les pays européens (Dubeuf et Boyazoglu, 2009).

Dans les pays en voie de développement, l'absence de programmes de sélection est généralement due au manque de caractérisation des races locales et au désintérêt des gouvernements, instituts de recherche et bailleurs de fonds pour les caprins (Boyazoglu *et al.*, 2005). Les tentatives de développement de programmes de sélection reproduisant à l'identique les modèles des pays du Nord ont souvent échoué à cause de leur inadéquation aux besoins locaux (Dubeuf et Boyazoglu, 2009). Ces programmes consistaient le plus souvent à importer dans les pays du Sud des génotypes plus productifs provenant de pays tempérés, et à les utiliser en race pure ou en croisement. Ces génotypes ne correspondaient ni aux objectifs de sélection des éleveurs, ni à leurs méthodes de gestion des troupeaux dans des systèmes pastoraux à faibles intrants (Kosgey *et al.*, 2006). La prise en compte des caractères d'adaptation dans l'objectif de sélection est primordiale pour garantir une amélioration génétique durable (Alexandre et Mandonnet, 2005). Les races locales sont en effet extrêmement résilientes et bien adaptées aux conditions difficiles rencontrées dans leurs pays d'origine (températures extrêmes, sous-alimentation, parasitisme). Elles ont souvent des caractéristiques uniques particulièrement intéressantes comme leur fertilité, résistance à la chaleur, et résistance au parasitisme (Boyazoglu *et al.*, 2005; Kosgey *et al.*, 2006).

Dans les pays du Sud, plusieurs facteurs structurels peuvent empêcher l'implantation de programmes de sélection : le manque d'organisations professionnelles, de services d'aide à l'élevage, d'appui vétérinaire, d'instituts de développement et de recherche, ainsi que le manque de financement. D'autre part, la petite taille des élevages, le manque d'identification et d'enregistrement du pedigree, le faible niveau d'éducation des éleveurs,... limitent l'implantation et le succès de programmes de sélection et rend le contrôle de performances et

l'organisation des programmes de sélection plus difficiles et plus coûteux (Kosgey *et al.*, 2006; Gunia, 2012).

En Algérie, comme dans tous les pays où l'élevage caprin est principalement extensif, les caractères d'adaptation sont importants. Les races locales sont donc les plus indiquées pour servir de base à la sélection (Chekikene *et al.*, 2021).

VII.1. Organisation des programmes d'amélioration génétique

Les programmes d'amélioration génétique ont pour but l'amélioration génétique des populations animales afin d'accroître l'efficacité de production des animaux dans leurs systèmes d'élevage. Les meilleurs animaux sont sélectionnés et utilisés comme parents de la génération suivante. La mise en place d'un programme d'amélioration se déroule en plusieurs étapes interdépendantes (Baker et Gray, 2004) qui consistent à :

- 1) Analyser les systèmes d'élevage et choisir la ou les races à améliorer
- 2) Définir l'objectif de sélection, identifier les critères à utiliser dans l'index de sélection, obtenir ou estimer les paramètres génétiques (héritabilités et corrélations génétiques) de la race pour les caractères de l'objectif et de l'index
- 3) Concevoir et optimiser le programme de sélection, et donc :
 - Etablir le contrôle de performances
 - Calculer les index de valeur génétique de chaque animal
 - Mettre en place un plan d'accouplement des animaux sélectionnés
 - Mettre en place un schéma de diffusion des animaux supérieurs génétiquement
 - Evaluer régulièrement l'efficacité du programme de sélection

VII.1.1. Etude des systèmes d'élevage et choix des races à améliorer

L'étude des systèmes d'élevage constitue une étape essentielle préalable à la mise en place d'un programme de sélection. Les atouts et les contraintes de ceux-ci doivent être bien identifiés car ils vont conditionner l'orientation de la sélection. Dans les années 1950 à 1990, les outils développés visaient à placer les animaux contrôlés dans des situations de milieu très favorables, notamment sur le plan nutritionnel, afin de gommer les différences d'adaptation des animaux à des contraintes environnementales et de maximiser la production. Les animaux étaient donc essentiellement sélectionnés sur des caractères de production dans des environnements bien maîtrisés. De nos jours, dans une perspective de durabilité de l'élevage

et de robustesse des animaux, l'adaptation des animaux à leur environnement est favorisée (Olesen *et al.*, 2000). Avant tout programme de sélection, il convient de choisir sur quelle(s) race(s) va porter la sélection, et si la sélection se fera en race pure ou en croisement. Dans tous les cas, il faut veiller à la conservation des races locales qui ne sont pas utilisées pour la sélection. Car si une race particulière est sélectionnée et mise en avant, d'autres, moins "compétitives", risquent d'être délaissées par les éleveurs et de disparaître. Dans les pays méditerranéens, les races locales ont rarement été caractérisées de façon scientifique, ce qui a conduit à la sous-estimation de leur valeur (Baker et Gray, 2004). Ces races sont vues comme peu productives, car de petite taille et de faible croissance, alors qu'elles présentent des caractéristiques d'adaptation et de reproduction très intéressantes. Avant tout choix de races, il convient de comparer leurs performances dans le même milieu. Les résultats escomptés sont surestimés si on prend en compte la production d'une race exotique dans son milieu d'origine (par exemple tempéré) au lieu de prendre en compte la production de cette race dans le milieu où on veut l'utiliser, par exemple en milieu méditerranéen.

VII.1.2. Objectifs de sélection et index

VII.1.2.1. Principe général

La théorie des index de sélection comprend deux grandes étapes : le choix de l'objectif de sélection, qui représente l'orientation désirée pour améliorer la population sélectionnée, et la détermination de l'index de sélection, qui est l'outil permettant de sélectionner les animaux (Ponzoni et Newman, 1989). L'objectif de sélection se présente le plus souvent sous la forme d'une combinaison linéaire des valeurs génétiques additives des caractères à améliorer. Les pondérations attribuées aux caractères à améliorer traduisent l'importance relative de chaque caractère dans l'objectif de sélection. Généralement, le but premier de la sélection est de maximiser le profit de l'exploitation agricole ou de diminuer les coûts de production. Si les pondérations des caractères sont basées sur un raisonnement économique, elles rendent alors compte du gain économique espéré par l'amélioration génétique d'une unité physique des caractères. L'index de sélection est l'outil permettant de classer des animaux et de sélectionner les meilleurs, conformément au but défini par l'objectif de sélection. L'index se présente généralement sous la forme d'une somme pondérée des valeurs génétiques prédites des caractères mesurés (appelés critères de sélection). Les pondérations de l'index sont calculées de façon à maximiser la réponse sur l'objectif de sélection. Les caractères considérés dans l'index de sélection ne sont pas forcément les mêmes que ceux entrant dans la

constitution de l'objectif de sélection. Dans l'objectif de sélection sont considérés tous les caractères de l'animal ayant une importance économique et une variabilité génétique certaines, même s'ils sont difficiles à mesurer. Les critères de sélection, eux, doivent être non seulement génétiquement variables, mais aussi mesurables et significativement corrélés aux caractères de l'objectif de sélection (Baker et Gray, 2004). Par exemple, l'épaisseur du lard dorsal chez les porcs est un critère de sélection qui sert d'indicateur du rendement en viande de la carcasse, et qui a l'avantage de ne pas nécessiter l'abattage de l'animal.

VII.1.2.2. Méthode d'évaluation génétique

L'évaluation génétique ou «indexation» d'un reproducteur peut être définie comme l'estimation de sa valeur génétique à partir des performances mesurées sur l'individu lui-même et/ou ses apparentés à un instant donné de façon à maximiser le progrès génétique en une génération de sélection (Ducrocq, 1990). En général, on ne s'intéresse qu'à sa valeur génétique « additive », c'est-à-dire à celle qu'il sera susceptible de transmettre à sa descendance. Par opposition, la partie non additive du patrimoine génétique d'un individu (effets de dominance et effets d'épistasie) est recréée aléatoirement à chaque génération (Ducrocq, 1990). On prédit la valeur génétique additive d'un individu à partir de toutes les informations disponibles à un instant donné. Ces informations peuvent concerner un ou plusieurs caractères. L'index est l'estimation de la valeur génétique additive de la valeur des candidats les uns par rapport aux autres (Ponzoni et Newman, 1989). Un index n'a de signification qu'au moment de son calcul et la comparaison ne peut s'effectuer qu'entre index calculés dans les mêmes conditions et au même moment. L'indexation est effectuée intra-race, tandis que la comparaison des index d'animaux de différentes races n'est pas réalisable. Aussi, l'index d'un reproducteur perd de sa signification s'il n'est pas actualisé avec le temps, la valeur génétique d'un reproducteur tend à diminuer par rapport à la valeur moyenne des jeunes reproducteurs candidats. La méthode d'indexation classique consiste en premier lieu, à corriger les performances pour les principaux effets du milieu identifiés et enregistrés, qui sont communs pour un groupe d'animaux. Cette correction a pour but de ramener à des niveaux plus comparables et au même pied d'égalité les moyennes et les variances de l'ensemble des performances brutes (Carillier, 2011).

VII.2. Les différents types de caractères et leurs caractéristiques

VII.2.1. Caractères de production

Les caractères de production sont facilement mesurables. Leur héritabilité est relativement élevée. Ils visent à améliorer la quantité de produit vendu. Ce sont par exemple le poids (poids carcasse, poids sevrage, poids adulte), le GMQ, ou la quantité de lait.

VII.2.2. Caractères de qualité des produits

Ces critères de qualité ont été développés pour répondre aux attentes des consommateurs. Les produits présentant les qualités requises sont achetés à un meilleur prix aux éleveurs. Ces caractères peuvent être le taux de gras, le taux de muscle, la note de la carcasse, le taux de protéines ou de matière grasse du lait.

VII.2.3. Caractères fonctionnels

Les caractères fonctionnels visent à faciliter l'élevage des animaux en réduisant les coûts de production et à en améliorer l'efficacité. Ces caractères ont souvent une héritabilité plus faible que les caractères de production, et ne sont pas toujours facilement mesurables. Ils rassemblent des caractères de reproduction (facilité de mise-bas, fertilité, taille de portée), de santé (résistance aux maladies), de longévité, de comportement et d'adaptation (stockage de gras, adaptation au froid, à la chaleur).

VII.2.4. Choix des caractères à sélectionner

Depuis le milieu du XX^{ème} siècle, la sélection s'est majoritairement portée sur les caractères de production. Une sélection trop intense sur ces seuls caractères a conduit à une détérioration de la santé des animaux et de leurs performances de reproduction. En effet, les caractères fonctionnels sont souvent négativement corrélés aux caractères de production. L'efficacité des programmes de sélection s'en trouvait donc réduite. De nos jours, les programmes de sélection sont plus équilibrés entre amélioration des caractères de production et amélioration des caractères fonctionnels. Ils visent aussi à intégrer de plus en plus de nouveaux critères sous-jacents aux attentes des consommateurs en termes de qualité de la viande et de bien-être animal. Ensuite, les caractères zootechniques qui ont une influence économique sont identifiés et leurs pondérations sont calculées dans « l'indice génétique ».

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL ET METHODES

I. Enquête sur la consommation des produits caprins

Cette partie a pour objectif d'analyser la perception du consommateur algérien du lait et de la viande caprine. Il s'agit, dans un premier temps, de caractériser les consommateurs du point de vue sociodémographique et économique selon leurs préférences et, dans un deuxième temps, identifier les produits caprins consommés en Algérie. Il s'agit aussi de comprendre, selon quels critères sensoriels de la qualité, le consommateur algérien identifie ces produits. L'objectif étant de prendre en compte autant que possible les préférences du consommateur dans le programme de l'amélioration génétique.

I.1. Conception de l'enquête

L'étude de la consommation des produits caprins s'est basée sur une enquête menée en 2019 auprès de personnes choisis aléatoirement à travers le territoire national à l'aide de questionnaires directs lors de rencontres en face à face, ou à distance à l'aide de questionnaires électroniques (Google Form). Cette enquête a concerné 414 individus pour le cas de la consommation du lait caprin et ses dérivés et 593 individus pour celle de la viande caprine. Les individus enquêtés sont aussi bien des habitants des zones rurales qu'urbaines.

Les questionnaires conçus pour cette étude comprennent 31 questions pour l'enquête sur la consommation du lait et des produits laitiers caprins (Annexe 1), et 28 questions pour l'enquête sur la consommation de la viande (Annexe2). Ils combinent des questions ouvertes et fermées (questions à choix multiple à sélection unique utilisées pour les données nominales (dichotomiques: «oui» ou «non», et polytomiques: listes assez complexes d'alternatives parmi lesquelles le répondant peut choisir, par exemple «hebdomadaire» ou «mensuel») ou «rarement»). Les questions ouvertes permettent aux répondants d'exprimer ce qu'ils pensent dans leurs propres mots et ont été utilisées pour des questions complexes auxquelles il est impossible de répondre dans quelques catégories simples mais qui nécessitent plus de détails et de discussion. Les questions de l'enquête peuvent être regroupées en 3 volets:

1. *Caractéristiques socioprofessionnelles des consommateurs* : sexe, âge, revenu, ainsi que la wilaya et la ville (village) ont été demandés. Cela permet de savoir si la personne enquêtée habite une région rurale ou urbaine, et analyser son comportement de consommation en fonction;

2. *Consommation des produits laitiers et carnés* : l'objectif était de caractériser les habitudes du consommateur quant aux produits animaux d'une façon générale en mettant l'accent sur leur diversité, sur la quantité consommée par foyer et par unité de temps et la perception du consommateur pour chaque produit. Cette caractérisation a donc porté sur différents produits laitiers (lait, L'ben, fromage, beurre) et sur leur origine (espèce animale), ainsi que sur la consommation des différentes viandes (ovine, bovine, caprine, cameline,...). Pour cela, nous avons utilisé l'échelle de Likert pour identifier la fréquence de consommation de chaque produit (jamais, rarement, parfois, souvent, toujours), et proposé des choix pour la détermination de la quantité consommée. Enfin, nous avons demandé l'opinion du consommateur de chaque produit ;
3. *Consommation des produits caprins* : Des questions plus précises quant à la consommation des produits caprins ont été posées. Ainsi, les raisons de consommation ou de non-consommation ont été demandées aux enquêtés. Pour les personnes ayant fait mention de consommer des produits caprins, l'enquête s'est poursuivie avec un objectif de comprendre plus en détail le comportement du consommateur en précisant les fréquences de consommation de chaque produit caprin, quantités consommées, motivations, opinion des membres du foyer, lieu d'acquisition, prix.

I.2. Analyse statistiques des données

Pour analyser les données des enquêtes, des analyses statistiques descriptives ont été utilisées. Pour ce faire, Le logiciel XLSTAT 2014 a été utilisé. Comme il s'agit de données qualitatives, nous avons calculé les fréquences relatives ou les pourcentages des différentes modalités des réponses collectées. Ensuite, des représentations en camembert ou en histogrammes ont été utilisées pour faciliter la lecture et l'analyse des résultats.

II. Evaluation morpho-biométrique et performances zootechniques

Cette partie a pour objectif d'étudier les caractéristiques morpho-biométriques du troupeau acquis et ses performances zootechniques (reproduction, production laitière, croissance) dans un système d'élevage maîtrisé (semi-intensif). Ce système offre la possibilité de maîtriser le milieu d'élevage et permettra aux animaux d'extérioriser leur potentiel génétique. Cette étude est complétée par l'investigation de la variabilité génétique responsable de la résistance à la brucellose du caprin local. Notre travail est important dans la mesure qu'il permet d'évaluer les diverses performances dans une optique de sélection et d'amélioration génétique. Il participe ainsi à la préparation de la mise en place d'une stratégie de sélection génétique globale, nécessaire à l'amélioration de la productivité en lait et/ou en viande du caprin local, qui devrait constituer la base pour un développement durable des filières caprines, et contribuer à l'amélioration du revenu des éleveurs et des acteurs de ces filières.

II.1. La COOPSEL et sa ferme école

L'étude a porté sur le troupeau caprin de la ferme école de la COOPSEL, sise à la commune d'Ain elhajer, à Douar l'Ahmadcha au sud de la wilaya de Sétif (figure 10).

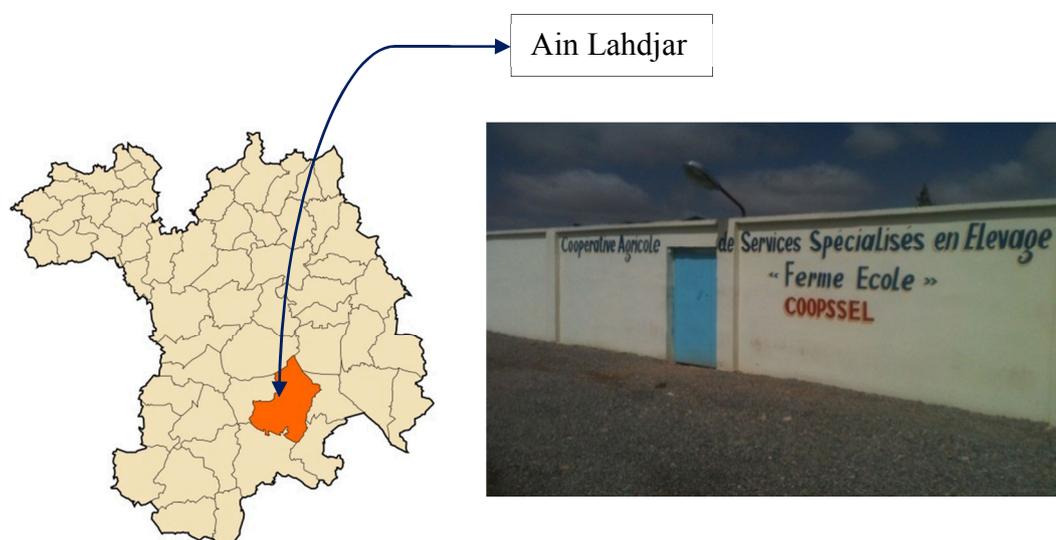


Figure 10: Localisation et façade de la ferme école de la COOPSEL

La coopérative COOPSEL (Coopérative de services spécialisée en élevage laitier) a été créée par la réforme agraire de 1971 sous la tutelle de l'État. Suite au changement statutaire et vers une autonomie de gestion en 1988, elle a connu de graves difficultés : réduction de nombre d'adhérents, cession de certains éléments d'actif, etc. En 1999, elle a été

reprise avec pour président M.E.KHARCHI, qui l'avait quittée en 1988, et qui a contribué avec les éleveurs adhérents à la reprise des activités de la coopérative en l'occurrence la production d'aliments du bétail. L'avènement du Plan National de Développement Agricole (PNDA) a été un élément clé pour la relance de la coopérative. La création d'une mini laiterie financée par le PNDA a permis la création de débouchés sûrs pour les éleveurs, et a contribué à recruter un nombre important d'adhérents (Kousseila et Moussa, 2017).

La ferme-école de La COOPSEL est destinée à la formation pratique des éleveurs. Elle est dotée d'une étable de 40 vaches de diverses races des mieux adaptées au climat des hautes plaines sétifiennes. Elle vise aussi à développer une unité d'expérimentation et d'amélioration génétique confiée au département d'agronomie de l'université de Sétif.

II.2.Mise en place de l'élevage

La première étape de ce projet, est évidemment la mise en place du troupeau caprin destiné à la production. Il a été convenu que le troupeau soit constitué de race locale du Nord-est algérien, et d'un effectif de 200 chèvres et 11 boucs, soit un sex-ratio de 1/18. L'instauration des bonnes pratiques d'élevage est nécessaire pour une bonne performance de l'élevage, d'autant plus qu'il s'agit d'élevage intensif avec d'importants investissements qu'il faudrait préserver (santé des animaux notamment) et rentabiliser. La seconde étape du programme consiste en la caractérisation morphologique et zootechnique du troupeau (croissance, reproduction, production laitière,...).

II.2.1. Organisation du bâtiment

La ferme contient une bergerie d'une superficie de 440 m² (40 m de longueur et 11m de largeur). Cette bergerie a été aménagée afin de contenir le bâtiment d'élevage (avec un grand compartiment pour les femelles, une salle pour les mâles et une salle pour les chevreaux) ; elle intègre aussi la salle de traite, la salle des mises bas et une aire d'exercice clôturée équipée de mangeoires.

II.2.1.1. Situation initiale

Le troupeau de chèvres est constitué d'un seul lot, cela n'est pas sans conséquence sur la gestion, puisque l'hétérogénéité des animaux est synonyme de besoins différents. Cela induit une augmentation du coût alimentaire.

Le troupeau est nourri au moyen d'une mangeoire placée tout autour du bâtiment. Cette méthode pose deux problèmes importants :

- La distribution de l'alimentation est peu pratique avec un gaspillage important
- La longueur de la mangeoire est faible par rapport au nombre de chèvre ; 41m pour 199 chèvres, soit 0,2 m /chèvre, loin de la norme préconisant 0,33 m/chèvre.

Les mâles quant à eux, sont séparés dans un autre compartiment de la structure, afin d'éviter les accouplements non contrôlés. Les deux compartiments, prévus d'être salles de traite et de chevrotage, sont disposés sur le côté Nord du bâtiment. La traite a été effectuée à l'aide de machines à traire mobiles vu l'indisponibilité de salle de traite.

L'abreuvement des chèvres devait être assuré par des abreuvoirs automatiques. Cependant, mal adaptés, puisque destinés aux bovins, et placés à une hauteur insuffisante, ils sont d'un apprentissage difficile, et souvent souillés par leur déjection. Cette situation a nécessité l'utilisation provisoire de bacs.

A partir de ces données on observe que le bâtiment n'est pas approprié pour une bonne conduite du troupeau. Nous avons donc proposé des solutions pour rendre plus pratique la conduite d'élevage, de respecter le bien-être des animaux, et de satisfaire leurs besoins.

II.2.1.2. Aménagement de la chèvrerie

Comme la chèvrerie n'était pas appropriée, nous nous sommes concertés avec les responsables de la ferme pour modifier la conception, et ce, en nous basant sur les normes universelles. La création de lots, la mise en place d'un couloir d'alimentation et de déplacement des animaux et la création d'une aire d'exercice sont les principales modifications réalisées (figure 11).

- Le bâtiment, d'une superficie de 330 m², a été divisé en trois parties, deux de 90 m² chacune, de manière qu'elles soient parallèles, et la dernière, perpendiculaire avec les deux précédentes, mesure 60 m². A l'intérieur de ces pièces, nous avons placé des abreuvoirs automatiques individuels et des mangeoires, en respectant la norme (1 m / 3 chèvres).
- Les 90 m² restants, ont servi à réaliser deux couloirs liés entre eux sous forme d'un T, le premier mesure 21,5 m de longueur et 1,60 m de largeur et le deuxième mesure 11 m de longueur et 2 m de largeur entre les lots et permet de :

- alimenter les animaux, et faciliter le travail pour les ouvriers qui ne passeront plus à l'intérieur du troupeau pour distribuer la nourriture
- faciliter la circulation des animaux (entrées, sorties, traite).

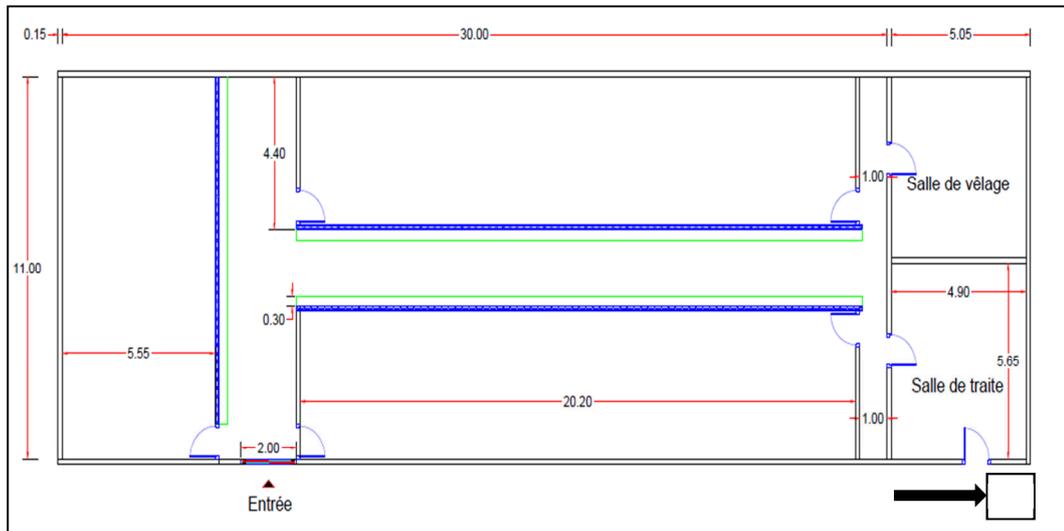


Figure 11: Plan adopté du bâtiment d'élevage

Le bâtiment donne directement accès à la salle de traite grâce au couloir servant à la fois à l'alimentation, au nettoyage et au passage des animaux vers la salle de traite. Cette dernière est d'une superficie de $25,5 \text{ m}^2$ (5,20 m de longueur et 4,90 m de largeur) composée d'un quai (partie surélevée) de 5,40 m de longueur, de 1,30 m de largeur et d'une hauteur de 0,90 m pour faciliter le travail des ouvriers. Le quai a une capacité de traite de 15 chèvres à la fois (5 à 7,5 minutes), soit 120 à 180 chèvres/heure. La partie basse quant à elle est destinée à servir d'espace de travail pour le trayeur, et à contenir la cuve de traite (figure 12).

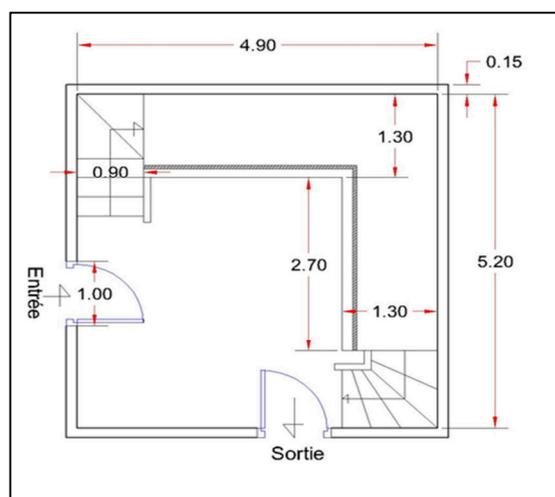


Figure 12: Plan adopté de la salle de traite

II.2.2. Conception d'un calendrier d'alimentation

En absence de terres agricoles, l'élevage caprin au sein de la ferme est conduit en hors sol ; c'est-à-dire, la nourriture utilisée pour l'alimentation n'est pas produite sur place. C'est aussi un élevage de type intensif, vu qu'il s'agit d'une concentration d'un nombre important d'animaux dans un espace limité, où l'alimentation leur est apportée à l'auge. Les aliments utilisés dans l'alimentation du troupeau varient au cours de l'année selon leur disponibilité sur le marché et la stratégie de la ferme. Cette dernière dépend en partie de la conduite de l'alimentation dans l'atelier bovin.

Depuis son acquisition, le troupeau caprin est alimenté avec les mêmes ressources alimentaires destinées aux vaches laitières, mais en variant la ration par l'utilisation des différents aliments disponibles, sans pour autant prendre en compte la valeur alimentaire des aliments, ni les besoins en nutriments à chaque stade physiologique. Les aliments disponibles et utilisés selon les périodes sont : paille de blé, foin d'avoine, enrubanné de maïs, concentrés composés et aliment complet sous forme de « Mash » (ration complète). La distribution de l'alimentation au cours de la journée se fait selon le planning suivant (Tableau 1):

Tableau 1: Planning de distribution de l'alimentation

Horaire	Aliment	Quantité
8 :00	Paille de blé	3 bottes
11 :00	Ensilage de maïs	300 Kg
13 :00	Concentré	60 Kg
17 :00	Paille de blé	4 bottes

Pour simplifier et faciliter le travail, les responsables de la COOPSSSEL ont opté pour l'utilisation d'un aliment complet (mash), qui contient à la fois aliments grossiers et concentrés (tableau 2). Sa fabrication est effectuée à l'unité appartenant à la coopérative, et sa formule a été pensée en collaboration avec des spécialistes français en nutrition animale, cependant il est destiné à l'alimentation des bovins, et non des caprins. Cet aliment est utilisé en association avec du foin d'avoine et distribué matin et après-midi.

Tableau 2: Composition de l'aliment complet distribué aux chèvres

Aliment	Pourcentage dans le mélange
Luzerne déshydraté	25
Paille de blé	7
Foin d'avoine	5
Orge	13.5
Maïs	13.5
Soja	11.5
Mélasse	9
Son de blé	7
Eau	6.5
CMV	1
Sel	1

Le tableau 3 montre la valeur nutritive de l'aliment complet selon les valeurs proposées par INRA France en 2007.

Tableau 3: Valeur nutritive de l'aliment complet distribué aux chèvres

Aliment	MB dans 1 kg	MS	UFL	UFV	PDIN	PDIE	Ca	P	CB	UEL
Luzerne déshydratée	0,25	0,21	0,15	0,13	25,93	20,40	0,81	0,30	0,07	0,20
Paille de blé	0,07	0,06	0,03	0,02	1,36	2,71	0,05	0,06	0,03	0,12
Foin d'Avoine	0,05	0,04	0,03	0,02	2,20	3,08	0,12	0,07	0,00	0,05
Orge (grain)	0,14	0,12	0,13	0,12	9,27	11,85	0,06	0,35	0,01	0,00
Maïs (grain)	0,14	0,12	0,14	0,14	8,69	11,39	0,04	0,35	0,00	0,00
Soja	0,12	0,10	0,12	0,12	36,27	25,49	0,21	0,60	0,01	0,00
Son de blé	0,07	0,06	0,07	0,04	6,52	6,09	0,05	0,24	0,01	0,00
Mélasse	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eau	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CMV	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sel	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	0,79	0,67	0,60	90,22	81,01	1,34	1,98	0,12	0,37

II.3. Etude morpho-biométrique

II.3.1. Matériel animal

Le matériel animal étudié se compose de 199 têtes dont 188 chèvres et 11 boucs, formant un seul troupeau de race Arbia (Photo 4), mais dont l'origine est différente, puisqu'ils ont été achetés de marchés de bétails.



Photo 4 : Chèvres appartenant au troupeau acquis (Sahraoui, 2014)

Les mesures ont concernés exclusivement les animaux adultes, parce que les jeunes n'expriment pas encore les caractéristiques typiques de la race. L'accent est mis sur les femelles car le nombre de mâles dans l'élevage est limité, mais ils sont quand même inclus dans la description parce qu'il existe un dimorphisme sexuel entre les deux sexes. L'âge des animaux est identifié grâce à l'examen de la dentition.

II.3.2. Equipement

Les caractères qualitatifs ont été appréciés à l'œil nu et leurs caractéristiques notées. Cependant les caractères quantitatifs ont été mesurés comme suit :

- Les 3 mensurations de hauteurs sont prises à l'aide d'une toise de fabrication artisanale formée d'un axe principale gradué de 0 à 120 cm sur lequel coulisse une règle mobile indiquant les mesures. La toise est préférable au mètre ruban pour éviter les erreurs de mesure de ligne de dessus ;
- Les autres mensurations sont prises à l'aide d'un mètre ruban ;
- Un marqueur utilisé pour éviter la répétition de mesure du même animal ;
- Le poids vifs des animaux est mesuré à l'aide du pèse bétail.

II.3.3. Déroulement de l'opération de mensuration

Au niveau du troupeau étudié, la caractérisation a consisté en l'observation et la mensuration des animaux. 18 mesures corporelles et 14 descripteurs qualitatifs ont été utilisés afin de caractériser les animaux du troupeau.

II.3.3.1. Descripteurs quantitatifs

Les mesures ont été prises selon les proéminences osseuses, non affectés par l'état d'embonpoint de l'animal (tableau 4). Pour éviter toute erreur ou variation affectant les données (modifiées par la consommation d'eau et d'aliments), les mesures ont été prises tôt le matin (à jeun), en position debout correcte, l'animal est tenu sur une surface plane et l'opération faite par une même personne ou groupe de personnes.

Tableau 4: Descripteurs quantitatifs étudiés

Variable	Définition	Abréviation	Unité
Longueur de la tête	la distance entre la transversal des cornes et le bout du nez	Lo Tête	cm
Longueur de l'oreille	de la base à l'extrémité inférieure	Lo Oreille	cm
Longueur du cou	la distance entre la gorge et l'angle d'épaule	Lo Cou	cm
Longueur Diagonale du corps	la distance de l'angle de l'épaule à la pointe de la fesse	Lo D Crps	cm
Longueur totale du corps		Lo T Crps	cm
Longueur du bassin	Distance entre les pointes des hanches et les pointes des fesses	Lo Bassin	cm
Largeur aux hanches	Distance entre les deux pointes des hanches	La Hanche	cm
Largeur aux Ischions	Distance entre les pointes des fesses	La Ischions	cm
Tour de poitrine	Mesure passant verticalement en arrière du garrot et au niveau du passage des sangles	T Poitrine	cm
Profondeur de poitrine	Estimé au passage de sangle à l'arrière des pattes antérieures	P Poitrine	cm
Profondeur du flanc	Mesurée au plus profond de l'animal ou estimée au flanc (de la pointe des hanches au grasset)	P Flanc	cm
Hauteur au garrot	la distance du sommet du garrot au sol	H Garrot	cm
Hauteur au dos	Distance du milieu du dos au sol	H Dos	cm
Hauteur au sacrum	Distance de la croupe au sol	H Sacrum	cm
tour du canon antérieur	Circonférence du canon à un travers de main au-dessous de la partie inférieure de l'articulation du genou	TCA	cm
Longueur de la queue	la distance entre le point d'attachement de la queue jusqu'à l'extrémité	Lo Queue	cm
Longueur du trayon	Mesurée de la base du trayon jusqu'à son extrémité	Lo Trayon	cm
Poids vif	Mesuré à l'aide d'une balance	P.V	kg

La manière de préhension des mensurations est présentée dans la figure 13 et annexe 3.

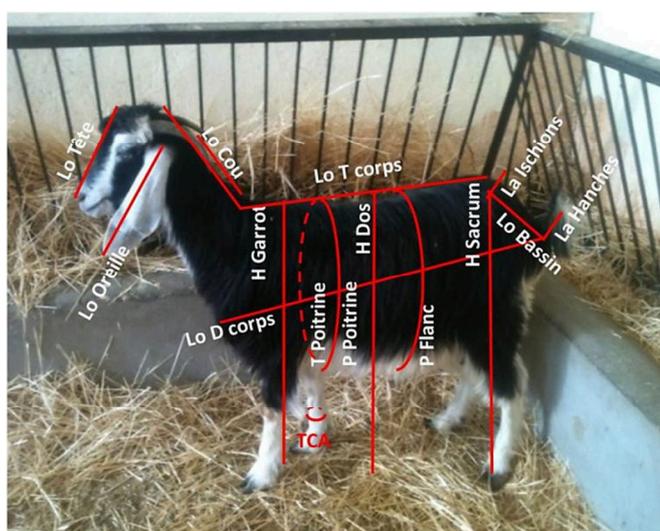


Figure 13: Schéma des différentes mensurations effectuées

II.3.3.2. Descripteurs qualitatifs

Les descripteurs qualitatifs ainsi que leurs différentes modalités sont présentés dans le tableau 05.

Tableau 5: Descripteurs qualitatifs étudiés

Variabiles	Abréviations	Caractéristiques
Age	Age	1 (1 à 2 ans) / 2 (2 à 3 ans) / 3 (3 à 4 ans) / 4 (> 4 ans)
Couleur de la tête	C Tête	Noir / Blanc / Mélange
forme des oreilles	F Oreilles	Dressé / Horizontal / Demi horizontal / Tombant
Yeux	Yeux	Petits / Grandes
Profil	Profil	Busqué / Droit / Concave
Présence absence des cornes	P Cornes	Présentes / Absentes
Formes des cornes	F Cornes	Enroulées / Spiralées
Forme du dos	F Dos	Rectiligne / Ensellé / Voussé
Couleur de la robe	C Robe	Blanc / Gris / Brun / Noir / Rouge / Pie
Structure des poils	S Poil	Lisse / Dure
Présence de barbiche	P Barbiche	Présente / Absente
Présence pendeloques	P pendeloques	Présente / Absente
Couleur des pattes	C Pattes	Blanc / Noir
Mamelle	Mamelle	Peu développée / développée / Très développée

Les descripteurs qualitatifs sont déterminés par l'appréciation de certaines parties de l'animal qui ne sont pas mesurables (photo 5). l'âge des animaux a été déterminé selon Wilson et Durkin (1984).



Photo 5: Quelques paramètres évalués visuellement (de gauche à droite : couleur de la robe, dentition, barbiche et pendeloque, mamelle, et enfin les cornes (Sahraoui 2014)

L'âge est connu avec précision chez les animaux qui possèdent un pedigree. L'examen de la denture demeure un critère valable. Par ailleurs, on peut toujours faire référence à l'époque de la mise-bas qui demeure saisonnière chez la chèvre (décembre, janvier, février, mars). La formule dentaire des caprins est la même que celle des ovins. Le remplacement des incisives de lait se fait dans l'ordre suivant :

- Animal de moins de 1 an (pas de dents permanentes).
- Sortie des pinces d'adulte 1 an ½
- Sortie des premières mitoyennes 2 ans
- Sortie des secondes mitoyennes 2ans ½
- Sortie des coins 3 ans ½

A 4 ans, les coins ont leur taille définitive, la chèvre à la « bouche faite » : elle est adulte.

II.3.4. Collecte et analyse des données

Au fur et à mesure que les mensurations sont réalisées, les scores de chaque individu sont reportés dans des fiches sur le terrain puis recopiées sur des feuilles d'Excel pour les analyses.

Les analyses statistiques ont été effectuées par XLSTAT (version 2014). Les statistiques descriptives : la moyenne, l'écart type et le coefficient de variation ont été obtenus pour chacune des mesures corporelles (variables quantitatives), alors que les fréquences et les pourcentages ont été calculés pour chaque variable qualitative.

Pour l'étude de l'effet de l'âge sur les différents paramètres morpho-métriques quantitatifs chez les femelles. Nous avons réalisé une comparaison des différentes mensurations morphologiques entre les chèvres de catégories d'âge différentes. L'analyse a été effectuée par la comparaison des variables quantitatives entre les différentes classes d'âge chez les femelles, et selon la normalité des variables, nous avons effectué, soit une ANOVA soit le test non paramétrique de KRUSKAL WALLIS.

Une analyse multi-variée a ensuite été appliquée afin de repérer les relations entre les variables et distinguer d'éventuels groupes morphologiques au sein des femelles. Pour ce faire, 12 variables quantitatives, 9 variables qualitatives, et 5 indices combinés suivant les recommandations de la FAO (2013), ont été retenues pour mettre en œuvre une Analyse en Composantes Principales suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (tableau 6) .

Tableau 6: Variables prises en compte dans l'analyse Multi-variée

Variables qualitatives	Sexe Âge estimé Motif de la robe Couleur de la robe Longueur du poil Présence de cornes Forme de la corne Orientation de l'oreille Profil facial (tête) Pampilles Barbe
Variables quantitatives	Poids vif longueur du corps hauteur au garrot tour de poitrine profondeur de poitrine largeur de la poitrine longueur de la croupe largeur de la croupe longueur de la tête tour du canon antérieur longueur des oreilles longueur du trayon (périmètre du testicule pour le mâle)
Indices	Indice de proportionnalité, I_{pro} Indice de profondeur relative de poitrine, I_{pp} Indice de longueur de croupe, I_{lc} Indice auriculaire garrot I_{ag} Indice auriculaire thorax I_{at}

Les indices combinés utilisés sont :

- Proportionnalité = $LDCrps * 100 / HG$
- profondeur de poitrine = $PP * 100 / HG$
- indice de croupe = $Lo\ bassin * 100 / HG$
- Auriculaire garrot = $longueur\ oreille * 100 / HG$
- Auriculaire thorax = $longueur\ oreille / PP$

Nous avons également fait recours à la régression linéaire pour l'élaboration d'une formule barymétrique pour les animaux étudiés.

II.4. Performances de reproduction

II.4.1. Matériel animal

L'étude a concerné le troupeau caprin constitué alors de 196 têtes, dont 187 chèvres et 9 boucs (sex-ratio de 1/21) et élevé dans un système d'élevage hors-sol.

II.4.2. Approche méthodologique

Pour assurer la reproduction du troupeau, nous avons dû choisir parmi plusieurs méthodes. La monte en main a été écartée malgré un contrôle parfait des accouplements, vu qu'elle nécessite beaucoup de main d'œuvre. La synchronisation des chaleurs paraissait adaptée pour contrôler les paternités, mais comme on l'a déjà signalé dans les chapitres précédents, les chèvres achetées en plusieurs vagues, de différents éleveurs pratiquant l'élevage extensif, sont à des états et des stades physiologiques différents (gestation, allaitement,...). Ainsi, l'utilisation de la synchronisation impliquait l'attente de quelques mois. A cela s'ajoute la difficulté d'acquisition des articles nécessaires à la synchronisation, et dont le coût est assez élevé. Tout cela s'opposait à l'adoption de cette technique. Finalement, la lutte libre en lots a été utilisée.

II.4.3. Collecte et analyse des données

Afin d'évaluer les performances des animaux acquis et notamment des boucs, ce qui constitue un préalable essentiel pour tout programme d'amélioration génétique, nous avons mis en place un protocole pour gérer le chantier de reproduction : au mois de Juillet, après avoir bien identifiés les animaux, ces derniers ont été partagé en quatre lots de 50 têtes (environ), et pour chaque lot deux mâles se sont fait passés, un à la fois, d'une façon à ce que chacun reste avec les chèvres pendant une période de 3 semaine. Une dernière étape a consisté à lâcher un bouc pour les quatre lots afin d'assurer une lutte de rattrapage pour d'éventuels retours en chaleur. Ces phases de mise à la lutte ont été espacées d'une période de 10 jours afin de pouvoir différencier entre la descendance des mâles selon les dates des mises bas.

Il est à noter que l'effectif des lots a baissé durant l'expérimentation suite au décès de certains animaux à cause de problèmes de santé divers. En outre, et en conséquence de la contamination du troupeau par la brucellose, l'étude a été clôturée, prématurément, à la fin du mois de janvier avant la mise bas de toutes les femelles.

A leur naissance, les chevreaux sont identifiés par une boucle d'oreille et leurs dates de naissance, sexe, type (simple, double), leur mortalité et l'avortement des chèvres ont été enregistrés. Les paramètres de reproduction étudiés dans cette partie, sont la fertilité, la prolificité et la fécondité :

- Taux de fertilité = $\text{Nombre de chèvres ayant mis bas} \times 100 / \text{Nombre de chèvres mises à la lutte}$.
- Taux de prolificité = $\text{Nombre de chevreaux nés} \times 100 / \text{Nombre de chèvres ayant mis bas}$.
- Taux de fécondité = $\text{Nombre de chevreaux nés} \times 100 / \text{Nombre de chèvres mises à la lutte}$.

Les données collectées ont fait l'objet d'analyse descriptive en identifiant le minimum et le maximum et en calculant moyenne \pm écart type. Ensuite, des représentations graphiques ; en histogrammes et en secteurs ont permis de mieux présenter et de comparer les différents résultats.

II.5. Performances de production laitière

II.5.1. Matériel animal

Des chèvres multipares, luttées librement et en lactation ont été utilisées pour cette étude : le contrôle laitier a été effectué sur 87 chèvres. Un contrôle laitier est effectué toutes les semaines à partir du septième jour au dixième de la mise bas. Certains contrôles ont été retardés suite à des contraintes climatiques ou logistiques. C'est le cas des contrôles à la semaine S2 et à la semaine S4

II.5.2. Collecte et analyse des données

Les chèvres sont traites une seule fois par jour, le matin. Cette opération est effectuée après l'isolement des chevreaux 12 heures avant, après quoi, ils sont relâchés et peuvent ainsi téter leurs mères durant toute la journée. L'évaluation de la quantité du lait produit par chaque chèvre est réalisée en collectant le lait dans un récipient gradué pour être pesé (Photo 6). La quantité du lait est ensuite multipliée par 2 pour estimer la quantité de lait produite par jour. Cette méthode a été adoptée afin de s'adapter aux moyens humains et logistiques en disposition malgré une baisse possible de la précision. L'idéal étant d'évaluer la production laitière à chaque traite.



Photo 6: Traite des chèvres et évaluation de la quantité du lait produite (Sahraoui, 2014).

II.6. Performances de croissance

II.6.1. Matériel animal

L'expérimentation a concerné un effectif de 81 chevreaux nés des chèvres du troupeau étudié (de la race Arbia), entre le 22 décembre 2014 et le 26 janvier 2015. Ils ont été identifiés à l'aide de boucles d'oreilles et sont élevés en semi-intensif (Hors sol).



Photo 7: Chevreau de race Arbia venant de naître (Sahraoui, 2014)

II.6.2. Alimentation

L'alimentation des chevreaux est exclusivement à base du lait maternel au cours du premier mois d'âge. A partir du deuxième mois, une quantité de foin d'avoine et une quantité de « mash » (150g/tête/J), un aliment composé complet leur est fournis. Le tableau 7 présente la valeur nutritive de l'aliment.

Tableau 7: Valeur nutritive de l'aliment composé consommé par les chevreaux

	MS (kg)	UFL	UFV	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)	CB (g)	UEL
Valeur nutritive d'1 kg de mash	0,79	0,67	0,60	90,22	81,01	1,34	1,98	12	0,37

II.6.3. Collecte et analyse des données

L'expérimentation a été réalisée suivant les protocoles proposés par Naves *et al.*, (2005), Tiphine *et al.*, (2005) et celui de Ben Hamouda et Rekik (2012). Les pesées étaient périodiques et réalisées chez des chevreaux à jeun, au moyen d'une balance de 30 kg (précision de 0.005 kg) (photo 8), les poids à âges types (PAT) : à J0, J10, J30 et J70 (P0,

P10, P30, P70 respectivement), et les poids à J21, J42 et J60 (P21, P42, P60) ont été mesurés ou estimés par interpolation ou extrapolation linéaires et les Gains Moyens Quotidiens (GMQ) entre ces poids ont été déduits: GMQ₀₋₁₀, GMQ₁₀₋₂₁, GMQ₂₁₋₃₀, GMQ₃₀₋₄₂, GMQ₄₂₋₆₀, GMQ₆₀₋₇₀ et GMQ₀₋₇₀. Le GMQ₁₀₋₃₀ étant un indicateur du potentiel d'allaitement de la mère (valeur laitière) alors que le GMQ₃₀₋₇₀ reflète le potentiel de croissance du chevreau (précocité) (INRA/Institut de l'Élevage, 1995).



Photo 8: Pesée des chevreaux (Sahraoui, 2014)

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel XLSTAT (version 2014). Les statistiques descriptives et la comparaison des moyennes à l'aide du test statistique t. de Student ont été effectuées pour l'analyse du PV (poids vif) et GMQ (gain moyen quotidien), exprimés respectivement en kg et kg/jour, en fonction du sexe et de la taille de la portée. L'étude de la corrélation a été réalisée pour l'évaluation de la relation entre le poids vif aux différentes phases de croissance des chevreaux. La signification statistique a été acceptée au seuil de 5%.

II.7. Résistance génétique à la brucellose

Ce volet concernant l'étude de la performance génétique de résistance à la brucellose, n'a pas pu être effectué sur les animaux de la ferme-école de la COOPSSSEL mais plutôt sur un échantillon collecté sur le territoire national. Il a inclut, en plus de la population caprine du Nord-Est (Arbia et Naine de Kabylie), les autres populations locales (Mekatia et Mozabite).

II.7.1. Matériel animal

Un total de 90 animaux non apparentés âgés jusqu'à 12 mois ont été choisis parmi 31 troupeaux pour l'étude. Ces animaux appartenaient aux quatre races élevées en Algérie : Naine de Kabylie (n=14) du littoral et des hauts plateaux côtiers, Arbia (n=30) situé dans la steppe et le nord du Sahara (région de Tiaret, Djelfa, Biskra), Mekatia (n = 32) situé dans la région de Laghouat, et Mozabite (n = 14) situé dans la région de Ghardaïa (Figure 14).

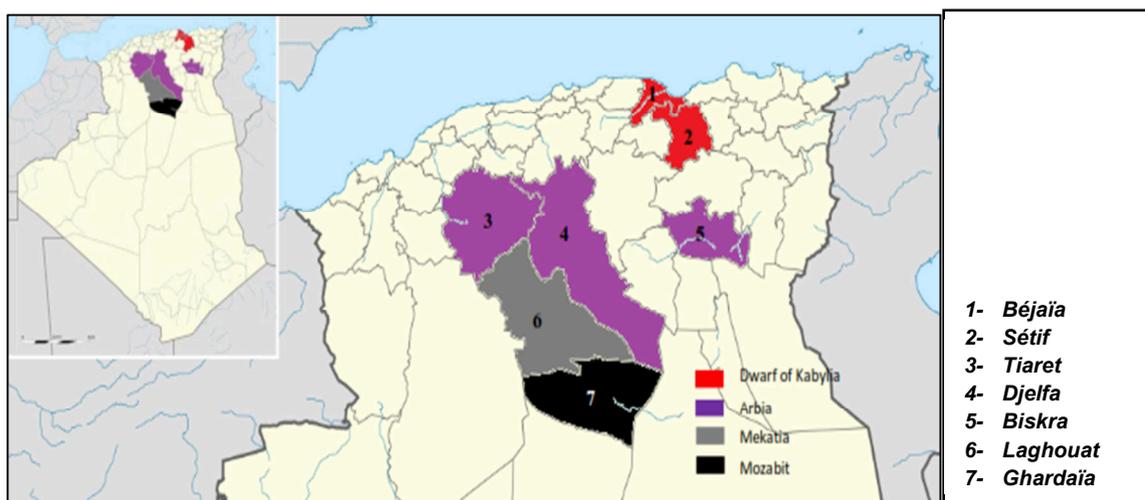


Figure 14: Représentation de la distribution des sites d'échantillonnage des races caprines

II.7.2. Isolement de l'ADN et génotypage

Des échantillons de sang individuels ont été prélevés à partir de la veine jugulaire de chaque animal en utilisant des tubes Vacutainer contenant du K3EDTA.

L'ADN génomique a été extrait des leucocytes du sang en utilisant le protocole standard de la méthode NaCl. Cette étape a été réalisée au laboratoire de Physio-pathologie et Biochimie de la Nutrition (Université de Tlemcen). La quantification et la qualification de l'ADN ont été réalisées à l'aide de NanoDrop 2000 (Thermo Scientific, USA). L'ADN a ensuite été stocké à -20°C jusqu'à la poursuite du traitement.

La région SLC11A1 A a été amplifiée par PCR en utilisant les amorces Fw1 5'-GTCTGGACCTGTCTCATCACC-3' et Rv1 : 5'-ACTCCCTCTCCATCTTGCTG-3' (16) produisant un amplicon d'environ 233 pb. L'amorce Fw1 a été marquée en 5' avec le colorant fluorescent 6-FAM (6-carboxyfluorescéine). La PCR a été réalisée dans un volume réactionnel total de 25 µl contenant 1 x tampon PCR, 1,5 mM de MgCl₂, 200 µM de dNTP, 0,2 µM de chaque amorce et 0,5 U de Taq DNA polymérase (Invitrogen™ Platinum™ Taq DNA Polymerase). Les réactions d'amplification ont été réalisées avec une étape de dénaturation initiale de 6 min à 94 °C, suivie de 35 cycles de 1 min à 94 °C, 45 s à 63 °C et 1 min à 72 °C, avec une étape d'extension finale de 15 min à 72°C. Les produits de PCR ont été évalués dans une électrophorèse sur gel d'agarose à 1,5 % et colorés avec du SYBR® Green. L'électrophorèse capillaire a été utilisée pour la séparation des fragments PCR marqués avec un colorant fluorescent à l'aide de l'analyseur d'ADN ABI Prism 3730 (Applied Biosystems). L'identification des allèles a été réalisée à l'aide du logiciel Peak Scanner v.1.0.

II.7.3. Analyses statistiques

Afin de comprendre la variabilité de la région A, un certain nombre de paramètre génétique a été calculé à l'aide de GenAlEx (Peakall et Smouse 2012); Nombre d'allèles par locus (Na), nombre moyen d'allèles (MNa), nombre effective d'allèles (Ne), hétérozygotie observée (Ho), hétérozygotie attendue (He), hétérozygotie moyenne (H), équilibre de Hardy-Weinberg et F de Wright les statistiques (FIT, FIS, FST), la diversité des gènes Nei (Ht) et le nombre de migrants par génération (Nm) tandis que le contenu d'information polymorphe (PIC) a été calculé à l'aide de Power Marker (V3.25). Ensuite, à l'aide du logiciel XLSTAT (V2014.5), des statistiques descriptives générales, une analyse en composantes principales (ACP) et une analyse ascendante hiérarchique (CAH) ont été réalisées afin d'évaluer la diversité des quatre races étudiées et de les classer selon les fréquences alléliques et génotypiques de la région A du SLC11A1. Par la suite, des comparaisons de fréquences alléliques et génotypiques ont été réalisées avec d'autres études afin d'évaluer la résistance génétique possible des races caprines locales algériennes à la brucellose.

III. Mise en place d'un schéma de sélection

Dans ce volet et sur la base des résultats obtenus précédemment, nous avons développé une analyse pour fournir l'esquisse d'un cadre global qui intègre les différents éléments nécessaires à la mise en place d'un schéma de sélection pour la chèvre locale du Nord-Est algérien, en mettant l'accent sur la population Arbia qui peuple majoritairement la région.

En suivant la logique générale des programmes d'amélioration génétique, nous avons déterminé les étapes à suivre dans le contexte de la population caprine étudiée en spécifiant les lignes directives pour chacune des étapes, à savoir : (i) l'enquête auprès des éleveurs permettant de déterminer leurs besoins et leurs objectifs. (ii) la création du réseau d'éleveurs constituant la base de sélection. (iii) la mise en place du contrôle de performances.

Enfin, nous avons proposé des schémas d'amélioration génétique de la croissance et de la production laitière de la race Arbia en prenant en compte ses aptitudes et les moyens disponibles, tout en essayant d'intégrer l'aspect de la résistance génétique à la brucellose.

RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Consommation des produits caprins

I.1. Lait et produits laitiers

I.1.1. Caractéristiques socio-économiques des enquêtés

Le dépouillement des données collectées a montré que 46 wilayas étaient représentées dans notre enquête sur un total de 48 wilayas qui constituent l'Algérie (figure 15). Les wilayas les plus représentées sont Alger la capitale suivie par Sétif, la deuxième wilaya du pays en termes de nombre d'habitants. Les wilayas les moins représentées étaient Béchar, Laghouat, Sidi Bel Abbès et Tamanrasset avec une seule personne de chaque wilaya. Les wilayas absentes dans notre enquête étaient Naâma et Tindouf.

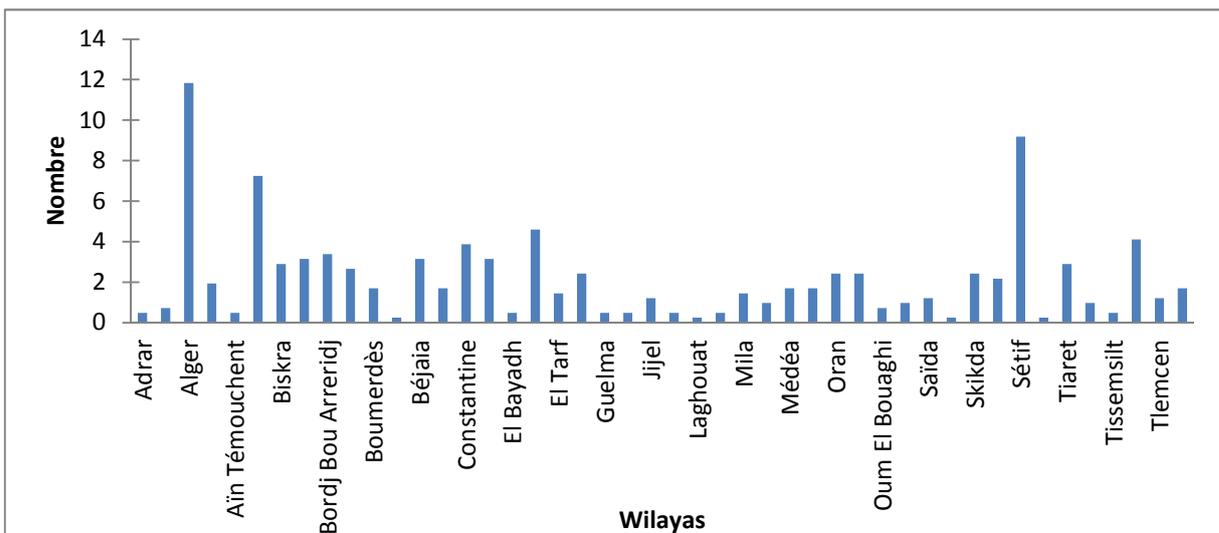


Figure 15: Répartition des enquêtes sur les différentes wilayas

En termes de répartition régionale, la figure 16 illustre la répartition des enquêtés régions du pays. La région du Nord-Est a compté le plus de répondant à nos questionnaires avec un taux de plus de 40 % alors que celle du Sud-Ouest a compté le moins de personnes enquêtées avec un taux de 0,7 %. Globalement les régions nord étaient les plus représentées dans nos enquêtes, vu la concentration de la population algérienne dans le nord du pays qui présente la densité de population la plus élevée.

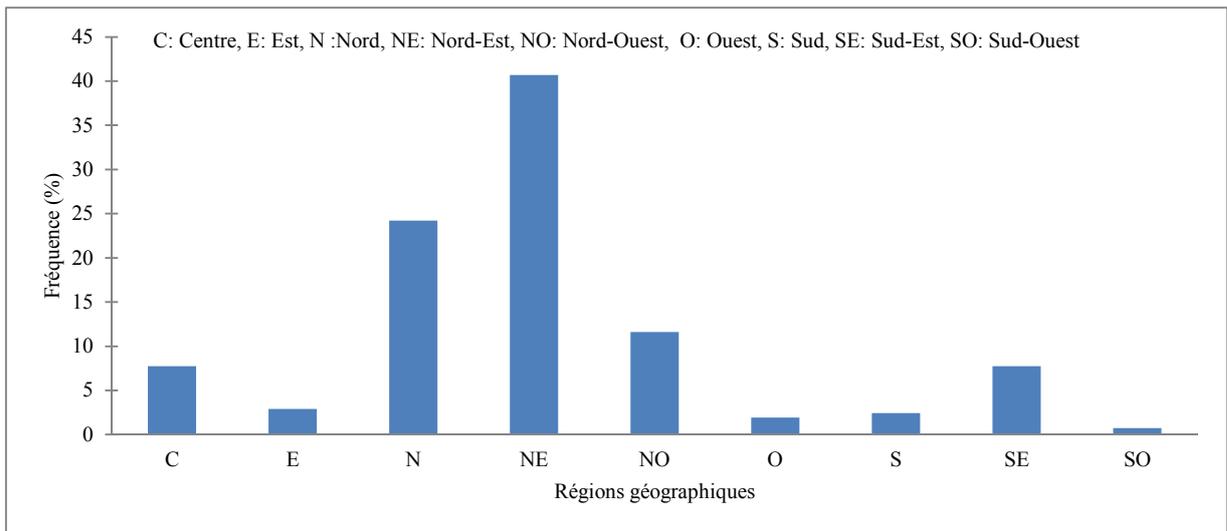


Figure 16: Répartition des enquêtes sur les différentes régions du pays

Les personnes enquêtées sont âgées de 18 à 80 ans avec un âge moyen de 33 ans. Les individus âgés de moins de 18 ans n'ont pas été enquêtés en raison de la non-fiabilité supposée de leurs réponses. Ainsi, l'échantillon est constitué de 51 % d'hommes et 49 % de femmes. La répartition selon l'âge et le sexe est présentée dans la figure 17.

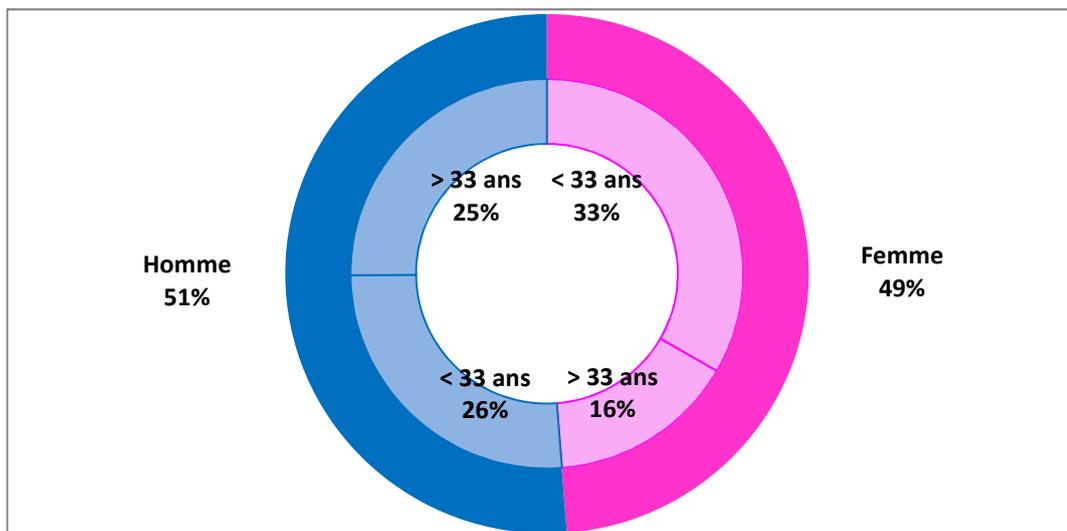


Figure 17: Répartition des enquêtes selon l'âge et le sexe des enquêtés

L'étude de l'échantillon enquêté a montré que l'activité professionnelle de personnes enquêtées est très variée. On note cependant la dominance de l'appartenance au secteur public comme principal employeur (41%). La catégorie des étudiants vient en deuxième place avec 25 % de l'échantillon total. Ceci s'expliquerait probablement par l'accès des jeunes étudiants à internet et aux réseaux sociaux et donc à l'outil « Google Form » utilisé pour la réalisation d'une partie des enquêtes. Les salariés du secteur privé constituent 14 % de

l'échantillon. Les autres activités professionnelles dans l'échantillon représentent environ 20 % dont l'agriculture avec moins de 2 % (figure 18).

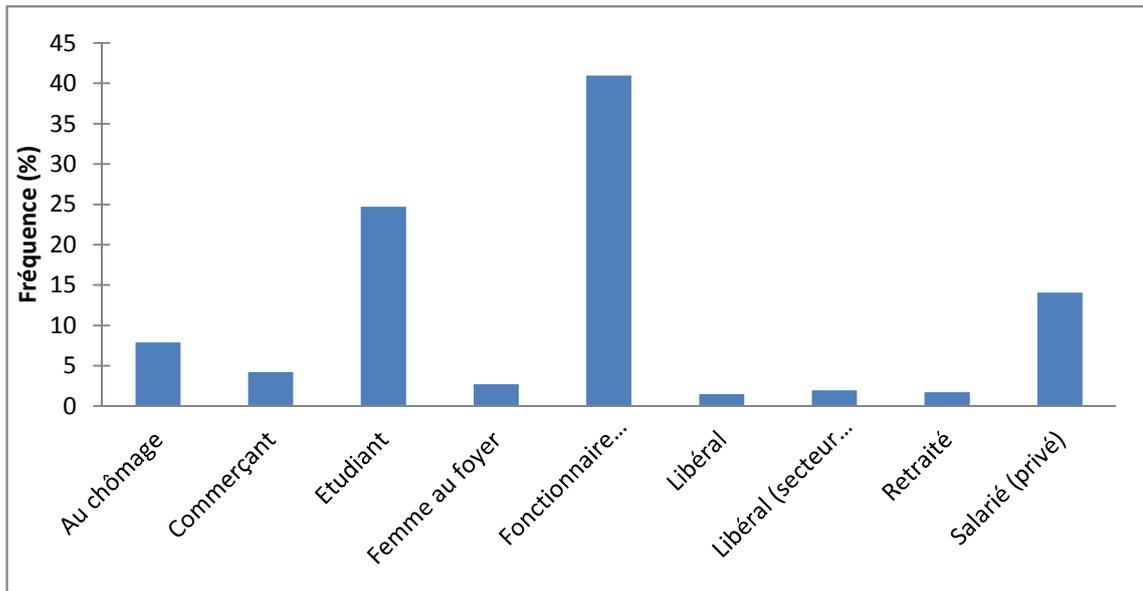


Figure 18: Occupation des personnes enquêtées

Le revenu du ménage est un facteur déterminant du comportement du consommateur. L'échantillon étudié est caractérisé essentiellement par un revenu mensuel par foyer compris entre 30001- 50000 DA (33% des cas). Cette catégorie est suivie par ceux qui reçoivent des revenus supérieurs à 80000 DA (24 %) alors que les revenus inférieurs à 30000 DA/mois représentent 23 % dont ceux inférieurs au SMIC (18000 DA) représentent 10 % de l'échantillon (figure 19).

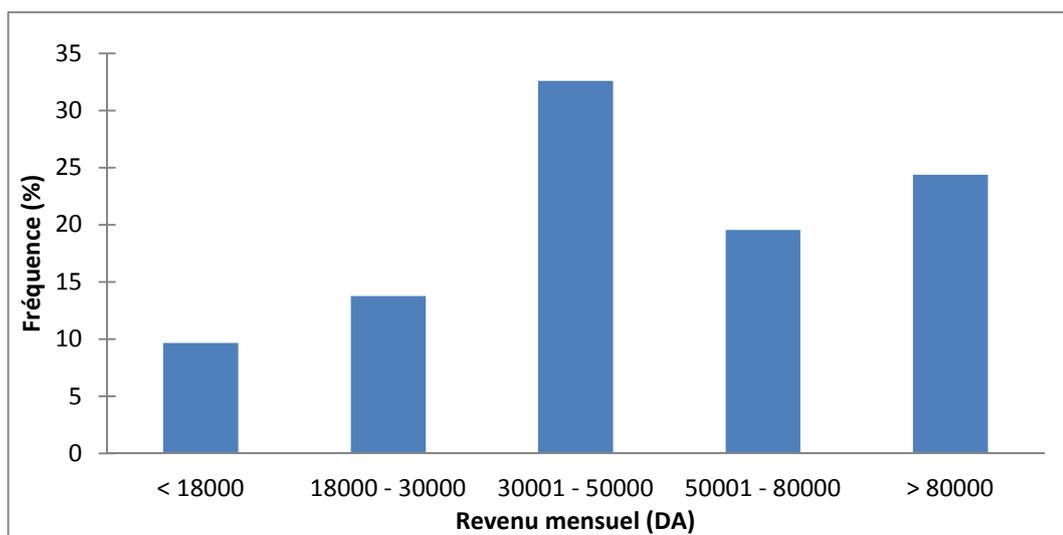


Figure 19: Revenu mensuel par ménage des personnes enquêtées

L'étude de l'habitat de l'échantillon étudié a montré que les deux tiers vivent dans les centres urbains (figure 20). Cela conditionnerait le comportement de consommation à travers la disponibilité ou non des produits mais aussi à travers la culture de consommation, transmises à travers les générations, relative au lieu d'habitation.

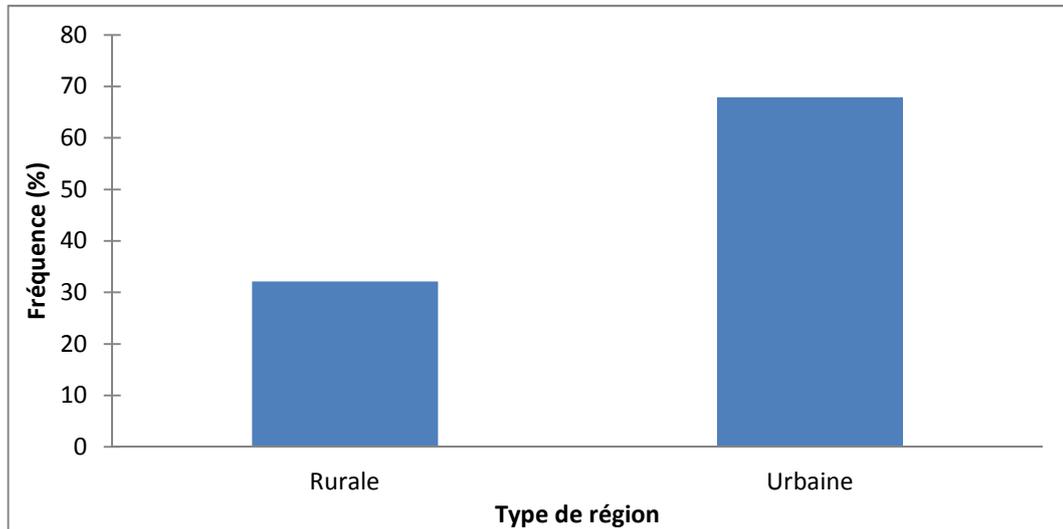


Figure 20: Type de la région habitée par les enquêtés

I.1.2. Caractérisation du panier laitier du consommateur algérien

La gamme de produits laitiers consommée se montre très diversifiée avec comme produits principaux : lait, l'ben, fromage, beurre, et d'autres produits secondaire tels que le beurre rance (D'hen) et le lait caillé (Raïb). La figure 21 montre que le lait est le produit le plus fréquemment consommé avec 46% des enquêtés qui déclarent toujours en consommer contre seulement 6% pour le l'ben. Les histogrammes des fréquences de consommation des différents produits laitiers suivent en général une distribution gaussienne avec les plus grands pourcentages pour les fréquences intermédiaires, sauf pour le lait, du fait que le lait soit régulièrement consommé durant toute l'année alors que la consommation des autres produits laitiers est saisonnière ou occasionnelle. Ceci est également constaté par Mamine *et al.*, (2016).

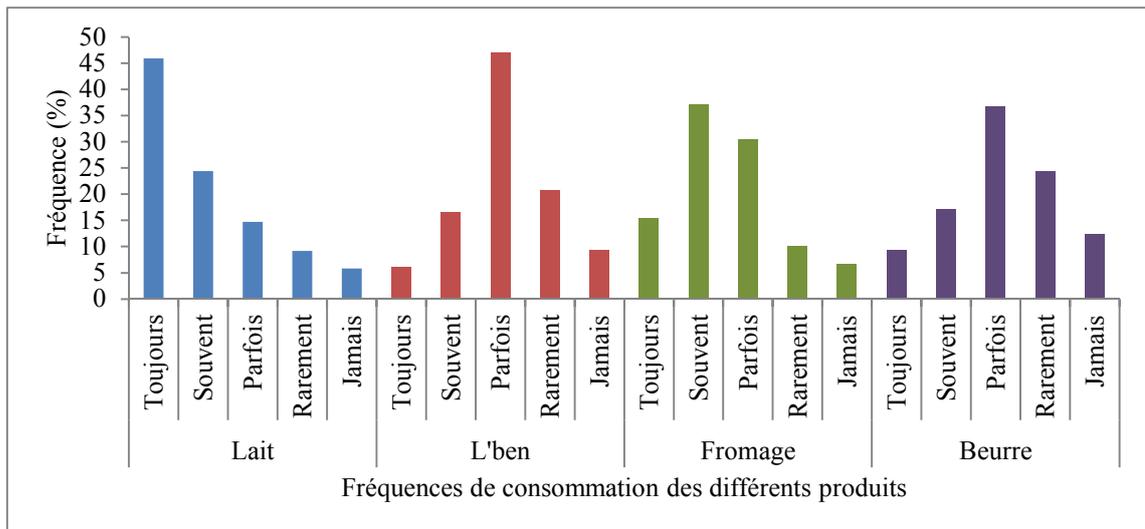


Figure 21: Fréquence de consommation du lait et ses dérivés

Sur le plan des quantités consommées, la figure 22 montre que le lait est consommé à raison de moins de 2 litres / jour et par ménage le plus souvent (78 %) contrairement au L'ben consommé le plus souvent à raison de moins de 1 litre / jour (81 %). Quant aux dérivés solides du lait, le fromage est le produit le plus consommé avec une consommation supérieure à 100g / jour / ménage pour 47 % des enquêtés contre seulement 21 % pour le beurre.

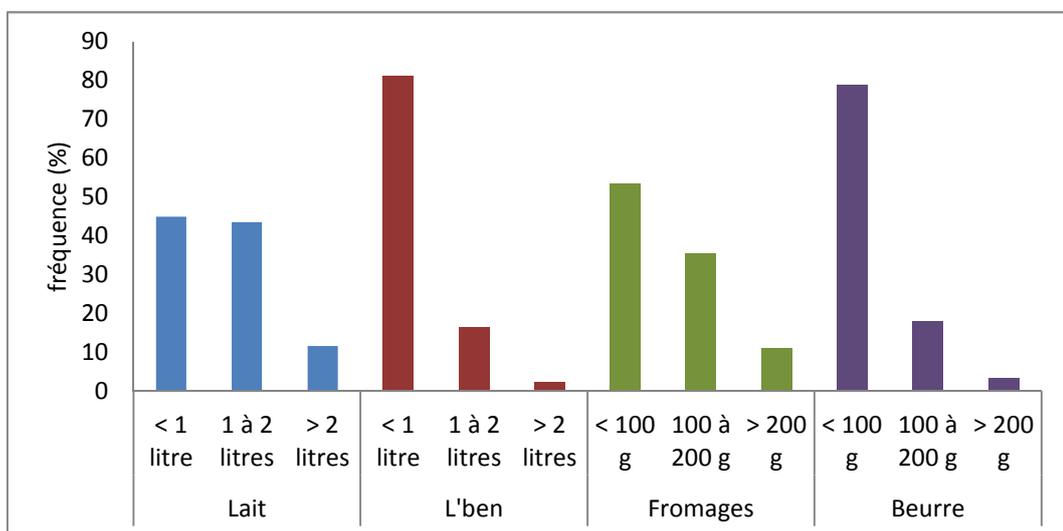


Figure 22: Quantités consommées de lait et de ses dérivés

I.1.3. Consommation des produits laitiers caprins

Les résultats de notre enquête quant à la consommation ou non des produits laitiers caprins ont montré que 57 % de l'échantillon n'en consomme pas du tout alors que 43 % en consomme (Figure 23). Ceci est compréhensible vu que la consommation du lait et ses dérivés soit dominé par ceux d'origine bovine, sachant qu'en Algérie les produits fabriqués à base de poudre de lait bovine importée constituent une part dominante du marché laitier à cause de la subvention par les pouvoirs publics. Des résultats proches ont été constaté par Güney (2019) dans le sud-est de la Turquie, alors qu'au nord de la Serbie, plus de 75 % consomment le lait et les produits laitiers caprins (Paskaš *et al.*, 2020).

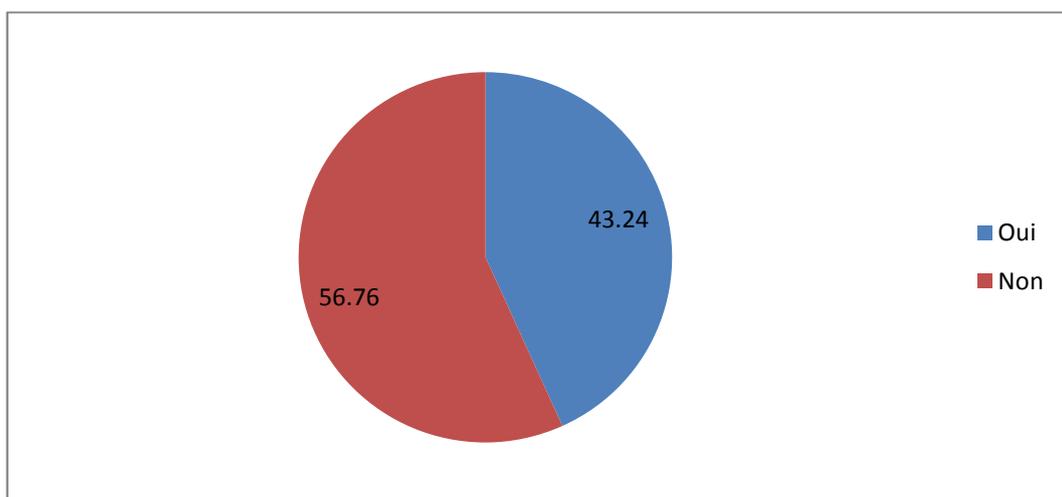


Figure 23: Pourcentage des consommateurs du lait de chèvre et/ou ses dérivés

La figure 24 montre que la consommation des produits laitiers caprins au sein de notre échantillon date d'au moins 10 ans pour 58 % des personnes enquêtées. Cependant, elle date de moins de 10 ans dans 42 % des cas dont les trois quarts de moins de 5 ans.

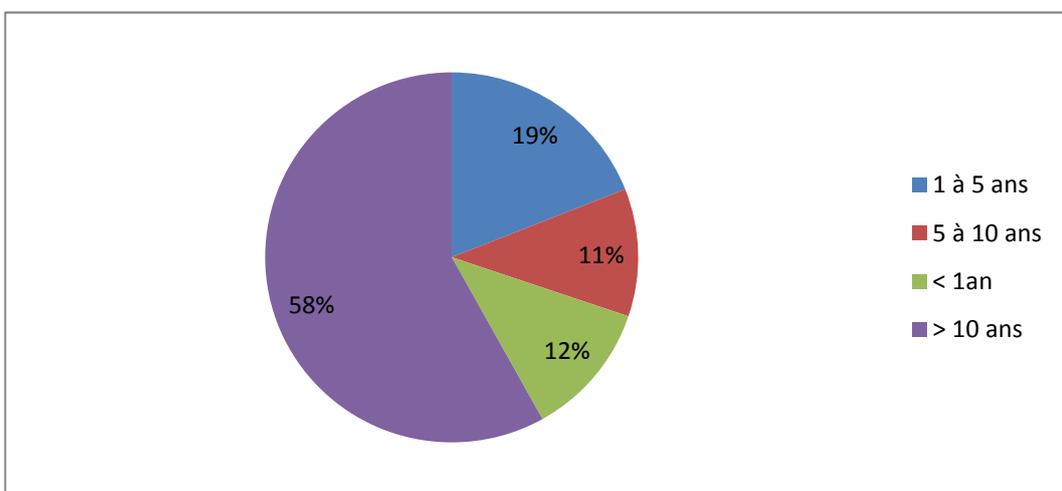


Figure 24: Historique de consommation des produits laitiers caprins

Pour approfondir cette question, nous avons voulu mieux détailler les deux modalités « oui » et « non » en catégorie suivant l'échelle de Likert. Les résultats ont montré que les proportions des nouvelles modalités ont une relation inversement proportionnelle avec la fréquence de consommation. Autrement dit, plus la modalité exprime une fréquence de consommation élevée, moins la catégorie de la société caractérisée par cette modalité est fréquente (figure 25).

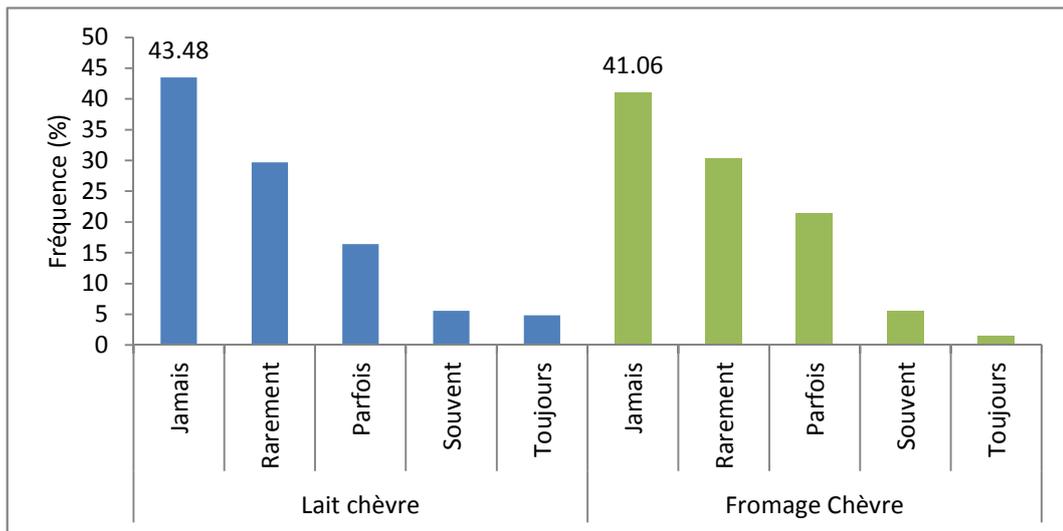


Figure 25: Fréquence de consommation du lait et du fromage de chèvre

La faiblesse de la consommation des produits laitiers caprins est en partie expliquée par leur rareté sur les étals. En effet, en réponse à la question : "Avez-vous déjà vu des produits laitier caprin en vente ?" seul le lait caprin enregistre une supériorité du "Oui" sur le "Non" avec 63 % contre 37 % alors que pour le l'ben, fromage, beurre c'est le "Non" qui l'emporte avec 80, 54, 80 % respectivement (figure 26).

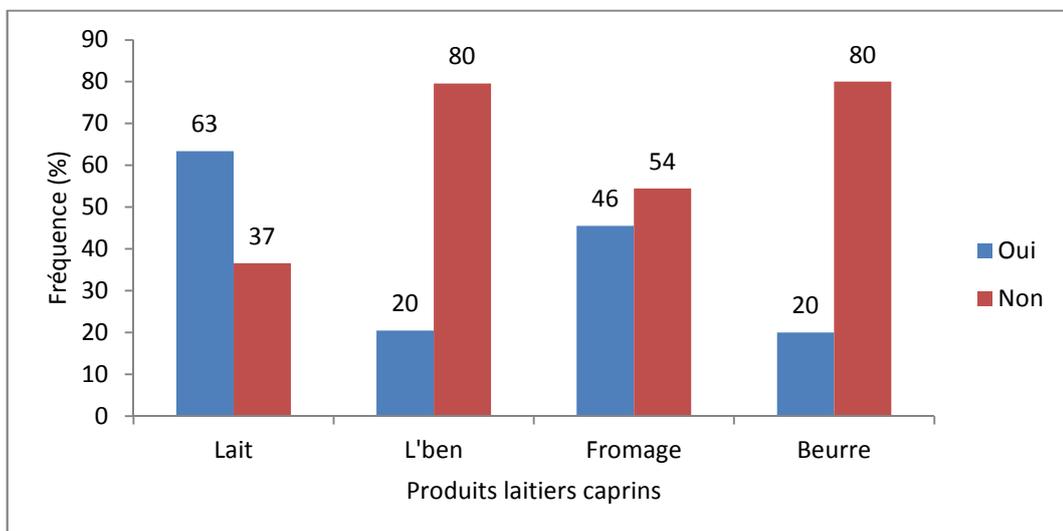


Figure 26: Produits laitiers caprins en vente selon les enquêtés

En investiguant les raisons de la non-consommation des produits caprins, 42% des non-consommateurs ont lié ce comportement à l'habitude alimentaire. Vient en seconde position le prix (24%) qui constitue un frein à leur consommation car jugé trop élevé. Les produits laitiers caprins sont en effet concurrencés par les produits bovins ayant un prix de revient inférieur en bénéficiant de subventions de l'état. Ces raisons sont suivies par une perception organoleptique défavorable des produits caprins chez 16 % des cas. La disponibilité est aussi un frein à leur consommation chez 11% (figure 27). En Serbie, le problème d'indisponibilité a été évoqué par 23% de la population alors que les caractéristiques organoleptique constituent un frein dans 60% des cas (Paskaš *et al.*, 2020). D'autres raisons (risque sanitaire, traçabilité, ...) ont un impact limité sur la non-consommation des produits laitiers caprins par le consommateur algérien puisqu'ils représentent à peine 5%. Il est à souligner qu'un non-consommateur peut avancer plusieurs raisons à la fois.

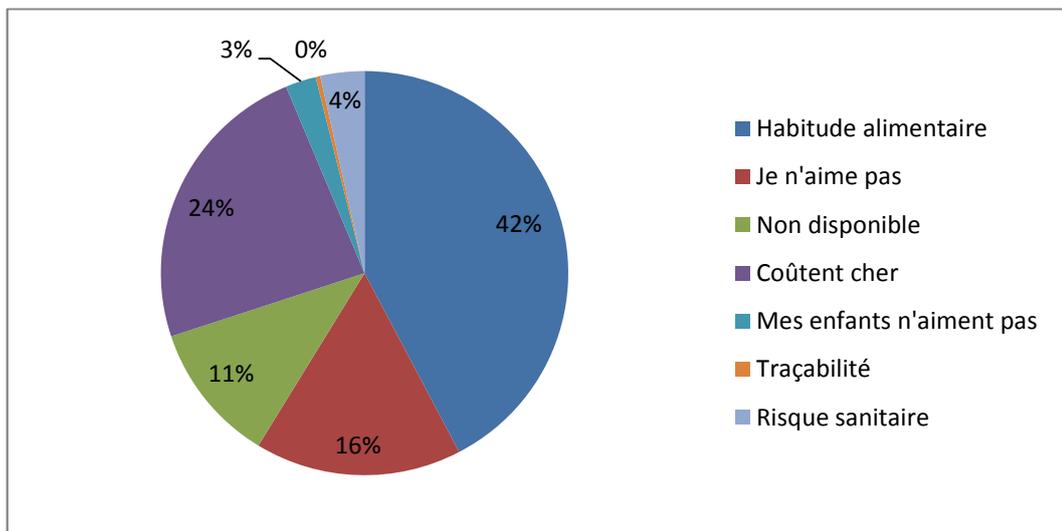


Figure 27: Raisons de non-consommation des produits laitiers caprins

Le lait reste le produit le plus consommé avec environ 38 % de part dans la consommation des produits laitiers (figure 28). Ceci s'explique par son importance dans les habitudes alimentaires de l'algérien et son apport nutritionnel journalier (source de protéines et de calcium). En Turquie, le produit laitier caprin préféré est le fromage (Güney, 2019). D'après notre étude, la consommation du lait est suivie par le fromage, le l'ben et le beurre avec 23, 21 et 17% respectivement. D'autres produits comme le beurre rance, le lait caillé ou le colostrum sont également consommés mais avec une proportion marginale (1%). Leur consommation serait également occasionnelle et saisonnière.

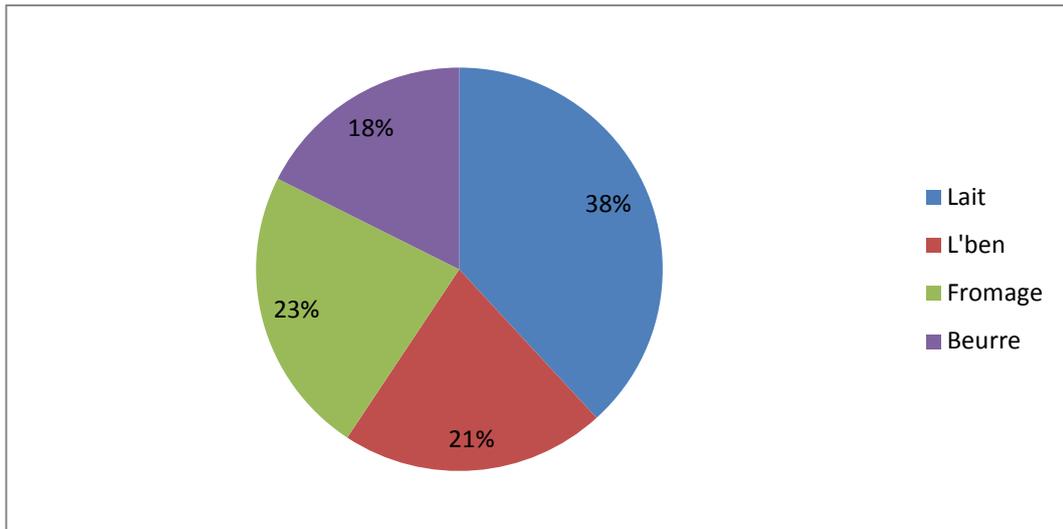


Figure 28: Proportion des produits caprins consommés

Quant à la perception du consommateur des produits caprins majeurs, lait et fromage, on constate que ces derniers sont comparables sauf pour les modalités « bon » et « très mauvais » qui sont en faveur du fromage. On peut déduire que le fromage possède une meilleure perception de la part du consommateur (figure 29).

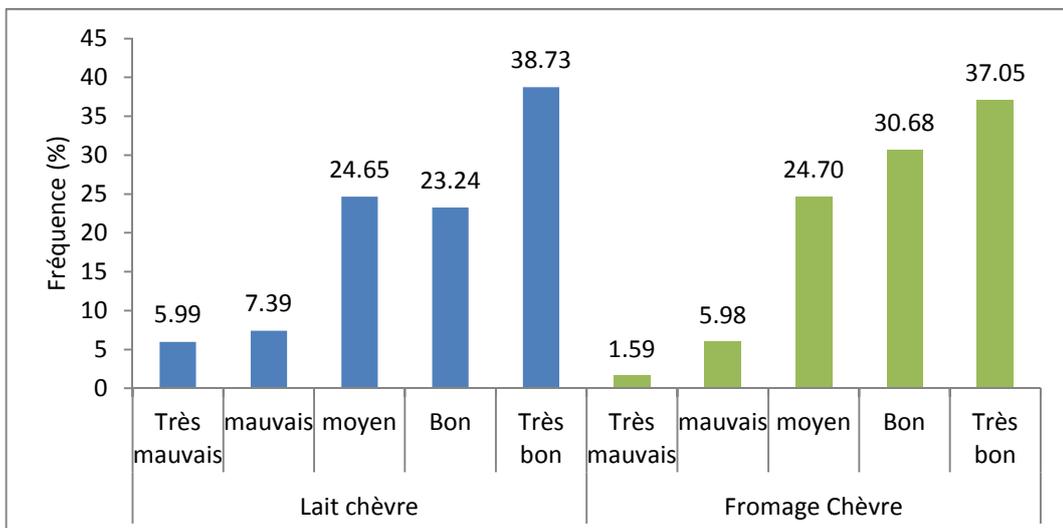


Figure 29: Perception sensorielle du lait et du fromage de chèvre par les consommateurs

Cela pourrait être expliqué par le fait que le fromage est consommé pour le plaisir alors que le lait est consommé pour ses vertus diététiques et thérapeutiques. Cela est en effet confirmé par la figure 30. Cette dernière montre les fréquences des raisons de consommation du lait et des produits laitiers caprins dans notre échantillon. Il apparaît clairement que le fromage de chèvre est consommé essentiellement pour son goût alors que lait est consommé,

outre par habitude alimentaire ou bien pour sa disponibilité, pour ses vertus diététiques, thérapeutiques et pour sa présumée digestion plus facile et aisée.

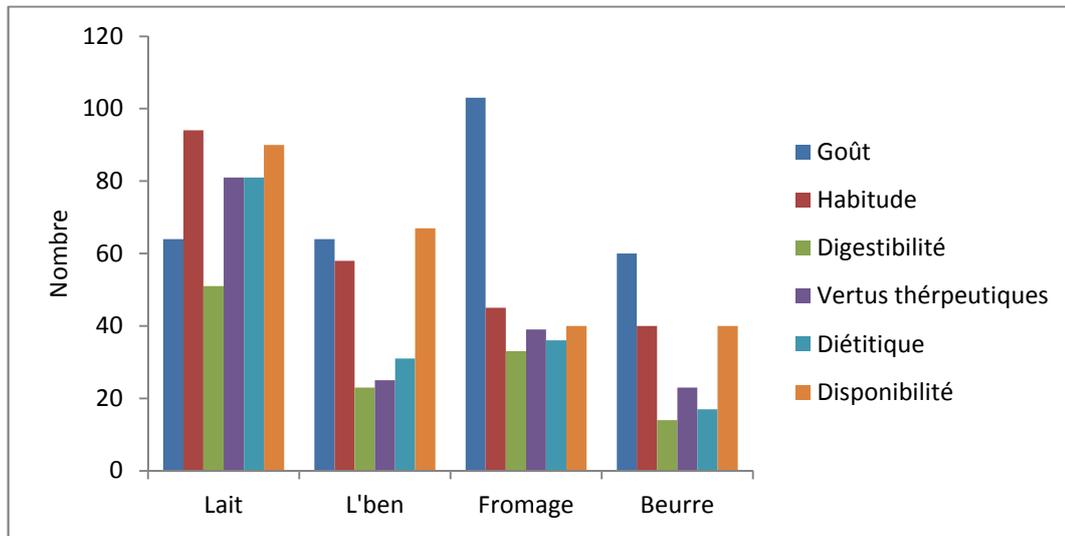


Figure 30: Raisons de consommation des produits laitiers caprins

Sur le plan des quantités acquises à la fois (non forcément achetées et non forcément quotidiennement), la figure 31 montre que la majorité des consommateurs achète le lait caprin à raison de 1 à 2 litres par jour et par ménage (44 %), alors que le l'ben est acheté en moyenne à 1 litre par jour (50 %). Quant aux dérivés solides du lait, le fromage et le beurre, ils sont le plus souvent acquis en quantités inférieures à 100g et 250 g/jour chez 47 et 64 % des consommateurs respectivement (figure 31).

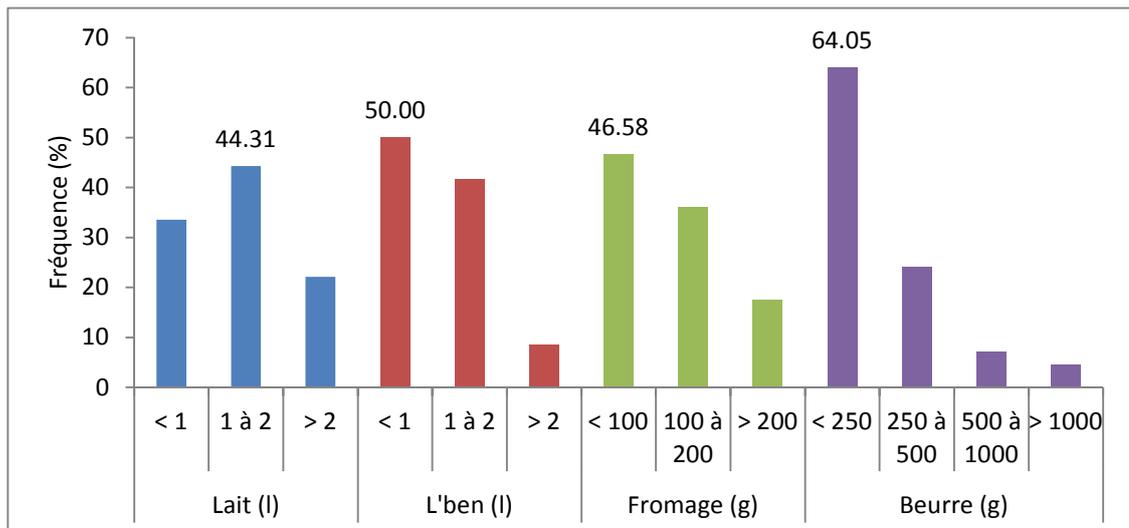


Figure 31: Quantités consommées des produits laitiers caprins

Quant au lieu d'acquisition, la figure 32 montre que les superettes restent globalement le lieu le plus fréquent pour l'acquisition des produits laitiers caprins avec 28 %. Ceci est valable surtout pour le fromage et pour le beurre avec 46 et 31 % respectivement alors que le lait et le L'ben sont souvent autoconsommés par les producteurs eux-mêmes. Les vendeurs en vrac (de proximité) viennent en troisième position avec 20 % et occupent ainsi un rôle important dans la filière laitière caprine.

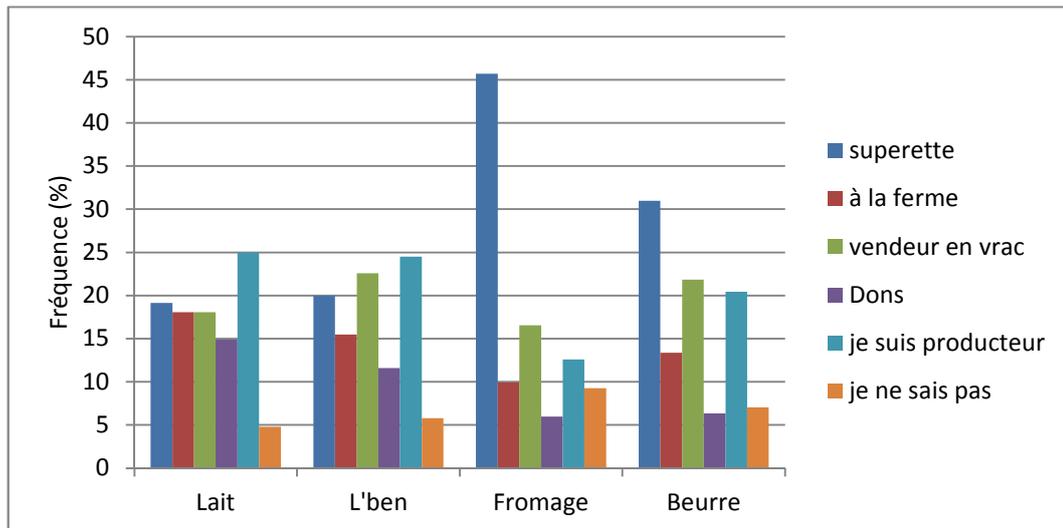


Figure 32: Lieu d'acquisition des produits laitiers caprins

Pour les prix des produits laitiers caprins, les consommateurs questionnés ont déclaré acheter le lait et le L'ben à un prix moyen de 150 DA le litre dans plus de 73 % et 83 % des cas respectivement, alors que le fromage et le beurre, sont payés à plus de 1200 DA le kilogramme dans 52 % des cas pour les deux (figure 33).

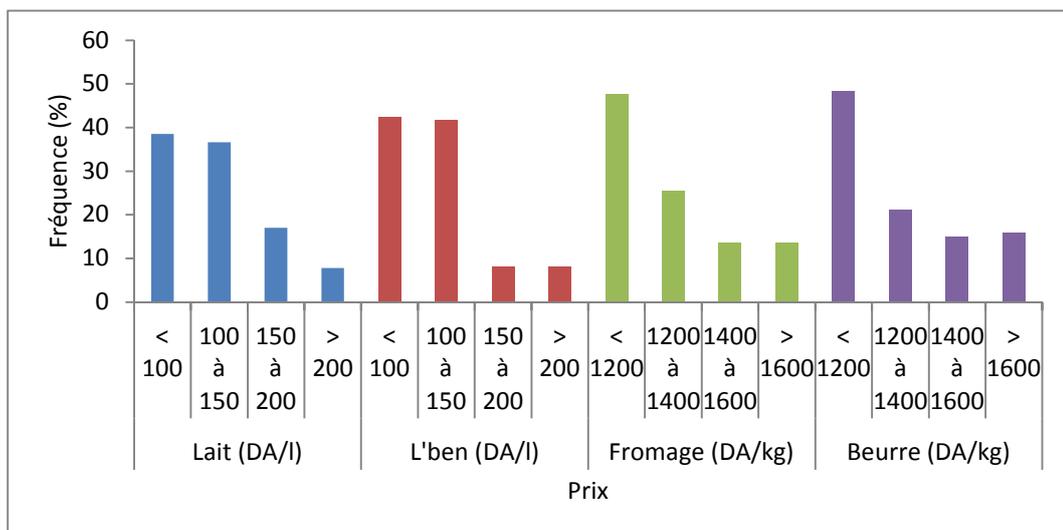


Figure 33: Prix d'acquisition des produits laitiers caprins

Quant à la perception du prix par le consommateur, les prix du lait et du l'ben sont jugés moyennement chers pour 53 et 57 % des enquêtés respectivement alors que le fromage et le beurre sont respectivement jugés très chers par 57 et 55 % des enquêtés (figure 34).

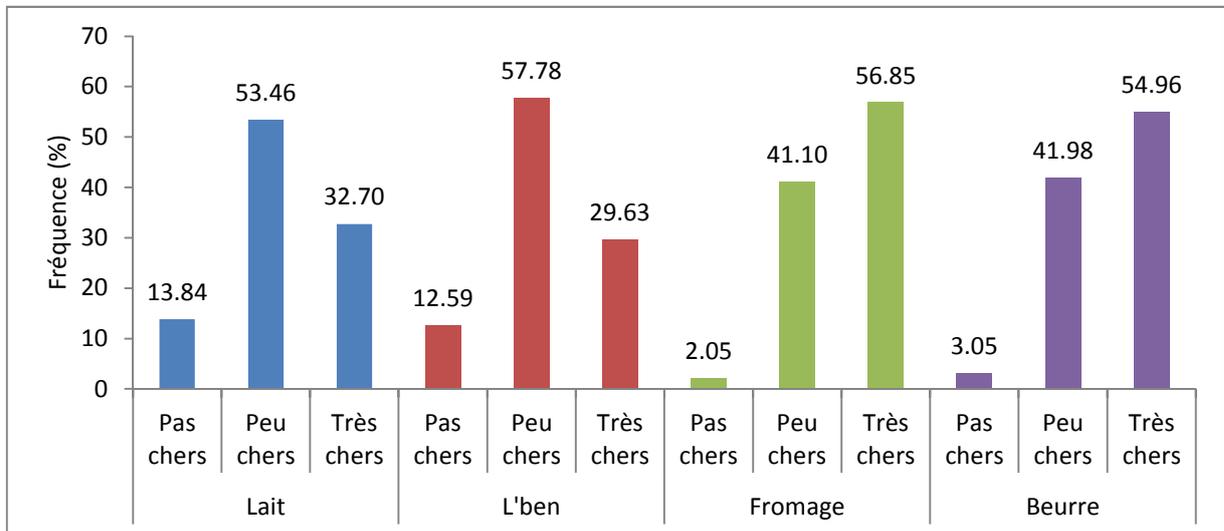


Figure 34: Perception des prix des produits laitiers caprins par les consommateurs

I.2. Viande et produits carnés

I.2.1. Caractéristiques socio-économiques des enquêtés

Le dépouillement des données collectées a montré que 46 wilayas étaient représentées dans notre enquête sur un total de 48 wilayas qui constituent l'Algérie. La répartition des enquêtes par wilaya est représentée dans la figure 35. La wilaya la plus représentée est Alger la capitale avec plus de 11% des personnes enquêtées, soit 11 personnes, alors que la wilaya la moins représentée était Tamanrasset avec 0.16 % de l'échantillon (une seule personne). Les wilayas absentes dans notre enquête étaient El Bayadh et Ain Timouchent.

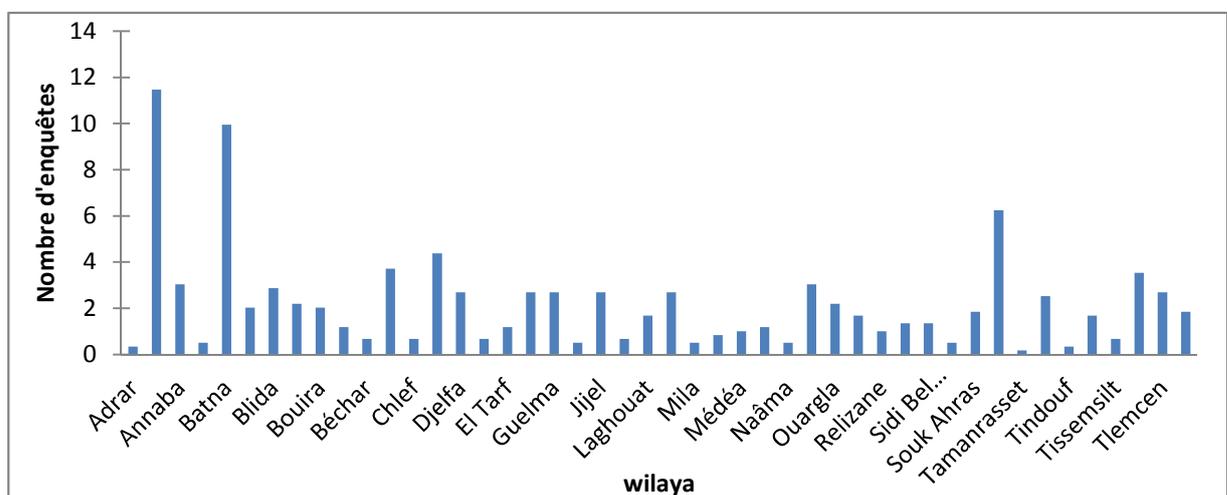


Figure 35: Répartition des enquêtes par wilaya

En termes de répartition régionale, la région du Nord-Est a compté le plus de répondant à nos questionnaires avec plus de 43 % alors que celle du Sud-Ouest a compté le moins de personnes enquêtées avec un taux de 1 % (figure 36). Globalement les régions du Nord étaient les plus représentées dans notre enquête vue la concentration de la population algérienne dans cette région.

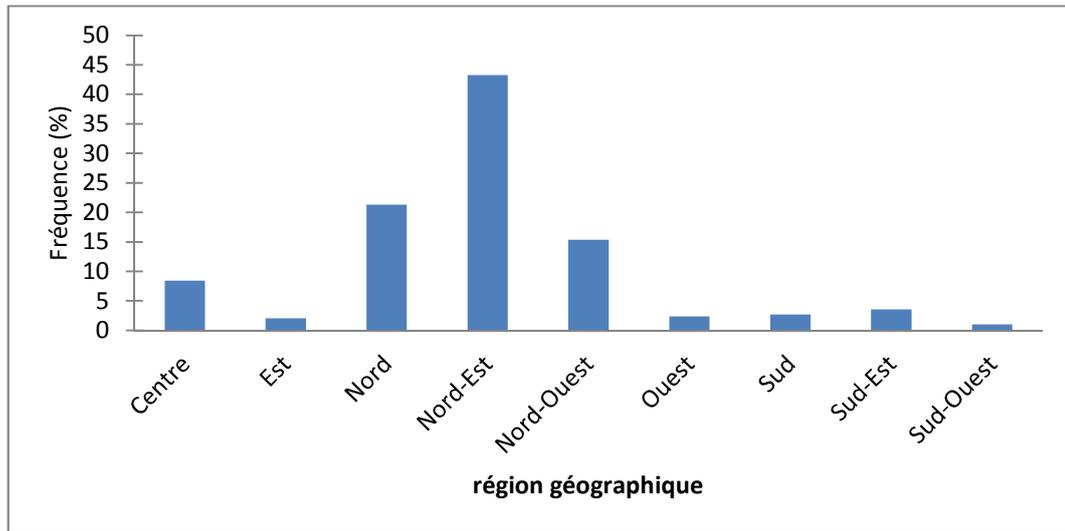


Figure 36: Répartition des enquêtes par région du pays

Les personnes enquêtées sont âgées de 18 à 71 ans avec un âge moyen de 29 ans. Nous n'avons pas enquêté les individus âgés de moins de 18 ans en raison de la non-fiabilité supposée de leur réponse à notre enquête. Ainsi, la structure des âges de l'échantillon se présente comme suit (figure 37).

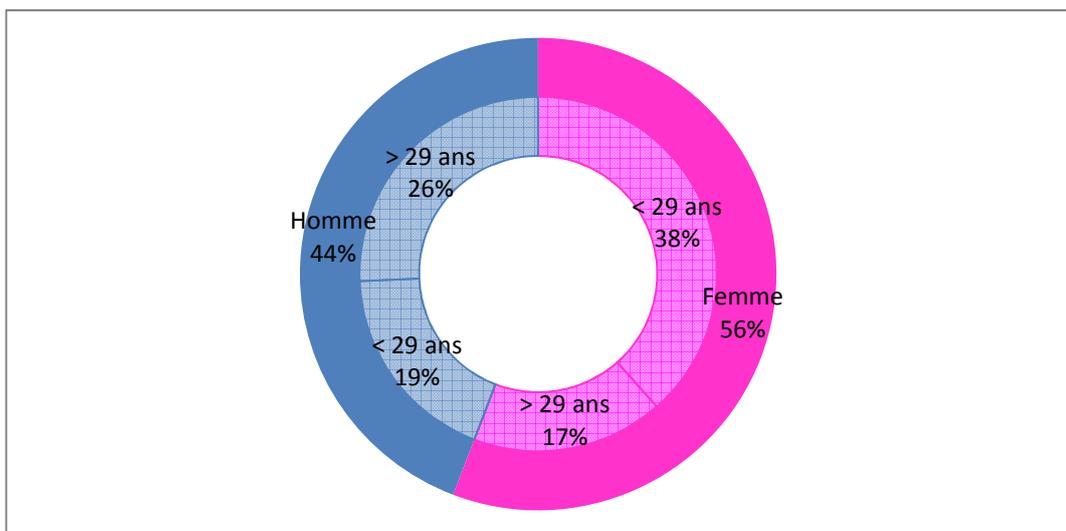


Figure 37: Répartition de l'âge et du sexe des enquêtés

L'étude de l'échantillon enquêté a montré que l'activité professionnelle des personnes enquêtées est très variée. On note cependant la dominance de la catégorie des étudiants avec plus de 53%. Ceci s'expliquerait probablement par l'accès des jeunes étudiants à internet et aux réseaux sociaux et donc à l'outil « Google Form » utilisé pour la réalisation d'une partie des enquêtes. Cette catégorie est suivie par le secteur public comme principal employeur (24 %). Les salariés du secteur privé constituent 11 % de l'échantillon. Les autres activités professionnelles dans l'échantillon représentent environ 15 % dont l'agriculture avec moins de 1 % (figure 38).

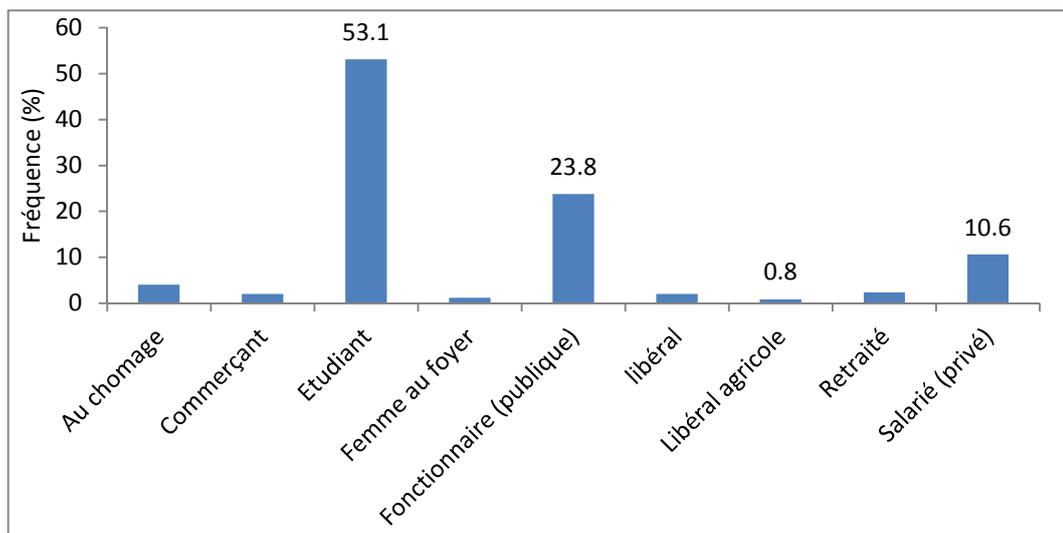


Figure 38: Occupations des enquêtés

L'étude du lieu de l'habitat au sein de l'échantillon a montré que plus de 80 % vivent dans les centres urbains (figure 39). Cela peut conditionner le comportement de consommation à travers la disponibilité ou non des produits mais aussi à travers la culture de consommation, différentes entre urbains et ruraux (Bourguet, 1981).

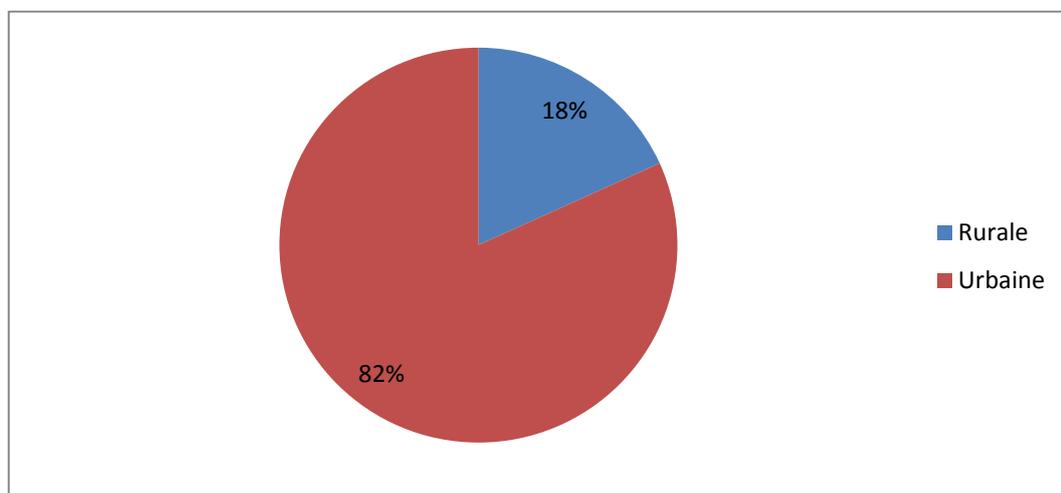


Figure 39: Régions habitées par les enquêtés

I.2.2. Consommation de la viande caprine

Comparativement à la consommation du lait caprin et ses dérivés, les résultats de notre enquête ont montré qu'une part plus importante de l'échantillon consomme la viande caprine (52 % Vs 48 %) (Figure 40).

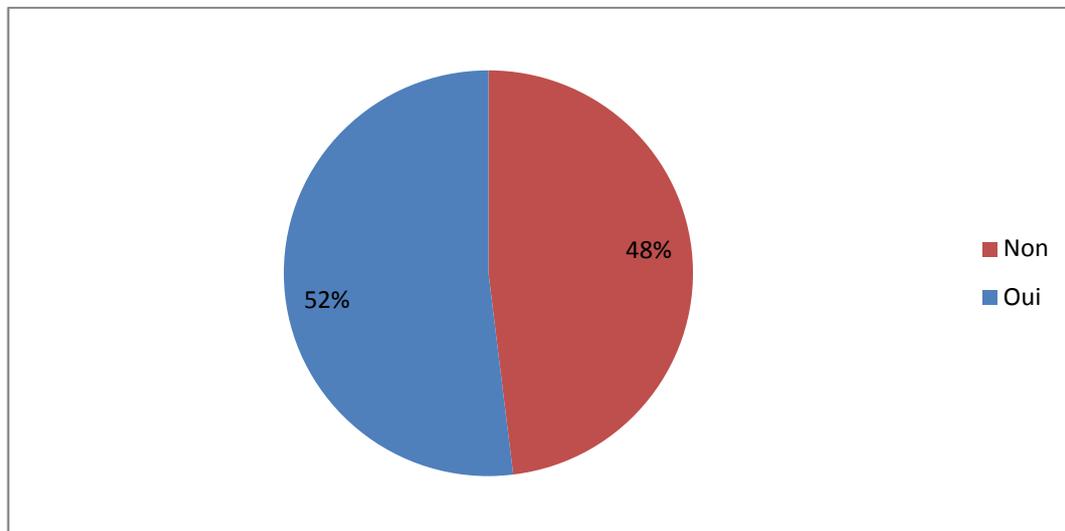


Figure 40: Pourcentage de consommateurs de la viande caprine

La figure 41 montre que la consommation de la viande caprine au sein de notre échantillon date de moins de 10 ans dans 42 % des cas, et de moins de 5 ans dans 32 % des cas.

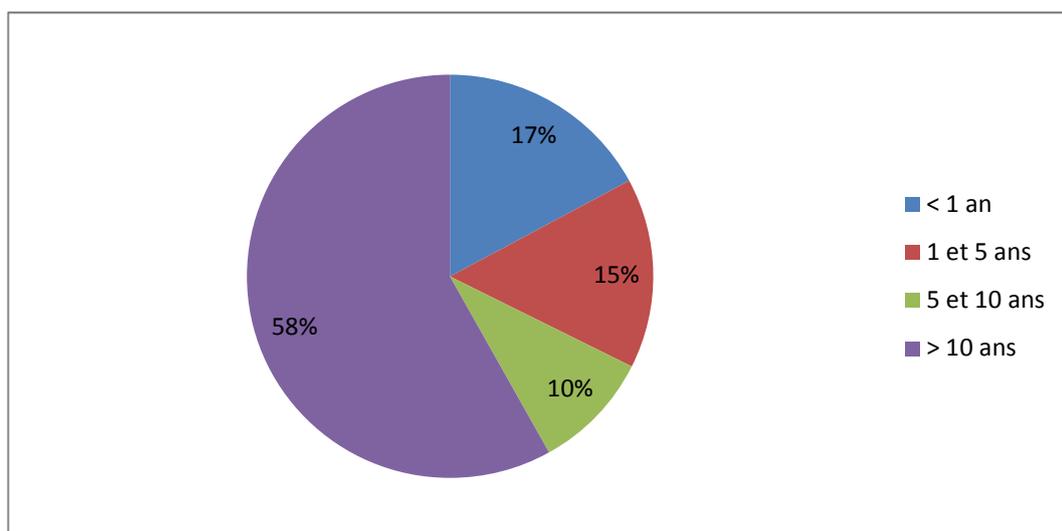


Figure 41: Historique de consommation de la viande caprine

Pour mieux cerner cette question, nous avons mieux détaillé les deux modalités « oui » et « non » en catégorie suivant l'échelle de Likert. Mis à part la catégorie de ceux qui n'en ont jamais consommé, le pourcentage le plus élevés est détenu par ceux qui se déclarent indifférents, qui représentent 23 %. Ceux qui aiment et préfère la viande caprine représentent ensemble environ 30 % (figure 42).

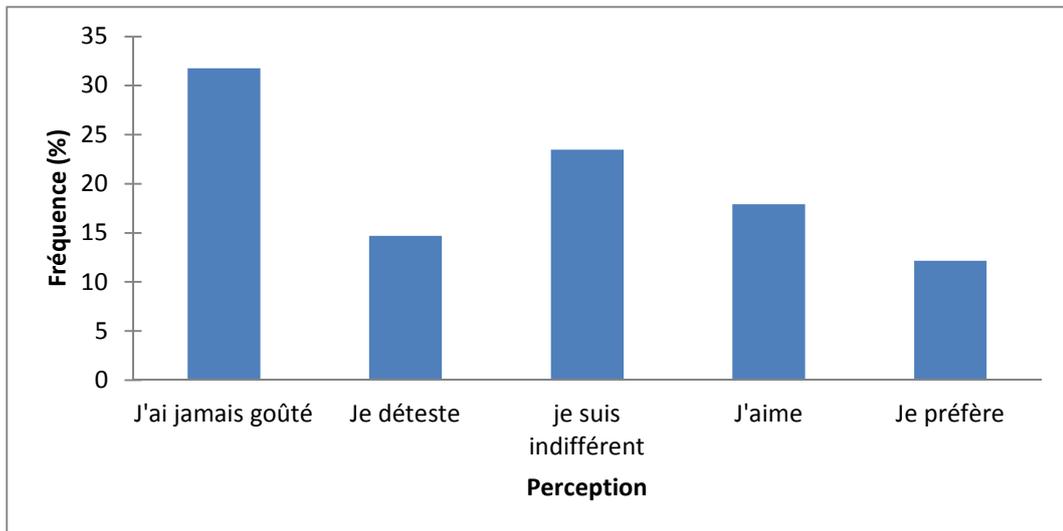


Figure 42: Perception des consommateurs pour la viande caprine

La faiblesse de la consommation de la viande caprine est expliquée essentiellement par le désintérêt du consommateur vis-à-vis de ce type de viande ou bien sa non-disponibilité sur le marché, puisque 40 % de l'échantillon ne sais pas si elle est disponible ou non. En plus, 15% déclarent qu'elle n'est pas disponible près de chez eux (figure 43).

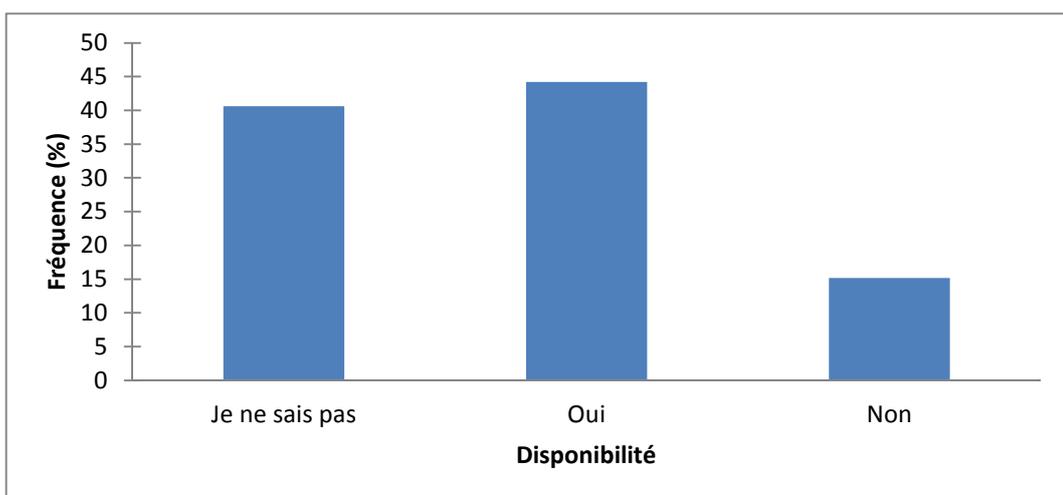


Figure 43: Disponibilité de la viande caprine

Pour mieux comprendre les raisons de la non-consommation de la viande caprine (figure 44), la majorité (59%) a lié ce comportement à l'habitude. Vient en seconde position la perception organoleptique défavorable qu'a le consommateur dans 27 % des cas. Ensuite le prix qui est considéré comme étant élevé. D'autres raisons (problèmes digestifs, végétarisme, ...) sont des motifs de non-consommation de la viande caprine pour 6 % des non-consommateurs. Il est à souligner qu'un non-consommateur peut présenter plusieurs raisons à la fois.

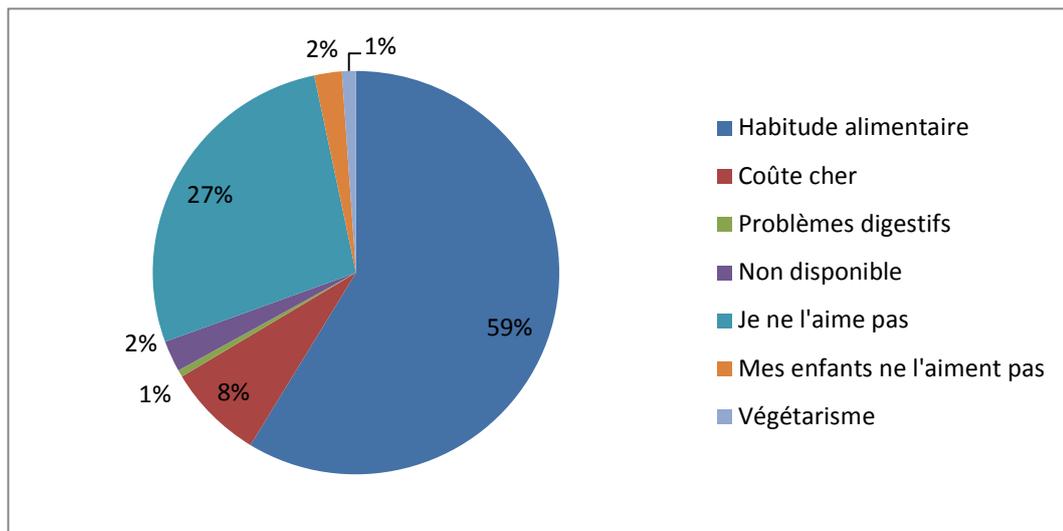


Figure 44: Raisons de non-consommation de la viande caprine

En revanche, les consommateurs de la viande caprine présentent les motifs représentés au niveau de la figure (45). Il est clair que le caractère diététique de la viande caprine est ce qui plaide le plus pour sa consommation chez 48 % des consommateurs. Vient ensuite son goût qui paraît être apprécié parmi 30 % des partisans de sa consommation. Le fait qu'elle soit moins chère que les autres viandes rouges intervient dans 19 % des cas.

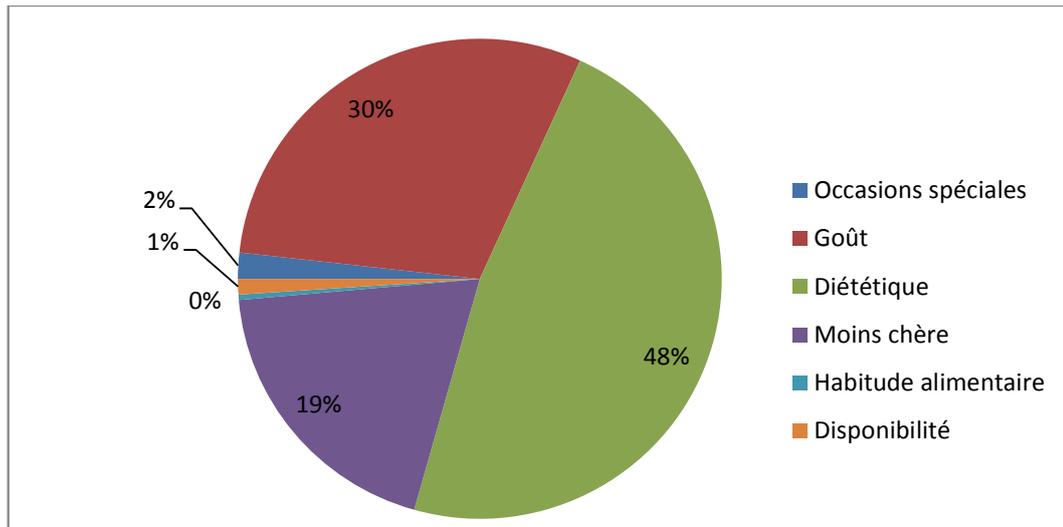


Figure 45: Raisons de consommation de la viande caprine

Malgré l'intérêt qu'éprouve le consommateur envers la viande caprine pour sa qualité diététique, elle est encore le plus souvent (58 % des cas) rarement consommée (figure 46). Ceci serait dû à son prix qui, comme toutes les viandes rouges, est considéré comme élevé comparativement au pouvoir d'achat du citoyen moyen algérien.

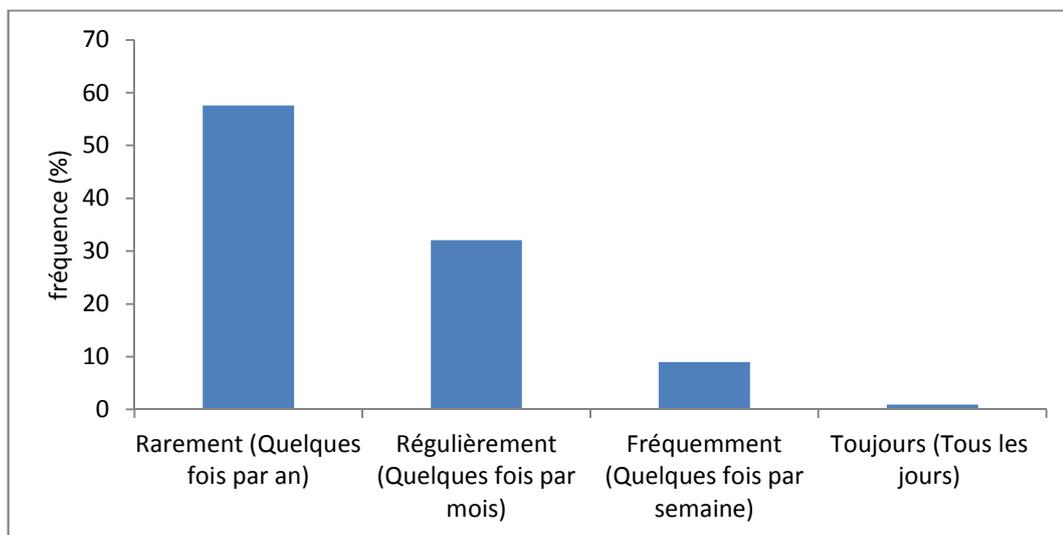


Figure 46: Fréquence de consommation de la viande caprine

Quant aux quantités achetées à la fois, la majorité, soit 39 % des consommateurs, achète 1 à 2 kg. Cette catégorie est suivie par ceux qui se procurent 0,5 à 1 kg dans 32 % des cas (figure 47).

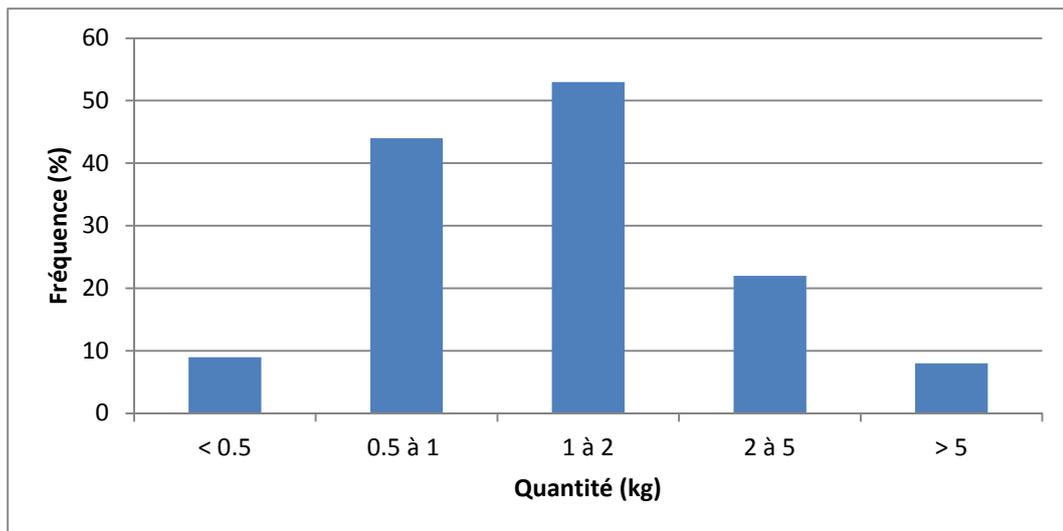


Figure 47: Quantité de viande caprine acquise à la fois

Concernant le prix de la viande caprine, la figure 48 montre qu'il varie de moins de 800 DA le kilogramme à plus de 1200 DA. Cependant, le plus fréquent est entre 800 et 1100 DA/kg en 2019. Cette fourchette a été déclarée dans plus des deux tiers des cas.

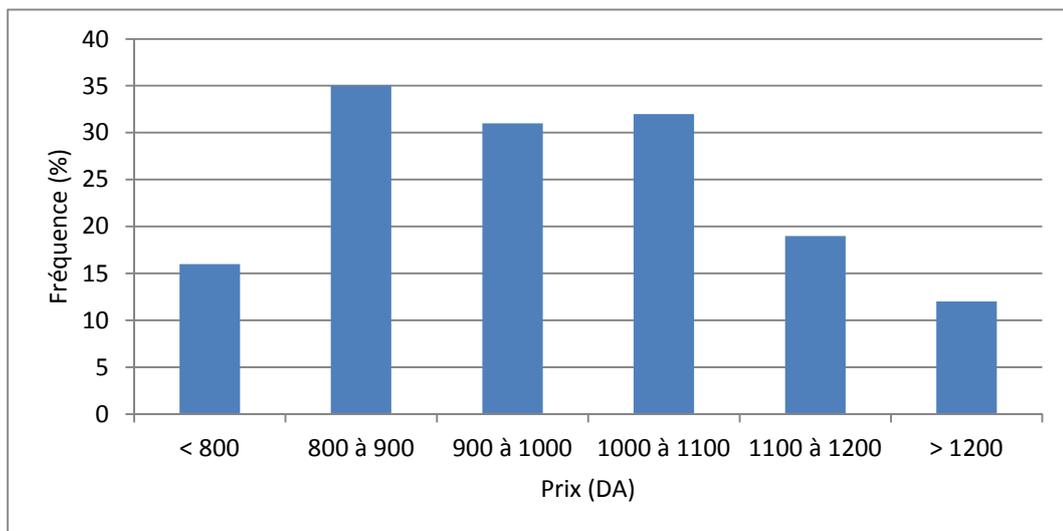


Figure 48: Prix d'achat de la viande caprine

D'après la figure 49 la viande caprine est consommée essentiellement durant la période du mois sacré du Ramadan dans 30 % des cas, suivie par Aid El Adha dans 24 % des cas. Certains consommateurs visent les périodes de l'été et de l'hiver pour en consommer et ce dans 16 et 14 % des cas respectivement. Certaines occasions sont également des moments de choix pour consommer de la viande caprine : les fêtes religieuses, les piqueniques mais aussi par les sportifs pendant des périodes spécifiques de la saison (figure 49).

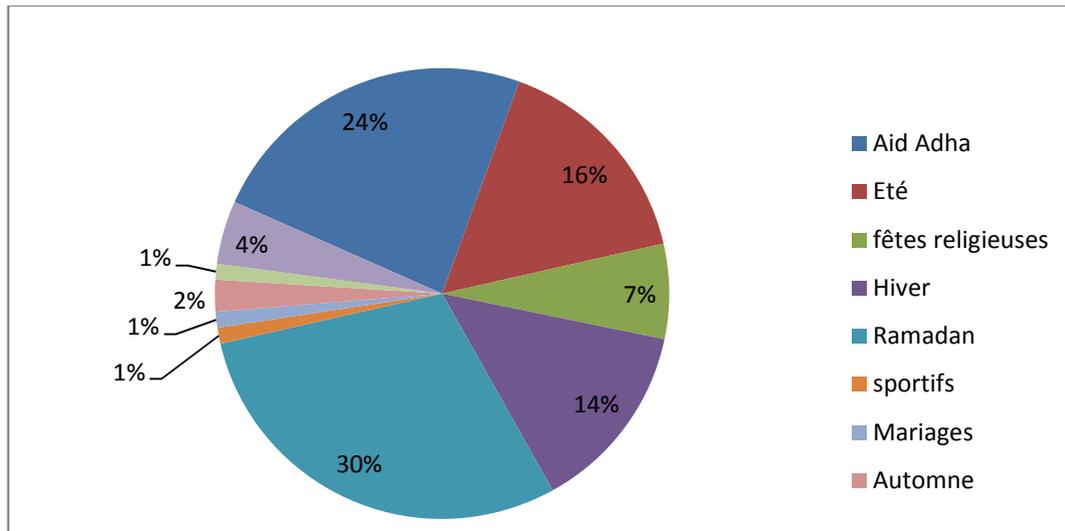


Figure 49: Occasions de consommation de la viande caprine

Sur le plan des quantités procurées à la fois (non forcément quotidiennement et non forcément achetées), la figure 50 montre que 66% des consommateurs achètent la viande caprine sous forme de morceaux découpés. 30 % des consommateurs achètent des carcasses ou des demi-carcasses et 3% achètent des animaux sur pied qu'ils abattent.

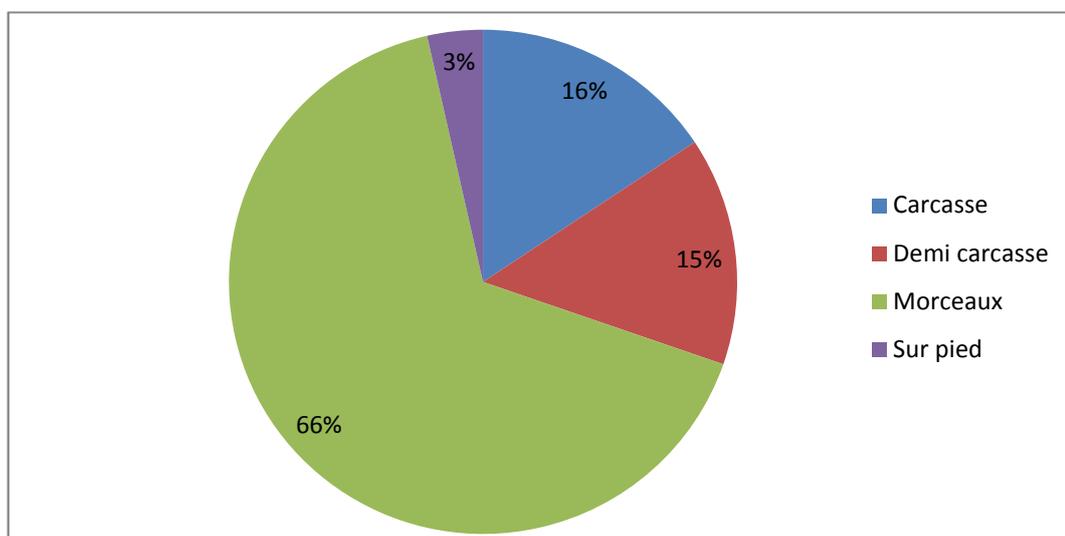


Figure 50: Formes d'acquisition de la viande caprine

Quant au lieu d'acquisition, la figure 51 montre que les boucheries restent le lieu le plus fréquent pour l'acquisition de la viande caprine avec 58 % des cas. Les marchés (Souk) représentent 25 % alors que certains consommateurs préfèrent acquérir leur besoin en viande caprine directement à la ferme.

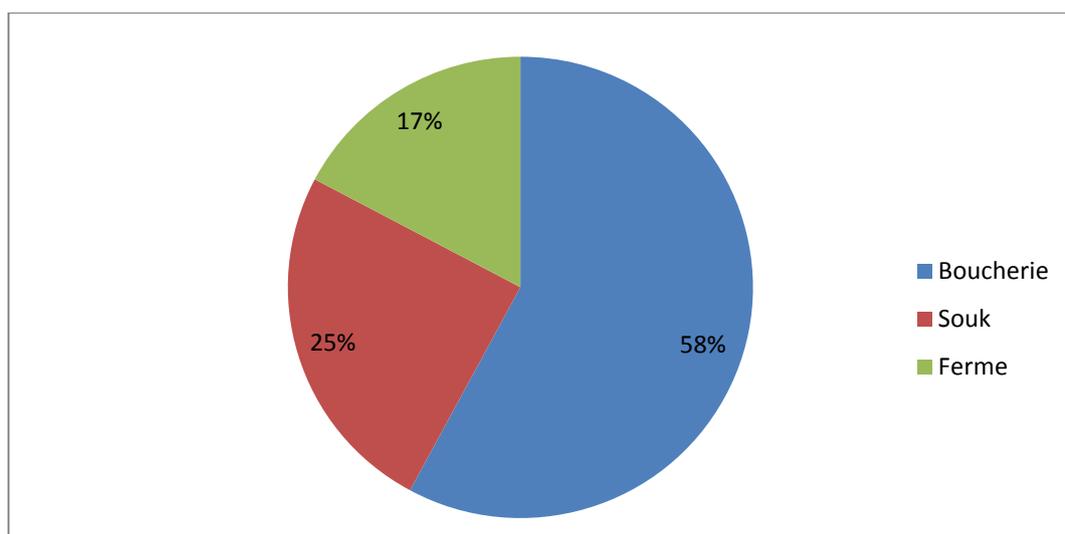


Figure 51: Lieu d'acquisition de la viande caprine

D'après la figure 52, les parties de carcasse caprine préférées sont respectivement le gigot, l'épaule, les côtelettes, et le foie. Les morceaux avec le pourcentage le plus élevé de la modalité « j'évite » sont le collier et le foie avec 27 et 19 % respectivement. Alors que le collier se caractérise par le pourcentage de la modalité « je préfère » le plus faible avec 29 %, le foie se caractérise par un pourcentage des plus élevés avec 58 %.

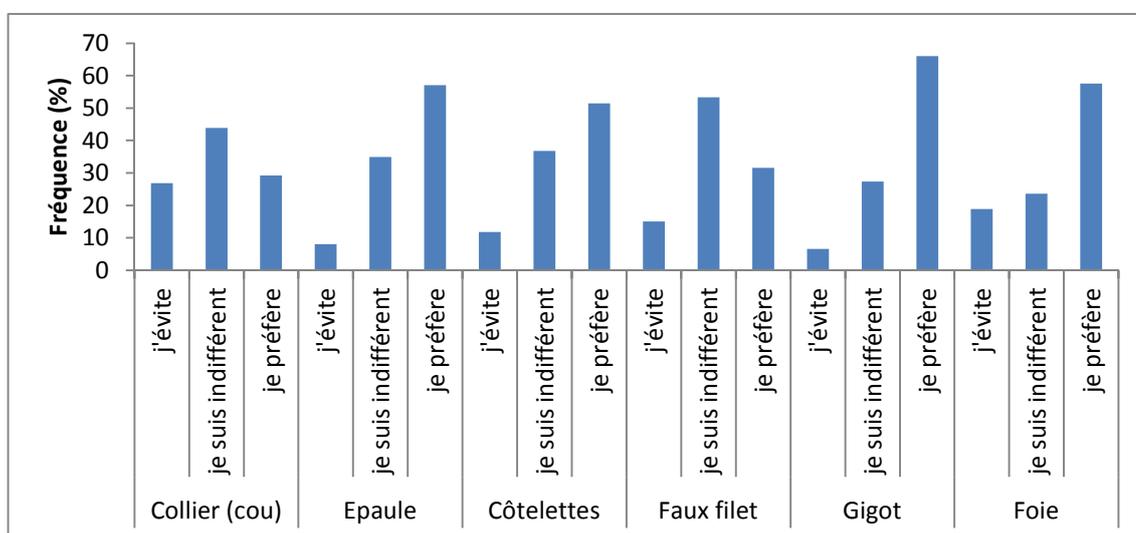


Figure 52: Préférence des différentes parties de la carcasse par les consommateurs

La viande caprine entre dans la préparation d'une multitude de plats. Les préférences des consommateurs sont variées mais le couscous reste le plat favori où on utilise la viande caprine pour 34 % des consommateurs. Viennent ensuite le méchoui, la viande au four et au barbecue avec 26, 19 et 13 % respectivement. La cuisson à la marmite avec des sauces et/ou

avec les légumes détient 6 %. D'autres plats ont également été évoqués mais moins fréquents tels que la Chorba, El Aïch (Berkoukes), la Chekhchoukha, Bouzelouf (tête et pattes) ou M'fawar. Certains consommateurs ont déclaré qu'ils utilisent la viande caprine au même titre que les autres viandes et dans tous les plats possibles (figure 53).

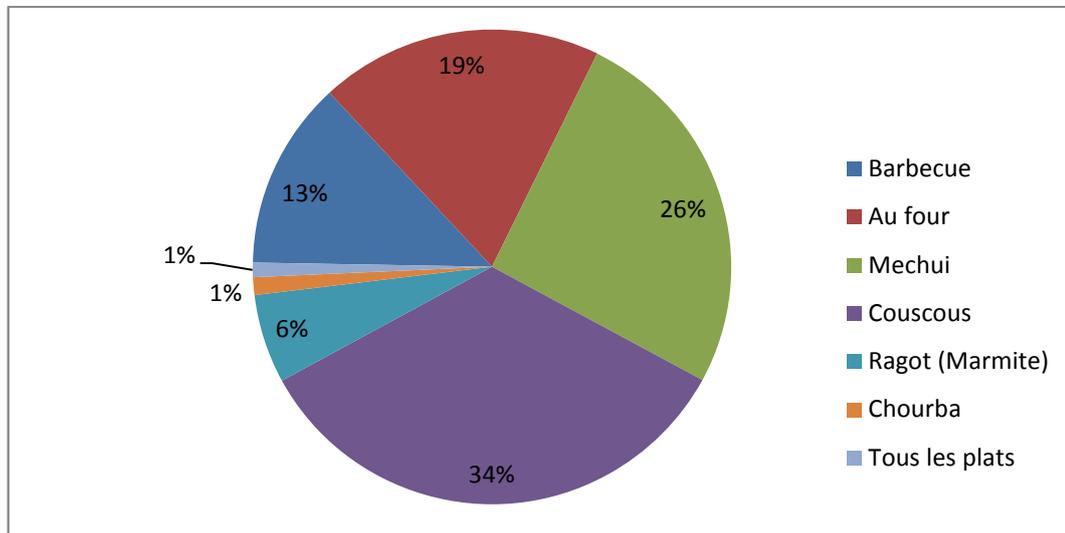


Figure 53: Préparations culinaires préférées pour la viande caprine

I.3. Conclusion

Notre enquête a permis d'identifier l'opinion du consommateur algérien quant aux produits caprins, et déterminer leur place dans ses habitudes alimentaires, leurs niveaux de consommation et les déterminants qui les influencent.

Le lait caprin en Algérie représente une faible partie du lait consommé. Cependant, notre enquête a montré une demande croissante sur le lait caprin et ses dérivés avec une proportion importante de nouveaux consommateurs. Par ailleurs, plusieurs consommateurs ont soulevé le problème des habitudes alimentaires et des prix élevés. Il est donc nécessaire de travailler sur ces aspects en faisant la promotion des produits caprins et d'augmenter les niveaux de productions en augmentant le nombre de troupeaux et en améliorant leur productivité afin de satisfaire la demande du marché qui est déjà croissante. D'autre part, une multitude de produits laitiers caprins existent sur le marché algérien et constituent un atout pour la filière.

Nos résultats de l'étude de la consommation de la viande caprine ont révélé que la viande caprine est globalement moins prisée que les autres viandes. Toutefois, sa valeur diététique constitue un élément qui attire de plus en plus de consommateurs. Les non-

consommateurs ont majoritairement présenté un motif de « habitude alimentaire ». Par ailleurs, son prix et sa disponibilité limitent également sa consommation. En effet, le marketing est appelé à jouer un rôle important en ce qui concerne la disponibilité et la diversité de la viande caprine et ses dérivés afin de les faire découvrir au consommateur. Enfin, le développement des performances de production de la viande caprine contribuerait à la rendre plus disponible et moins cher sur le marché.

II. Caractéristiques morpho-biométrique et performances zootechniques

II.1. Caractéristiques morpho-biométrique

II.1.1. Description générale des femelles

Selon la figure 54, la population des chèvres est regroupée en 4 classes. Les jeunes chèvres ayant un âge de 1,5 à 2 ans représentent une faible fréquence, celles dont l'âge est de 2 à 2,5 ans représentent 5,9 %, la troisième classe de 2,5 à 3,5 ans représente 27,1 % et les femelles dont l'âge est supérieur à 3,5 ans, représentent 64,9 %.

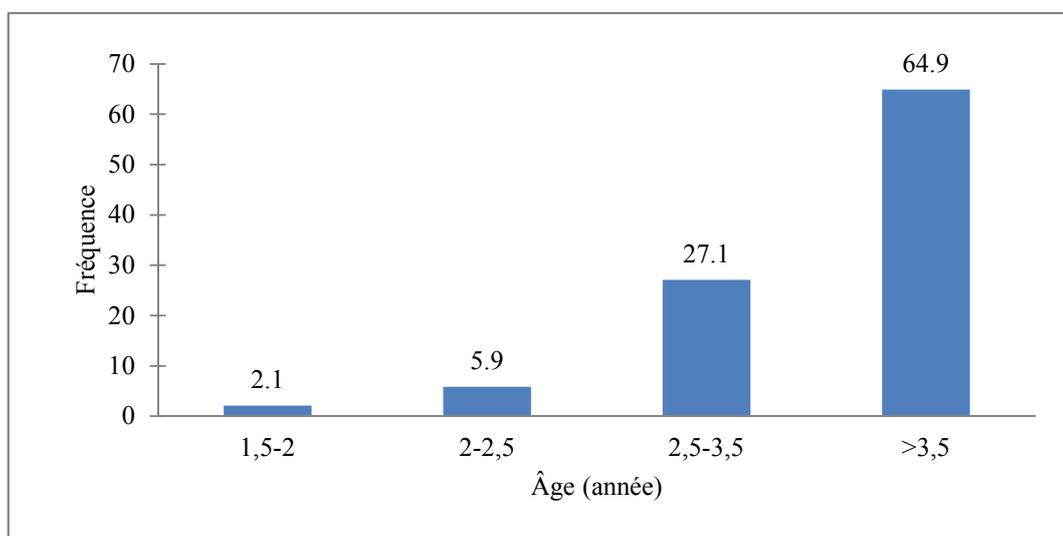


Figure 54: Fréquence des catégories d'âge chez les femelles

Les chèvres de cette exploitation ont un poids vif de 35,91 kg et se caractérisent globalement par :

Une robe pie noire et des pattes blanches dans la majorité des cas. La tête a un profil droit et une forme allongée avec une couleur noire et blanche (blancheur au niveau de la bouche qui se prolonge en deux lignes pour couvrir le lobe oculaire le plus souvent) chez presque tous les individus. Les oreilles sont tombantes et longues. Quant aux cornes et aux pendeloques, elles sont souvent absentes contrairement à la barbiche qui est souvent présente (tableau 8).

Tableau 8: Fréquences des différentes modalités des variables qualitatives chez les femelles.

Variable	Phénotype	Effectif	Fréquence (%)
C Tête	Noire	8	4,6
	Blanche	4	2,3
	Mélange	176	93,6
P Cornes	Présent	80	42,6
	Absent	108	57,4
F Cornes	Enroulé	20	10,6
	Spiralé	40	21,3
	Coupé	19	10,1
	//	109	57,5
F Oreilles	Tombantes	188	100
Profil	Busqué	/	/
	Droit	188	100
	Concave	/	/
C Robe	Blanc	1	0,53
	Brun	1	0,53
	Noir	8	4,25
	Pie	178	94,68
P Barbiche	Présent	171	90,95
	Absent	17	9,05
P Pendeloques	Présent	16	8,51
	Absent	172	91,49
C Pattes	Blanc	178	94,68
	Noir	10	5,32
Mamelle	Peu développée	136	72,34
	Développée	51	27,53
	Très développée	1	0,53
F Dos	Rectiligne	98	52,12
	Voussé	/	/
	Ensellé	90	47,88
Yeux	Petite	188	100
	Grande	/	/
S Poil	Lisse	188	100
	Dure	/	/
C Tête: couleur de la tête, P Cornes : présence des cornes, F Cornes: forme des cornes, F Oreille: Forme des oreilles, C Robe: couleur de la robe, P Barbiche: présence de barbiche, P pendeloque: présence de pendeloques, C Pattes: couleur des pattes, Dos: forme du dos, S Poil: structure des poils.			

Le cou est d'une longueur moyenne de 32,08 cm. Le corps est d'une longueur totale de 104,72 cm. Le bassin a une longueur de 15,59 cm, une largeur aux hanches de 12,51 cm et une largeur aux ischions de 8,9 cm. Le tour de la poitrine est de 78,89 cm. La hauteur au garrot est de 74,23 cm et elle similaire au dos et au sacrum ce qui fait que la forme du dos est souvent rectiligne. La conformation générale est bonne mais les mamelles sont peu développées avec une longueur moyenne des trayons de 3,08 cm (tableau 9).

Tableau 9: Statistiques descriptives globales des mesures corporelles chez les femelles.

Caractère	Min (cm)	Max (cm)	Moy (cm)	ET (cm)	CV(%)
Lo Tête (cm)	18	26.50	22.51	1.59	07
Lo Oreille (cm)	18	32	24.94	2.75	11
Lo Cou (cm)	24	42	32.09	2.97	09,2
Lo D Crps (cm)	57	82	70.18	4.50	06,4
Lo T Crps (cm)	85	119	104.72	5.98	05,7
Lo Bassin (cm)	12.50	21.50	15.59	1.32	08,5
La Hanche (cm)	10	15	12.51	1.06	08,4
La Ischions (cm)	6	12	8.90	1.08	12,2
T Poitrine (cm)	66	88	78.90	4.44	05,6
P Poitrine (cm)	30	45	38.86	2.49	06,4
H Garrot (cm)	66	83	74.23	3.03	04,1
H Dos (cm)	63	80.50	71.91	2.93	04,1
H Sacrum (cm)	65	82	73.61	2.94	4
P Flanc (cm)	29	42	34.07	2.04	6
TCA (cm)	7	10	8.24	0.56	06,8
Lo Queue (cm)	10	17.50	13.69	1.51	11
Lo Trayon (cm)	1	5	3.08	0.70	22,8
P.V (kg)	20.40	52.90	35.85	5.13	14,3

Min: Minimum, **Max:** Maximum, **Moy:** Moyenne, **ET:** Ecart type, **CV:** Coefficient de variation; **Lo Tête:** Longueur de la tête ; **Lo Oreille:** Longueur de l'oreille ; **Lo Cou:** Longueur du cou ; **Lo D Crps:** Longueur diagonale du corps ; **Lo T Crps:** longueur total du corps ; **Lo Bassin:** Longueur du bassin ; **La Hanche:** Largeur aux hanches ; **La Ischion:** Largeur aux ischions ; **T Poitrine:** Tour de poitrine ; **P Poitrine:** Profondeur de poitrine ; **H Garrot:** Hauteur au garrot ; **H Dos:** Hauteur au dos ; **H Sacrum:** Hauteur au sacrum ; **P Flanc:** Profondeur du flanc ; **TCA:** tour du canon antérieur ; **Lo Queue:** Longueur de la queue ; **Lo Trayon:** Longueur du trayon ; **P.V:** poids vif.

II.1.2. Description générale des mâles

La troupe des boucs est regroupée en 2 classes. La première, représentant 54,5 %, a un âge compris entre 2,5 et 3,5 ans, alors que la deuxième a un âge supérieur à 3,5 ans (figure 55).

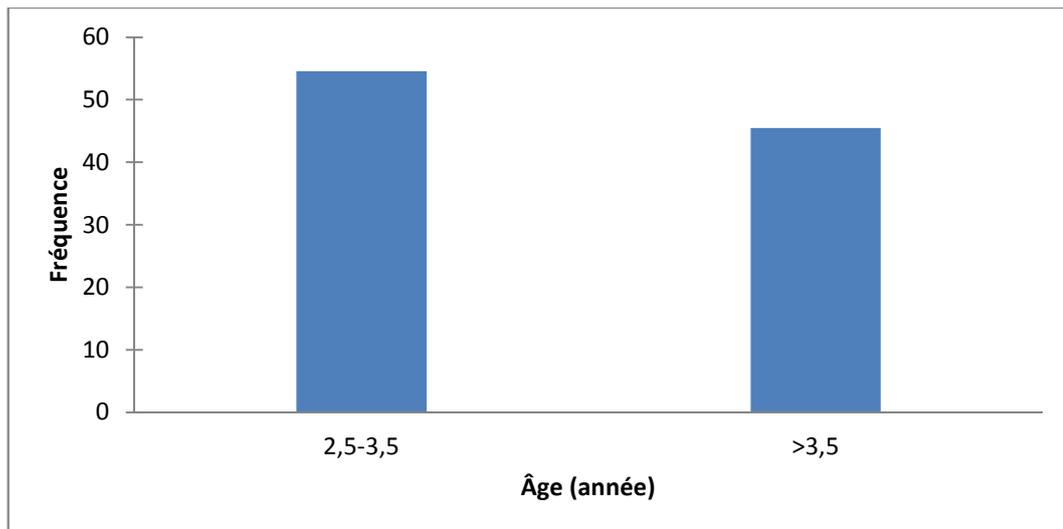


Figure 55: Fréquence des catégories d'âge chez les mâles

D'après les résultats de l'analyse des variables qualitatives et des mensurations corporelles présentés dans les tableaux 10 et 11 respectivement, les boucs étudiés se caractérisent globalement par :

Un poids vif moyen de 72,48 kg. Une tête d'une longueur moyenne de 29,04 cm et elle est toujours d'une couleur noire et blanche avec un profil busqué. Les oreilles tombantes ont une longueur de 28,04 cm. les cornes sont présentes dans 60% des cas. On note la présence de la barbiche chez tous les individus, mais l'absence totale des pendeloques. Le cou est long de 40,63 cm, la longueur totale du corps est de 121,54 cm. Le bassin a une longueur de 19 cm avec une largeur aux hanches de 15 cm et une largeur aux ischions de 11,68 cm. La poitrine a un tour de 98,45cm. Les boucs ont une hauteur au garrot de 89,27 cm et ont une forme de dos ensellée. Le scrotum a une longueur de 18,59 cm et un tour de 27,95 cm. Le corps est de couleur pie noir avec les pattes blanches.

Tableau 10: Fréquence des différentes modalités des variables qualitatives chez les mâles.

Variable	Phénotype	Effectif	Fréquence (%)
Classe d'âge	2,5 – 3,5	6,00	54,5
	>3,5	5,00	45,5
C Tête	Noire	/	/
	Blanche	/	/
	Mélange	11	100
P Cornes	Présent	6	54,5
	Absent	5	45,5
F Cornes	Enroulé	/	/
	Spiralé	2	18,2
	Coupé	4	36,4
	absent	5	45,4
F Oreilles	Dressé	/	/
	Horizontal	/	/
	Demi horizontal	/	/
	Tombantes	11	100
Profil	Concave	/	/
	Droit	/	/
	busqué	11	100
C Robe	Pie	11	100
P Barbiche	Présent	11	100
	Absent	/	/
P pendeloques	Présent	/	/
	Absent	11	100
C Pattes	Blanc	11	100
	Noir	/	/
Testicules	Peu développés	1	09
	Développés	10	91
	Très développés	/	/
F Dos	Rectiligne	/	/
	Voussé	/	/
	Ensellé	11	100
Yeux	Petite	11	100
	Grande	/	/
S Poil	Lisse	11	100
	Dure	/	/

C Tête: couleur de la tête, **P Cornes:** présence des cornes, **F Cornes:** forme des cornes, **F Oreilles:** Forme des oreilles, **C Robe:** couleur de la robe, **P Barbiche:** présence de barbiche, **P pendeloque:** présence de pendeloques, **C Pattes:** couleur des pattes, **F Dos:** forme du dos, **S Poils:** structure des poils.

Tableau 11: Statistiques descriptives globales des mesures corporelles chez les mâles.

Caractère	Min	Max	Moy	E-T	CV (%)
P.V	49.70	95.50	72.48	14.81	20.43
Lo Tête	27	31.50	29.05	1.34	4.61
Lo Oreilles	23	30.50	28.05	2.01	7.15
Lo Cou	37	45	40.64	2.42	5.96
L D Crps	79	95	86.82	4.90	5.64
L T crps	114	132	121.55	5.88	4.84
La Hanche	14	17	15	0.95	6.36
La Ischions	10.50	14	11.68	1.11	9.53
T Poitrine	91	109	98.45	5.38	5.47
P Poitrine	46	56	49.55	3.03	6.11
H Garrot	85	96	89.27	3.25	3.64
H Dos	79	91.50	84.09	3.29	3.92
H Sacrum	82	92	87.41	3.08	3.52
P Flanc	37	49	42.36	3.31	7.81
TCA	10.50	13	11.55	0.84	7.26
Lo Queue	14	23	17.91	2.54	14.18
Lo test	15	21	18.59	1.55	8.33
Tour Test	23	33	27.95	3.33	11.92

Min: Minimum, **Max:** Maximum, **Moy:** Moyenne, **ET:** Ecart type, **CV:** Coefficient de variation; **Lo Tête:** Longueur de la tête ; **Lo Oreille:** Longueur de l'oreille ; **Lo Cou:** Longueur du cou ; **Lo D Crps:** Longueur diagonale du corps ; **Lo T Crps:** longueur total du corps ; **La Hanche:** Largeur aux hanches ; **La Ischion:** Largeur aux ischions ; **T Poitrine:** Tour de poitrine ; **P Poitrine:** Profondeur de poitrine ; **H Garrot:** Hauteur au garrot ; **H Dos:** Hauteur au dos ; **H Sacrum:** Hauteur au sacrum ; **P Flanc:** Profondeur du flanc ; **TCA:** tour du canon antérieur ; **Lo Queue:** longueur de la queue ; **Lo Test :** longueur testicules, **Tour test :** tour testicules **P.V:** poids vif.

II.1.3. Analyse des caractéristiques des chèvres et leur impact sur l'élevage et l'avenir du troupeau

L'analyse descriptive a montré que les chèvres ont un âge moyen de 3 ans. Les chèvres de plus de 3,5 ans représentent plus de 64 %. Ainsi, pour préserver un niveau de productivité rentable et diminuer le risque de maladie dans le troupeau, on doit procéder à son rajeunissement. Bien que cette étude ait été effectuée après plusieurs mois de l'installation du troupeau et donc après l'amélioration des conditions d'élevage et l'adaptation des animaux, on a constaté que le poids moyen des chèvres est assez modeste (35,9 kg). Cela nous amène vers plusieurs hypothèses : certaines chèvres sont chétives suite à une croissance interrompue précocement à cause du manque en alimentation, suite à des problèmes de santé, les empêchant d'avoir un bon état corporel (rare) ou bien ce niveau de développement corporel est déterminé par leur génétique, ou plus généralement lié à la combinaison de plusieurs facteurs.

Ces chèvres présentent une hauteur au garrot de 74,23 cm. La chèvre « Arbia » est donc assez haute sur patte (Traoré *et al.*, 2006; Chentouf *et al.*, 2014). Ceci serait dû au système d'élevage extensif dont elle provient qui a favorisé l'adaptation des animaux à la marche. On rappelle cependant l'existence d'animaux courts sur patte et légers malgré leur âge adulte qui constitueraient probablement un type génétique plus adaptés au pâturage de montagne. Le tour de poitrine est de 78,89 cm. Ce caractère est important et est déjà pris en compte dans les index de sélection des chèvres laitières (Clement *et al.*, 2006). Le bassin a une longueur moyenne de 15,59 cm, une largeur aux hanches de 12,51 cm et une largeur aux ischions de 8,9 cm. La largeur du bassin est importante pour la facilité des mises bas (Bani Ismail, 2017) et pourrait être un critère de sélection (Menissier et Vissac, 1971). Ceci sera d'autant plus important qu'on s'oriente vers des schémas de sélection pour la viande où la taille du chevreau à la naissance pourrait causer des problèmes de dystocie. La conformation générale est bonne mais les mamelles sont peu développées (70,07 %), avec une longueur de trayons de 3,08 cm. Kouri *et al.* (2019) avancent une valeur de 2.5 cm pour les chèvres locales dans la région de Benni Abbas. En systèmes extensifs, le lait est principalement prélevé par le chevreau, et les éleveurs mettent naturellement l'accent, dans leur choix des reproducteurs, sur des critères morphologique (sélection subjective) que sur des critères de production (sélection objective) (Tabbaa et Al-Atiyat, 2009). Bien au contraire, Kouri *et al.* (2019) rapportent que les éleveurs caprins dans le système extensif préféreraient des chèvres avec de petites mamelles à un niveau bien au-dessus des jarrets pour réduire le risque de blessures lors du pâturage sur parcours caractérisant ces systèmes. Cependant, en système intensif, il est important de sélectionner les chèvres ayant un pis plus grand et plus tombant (mais bien suspendue) (Manfredi *et al.*, 2001). Il est donc très important de prendre en compte la forme de la mamelle dans la mise en place de l'index de sélection. Sa forme n'a pas de lien direct avec la productivité de l'animal mais elle a des intérêts multiples : limiter les coûts liés aux réformes précoces en améliorant la longévité fonctionnelle des animaux, faciliter le travail de l'éleveur en réduisant le temps passé en salle de traite et préserver la santé de la mamelle (Clement *et al.*, 2006).

Les résultats obtenus à partir de notre étude biométrique, comparées à d'autres se rapportant à des populations de chèvres élevées en Algérie et dans le monde montre que la taille moyenne des chèvres étudiées (hauteur au garrot et longueur du corps) est intéressante pour la sélection d'animaux adaptés au système d'élevage pastoral (tableau 12). Ceci pourrait signifier qu'elles ont également des performances zootechniques intéressantes (production de

viande et/ou de lait). En effet, Kouri *et al.* (2019) ont montré qu'il y a une corrélation positive entre la hauteur de l'animal et son poids d'une part et sa productivité laitière de l'autre.

Tableau 12: Comparaison de la taille moyenne des chèvres étudiées à celle d'autres populations élevées en Algérie et dans le monde

Race	Origine	Hauteur au garrot (cm)	Longueur diagonale du corps (cm)	Référence
Troupeau étudié (Arbia)	Algérie	74,23 ± 3,04	70,18 ± 4,51	(la présente étude)
M'zabia	Algérie	65	/	CN AnGR, 2003
Population caprine de Sétif	Algérie	66,89 ± 8,48	/	Manallah, 2012
Population caprine de Ghardaïa	Algérie	70,97 ± 5,08	70,58 ± 4,73	Wafa, 2014
Chèvre Mossi	Burkina-Faso	59,3 ± 4,9	61,9 ± 18,7	Traoré <i>et al.</i> , 2006
Chèvre Beni Arrous	Maroc	63,6 ± 6,95	63,8 ± 10,82	Hilal <i>et al.</i> , 2014
Chèvre du nord du Maroc	Maroc	63,1 ± 6,4	60,5 ± 6,75	El Moutchou <i>et al.</i> , 2014
Chèvre andalouse blanche	Espagne	73,64 ± 0,24	80,25 ± 0,35	Herrera <i>et al.</i> , 1996
Granada	Espagne	68,22 ± 0,50	73,97 ± 0,69	Herrera <i>et al.</i> , 1996
Alpine	France	70 à 80	/	www.racesdefrance.fr

II.1.4. Effet du facteur âge sur la biométrie des animaux

L'étude de la croissance des différentes parties du corps de la chèvre de race locale a montré une taille significativement plus élevée de la longueur de l'oreille pour la classe des animaux âgés de plus de 3,5 ans estimée à 25,5 cm. La croissance en hauteur (hauteur au garrot et au sacrum) suit la même tendance, alors que la croissance du corps en longueur s'arrête pratiquement à l'âge entre 2,5 et 3,5 ans. Pour le poids, on relève une différence moyenne de moins de 1 kg entre la classe de 2,5-3,5 ans et celle de plus 3,5 ; par ailleurs, on note près de 4 kg d'écart entre les catégories des animaux âgés de 2-2,5 ans et celle des animaux âgés de 2,5-3,5 ans, sans pour autant atteindre le seuil de signification statistique ($p > 0,05$), en revanche la différence entre la première et la troisième classe est significative.

L'analyse a montré une différence significative ($p < 0,05$) pour la longueur de la tête, entre les chèvres de 2 à 2,5 ans et les chèvres de plus de 2,5 ans, cela signifie que la croissance en longueur de la tête s'arrête pratiquement vers l'âge de 2,5 ans. De même pour la largeur aux ischions, tour de poitrine, profondeur de poitrine, et la profondeur du flanc. Par ailleurs on note une différence non significative entre les trois classes d'âge pour la longueur du cou, largeur aux hanches, longueur du trayon, tour du canon antérieur et la longueur de la queue. Alors que la hauteur du dos est supérieure pour les chèvres de plus de 3,5, mais

comparable pour les deux premières classes d'âge. Quant à la longueur du bassin, on repère une classe d'âge intermédiaire qui correspond aux chèvres âgées de 2,5-3,5 ans.

Les résultats de l'analyse de variance, pour l'étude de la croissance des chèvres à travers les variations du poids et des mensurations des différentes parties du corps, ont montré une augmentation importante du poids entre l'âge de 2 à 2,5 ans et l'âge de 2,5 à 3,5 ans estimée à 4 kg, et qui diminue par la suite à 1 kg entre les animaux de 2,5 à 3,5 ans et ceux ayant un âge supérieur à 3,5 ans. Par ailleurs, l'étude a montré une hauteur (hauteur au garrot et au sacrum) significativement plus élevée pour les animaux âgés de plus de 3,5 ans (tableau 13).

Tableau 13: Comparaison des variables quantitatives entre les trois classes d'âge chez les femelles

Paramètres	Age		
	2 - 2,5 ans	2,5 - 3,5 ans	> 3,5 ans
P.V (kg)	31,60 ^b	35,36 ^{a,b}	36,67 ^a
Lo D Crps (cm)	66,23 ^b	70,99 ^a	70,23 ^a
LoT Crps (cm)	98,73 ^b	104,00 ^a	105,57 ^a
H Garrot (cm)	71,14 ^b	72,86 ^b	75,27 ^a
H Sacrum (cm)	70,68 ^b	72,09 ^b	74,66 ^a
Lo Oreilles (cm)	23,64 ^b	24,15 ^b	25,46 ^a
Lo Tête (cm)	20,32 ^a	22,39 ^b	22,79 ^b
Lo Cou (cm)	30,36 ^a	31,42 ^a	32,55 ^a
Lo Bassin (cm)	14,73 ^a	15,35 ^{a,b}	15,73 ^b
La Hanche (cm)	12,14 ^a	12,37 ^a	12,62 ^a
La Ischions (cm)	8,00 ^a	8,99 ^b	8,99 ^b
T Poitrine (cm)	72,36 ^a	78,80 ^b	79,58 ^b
P Poitrine (cm)	34,82 ^a	38,77 ^b	38,77 ^b
H Dos (cm)	69,86 ^a	70,43 ^a	72,84 ^b
Lo Trayon (cm)	3,04 ^a	2,89 ^a	3,17 ^a
TCA (cm)	7,91 ^a	8,27 ^a	8,24 ^a
Lo Queue (cm)	13,64 ^a	13,54 ^a	13,82 ^a
P Flanc (cm)	32,45 ^a	34,77 ^b	34,02 ^b

Pour chaque paramètre, les chiffres suivis d'indices différents (a, b) sont significativement différents (p<0,05).

P.V: poids vif ; **Lo D Crps:** Longueur diagonale du corps ; **Lo T Crps:** longueur total du corps ; ; **H Garrot:** Hauteur au garrot ; **H Sacrum:** Hauteur au sacrum ; **Lo Oreille:** Longueur de l'oreille ; **Lo Tête:** Longueur de la tête ; **Lo Cou:** Longueur du cou ; **Lo Bassin:** Longueur du bassin ; **La Hanche:** Largeur aux hanches ; **La Ischions:** Largeur aux ischions ; **T Poitrine:** Tour de poitrine ; **P Poitrine:** Profondeur de poitrine **H Dos:** Hauteur au dos ; **Lo Trayon:** Longueur du trayon ; **TCA:** tour du canon antérieur ; **Lo Queue:** Longueur de la queue ; **P Flanc :** Profondeur du flanc.

II.1.5. Formule barymétrique

Afin de déterminer des équations baryométriques applicables à la chèvre locale, des pesées et 8 types de mensurations ont été analysées. Parmi les 8 types de mensurations, trois (le tour de poitrine, la hauteur au garrot et la longueur de la tête) ont été retenues pour établir la barymétrie en raison de leur corrélation avec le poids. La corrélation du poids avec le tour de poitrine ($r = 0,83$), avec la hauteur au garrot ($r = 0,77$), ou avec la longueur de la tête ($0,73$) a été plus élevée qu'avec les autres variables. Plusieurs types de liaisons entre le poids et les autres types de mensurations ont été comparés. L'équation barymétrique retenue pour l'ensemble des animaux (mâles et femelles) a été une régression linéaire du poids prédit (y) sur le tour de poitrine, la hauteur au garrot et la longueur de la tête :

$$P.V = 0,75 * T \text{ Poitrine} + 0,61 * H \text{ Garrot} + 1,05 * Lo \text{ Tête} - 91,53$$

(Avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,75$ et un écart-type résiduel (Sy) de 5,27 kg.)

L'erreur entre le poids observé et le poids prédit, exprimée en pourcentage du poids observé, a été inférieure à 5 % chez 33,66 % des animaux et inférieure à 10 % chez 62,31 %. Le niveau de l'erreur reste ainsi assez élevé. Par conséquent dans les actions nécessitant de la précision il serait plus judicieux d'utiliser la pesée.

II.1.6. Types morphologiques

Le tableau 14 montre une variabilité plus ou moins importante entre les individus selon le paramètre. Les coefficients de variations des différents caractères varient de 4,1 % pour la hauteur au garrot jusqu'à 22 % pour la longueur du trayon. Cette variabilité est très importante à prendre en considération pour entreprendre des programmes de sélection. Elle est à la base du progrès génétique à long terme et sa perte augmente la fréquence des anomalies génétiques et dégrade les performances techniques (Delaunay et Merour 2006).

Tableau 14: Statistiques descriptives des variables étudiées

Variable	Moyenne	Ecart-type	CV (%)
P.V (kg)	35,85	5,15	14,3
L D Crps (cm)	70,18	4,51	6,4
H Garrot (cm)	74,23	3,04	4,1
T Poitrine (cm)	78,90	4,45	5,6
Lo Bassin (cm)	15,59	1,33	8,5
La Hanche (cm)	12,51	1,06	8,4
Lo Tête (cm)	22,51	1,59	7,0
TCA (cm)	8,24	0,56	6,8
Lo Oreilles (cm)	24,94	2,75	11,0
Lo Trayon (cm)	3,08	0,70	22,8
proportionnalité	94,62	6,12	6,4
indice profondeur	52,37	2,95	5,6
indice croupe	21,01	1,69	8,0
indice oreille	33,60	3,46	10,3
IAT	0,64	0,07	11,2

D'après la figure 56 et l'annexe 4, le facteur F1 est construit essentiellement par les variables : La Hanche, Lo Bassin, T poitrine et PV, le facteur F2 est construit par celles liées à l'oreille ; Lo Oreille, IAT et Indice oreille et le F3 est construit par la HG et l'indice croupe.

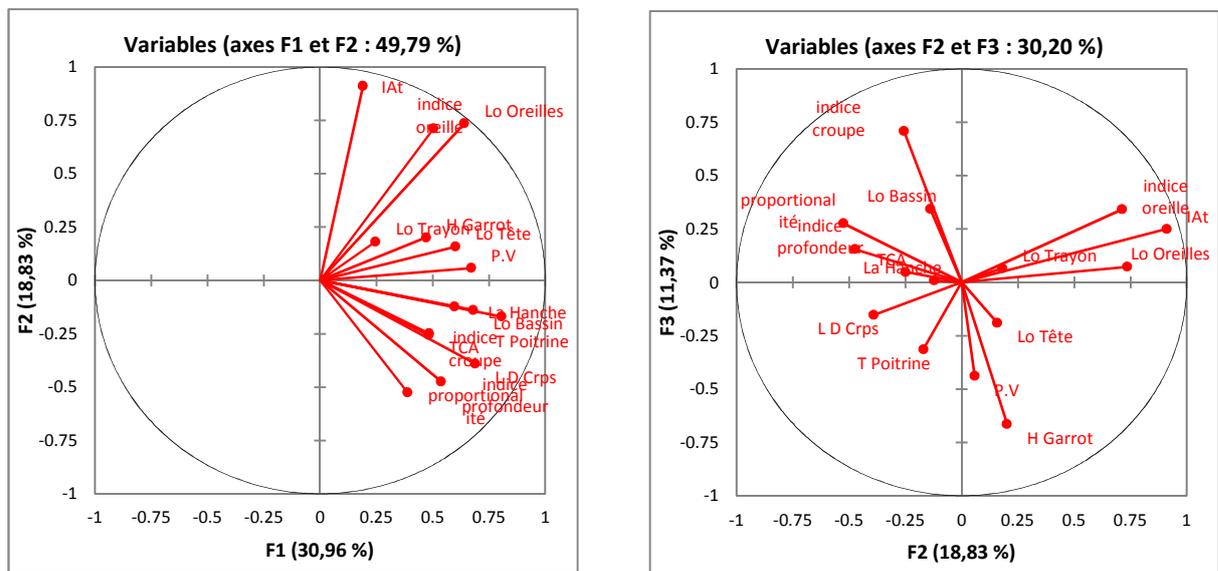


Figure 56: Cercle des corrélations des variables étudiées selon les facteurs F1, F2 et F3

D'après l'annexe 5, on note les corrélations suivantes :

Corrélations moyennes (entre 0.4 et 0.6)

- LDCrps, H garrot, Lo tête et Lo oreilles d'un côté et le PV de l'autre
- T poitrine et La hanche d'un côté et LDCrps de l'autre
- T poitrine et H garrot

- Lo bassin, Lo tête, Lo oreille d'un côté et T poitrine de l'autre
- La Hanche et Lo bassin
- Lo oreilles et Lo tête
- Indice profondeur et proportionnalité

Corrélations fortes (> 0.6)

- T poitrine et PV
- proportionnalité et LDCrps
- Indice croupe et Lo bassin
- Indice profondeur et T poitrine
- Indice oreille et IAT et longueur oreille
- IAT et indice oreille

Ensuite et grâce à la CAH après la projection des individus dans l'espace à 15 facteur, nous avons pu distinguer 3 types morphologiques selon leurs mensurations et qui vont de la petite à la grande taille (figure 57).

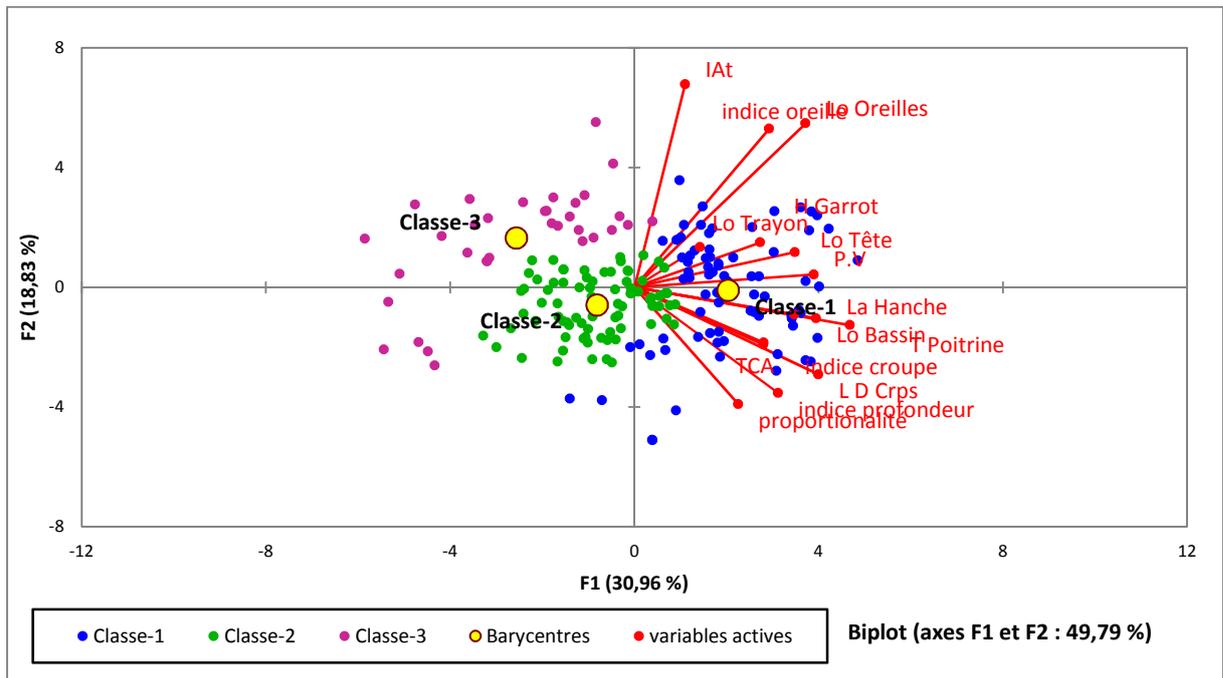


Figure 57: Projection des individus et des variables selon les facteurs F1 et F2

La typologie a permis de distinguer 3 types morphologiques se différenciant suivant un gradient de développement corporel : petit (17,55 %), moyen (43,09 %) et grand (39.36 %). Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau 15.

Tableau 15: Caractéristiques des 3 types morphologiques identifiés

	Type petit (17,55 %)	Type moyen (43,09 %)	Type grand (39,36 %)
P.V (kg)	31,2	34,79	39,09
L D Crps (cm)	64,3	69,85	73,16
H Garrot (cm)	72,77	73,67	75,49
T Poitrine (cm)	73,65	78,01	82,22
Lo Bassin (cm)	14,52	15,19	16,51
La Hanche (cm)	11,76	12,25	13,13
Lo Tête (cm)	21,73	22,02	23,39
TCA (cm)	7,73	8,2	8,51
Lo Oreilles (cm)	24,85	23,6	26,45
Lo Trayon (cm)	2,94	2,98	3,26
proportionnalité	88,45	94,92	97,04
indice profondeur	49,29	52,34	53,79
indice croupe	19,95	20,64	21,9
indice oreille	34,09	32,07	35,05
IAt	0,69	0,61	0,65

II.1.7. Conclusion

Cette étude a permis de caractériser morphologiquement le troupeau caprin acquis par la COOPSSSEL, dont les origines sont très diverses. Première conclusion faite est que l'âge moyen du troupeau est assez élevé et qu'il faudrait procéder à son rajeunissement pour préserver un niveau de productivité rentable. L'étude a également montré la présence de chèvres très chétives qui éprouvaient des difficultés à prendre du poids. Les résultats sont intéressants dans la mesure qu'ils ont permis une meilleure connaissance de la race caprine locale et du troupeau. Ils ouvrent aussi de nouvelles perspectives de recherche et de développement : rapport entre mensurations et performances, orientations productives, amélioration génétique.

II.2. Performances de reproduction

Dans l'élevage étudié, les mises-bas ont eu lieu durant 40 jours à partir du 22 décembre 2014. Le nombre total enregistré est de 75 mises bas avec un pic enregistré à la fin du mois de décembre avec 57 % du total. 26 % des naissances ont été enregistrées durant la première quinzaine du mois de janvier, et 17 % pendant la deuxième quinzaine (figure 58).

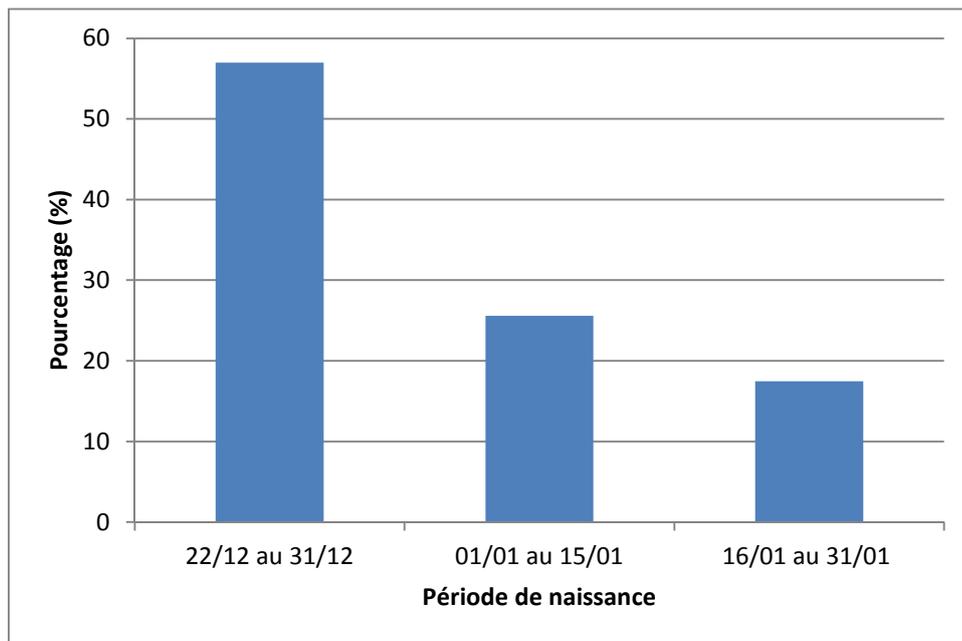


Figure 58: Rythme des mises bas

En système extensif, les reproducteurs mâles sont en permanence avec les femelles, mais les fécondations surviennent dès que la saison sexuelle (été et automne) et l'état corporel des chèvres le permettent. Les mises bas ont lieu ainsi en hiver et une partie de l'automne et du printemps. Un pic de chevrotage a été observé en janvier et février, correspondant à des fécondations en plein saison sexuelle (août-septembre), mais des naissances sont aussi observées tôt en automne et au printemps, sans que leur proportion ne dépasse 20% du total. La première mise bas survient vers l'âge de 12 à 18 mois. Une telle variabilité est liée à l'effet de l'occurrence ou non des repousses pastorales durant l'automne qui suit la période de naissance des femelles. Aussi, quand la puberté intervient au moment du repos sexuel, elle induit un décalage de la période de lutte. Ainsi, la proportion de chevrettes mettant bas avant 18 mois est en moyenne de 70%, mais peut chuter à 30% en année déficitaire en ressources pastorales, suite à un faible niveau de croissance (Madani, 1994).

II.2.1. Distribution des naissances selon le sexe

Le nombre total des naissances enregistré est 86 nouveaux nés, la proportion des mâles est estimée à 45,34 % et celle des femelles à 54,66 %, soit 39 chevreaux et 47 chevrettes.

II.2.2. Taille de la portée

La taille de la portée est un caractère génétique important. La taille de la portée à la naissance des chevreaux a varié de 1 à 2 chevreaux, La figure 59 montre la distribution des portées simples et doubles. On a constaté par ailleurs l'absence des naissances triples. Notre étude montre que la portée simple représente 74,41% avec 64 nouveaux nés, alors que la portée double est estimée à 25,59 % soit 22 jumeaux. Dans une étude réalisée sur la race marocaine Draa par Boujenane *et al.* (2001), les portées simples, doubles et triples ont représenté respectivement 36%, 57% et 7%.

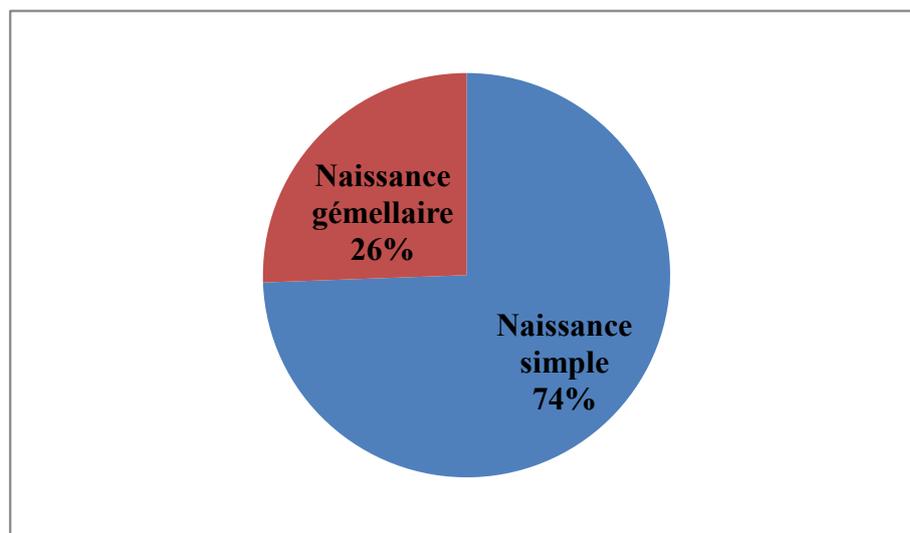


Figure 59: Fréquence des naissances selon la taille de la portée

II.2.3. Mortalité des chevreaux

Le taux de mortalité des chevreaux dans notre étude est estimé à 31.2%. Ce taux est considéré comme élevé. Chentouf *et al.* (2006) indiquent qu'un taux de mortalité de 16,2 % est atteint dans le nord du Maroc, alors que Chemineau *et al.* (1984) rapporte un taux de mortalité de 11 % chez la chèvre créole.

Dans la présente étude nous avons observé que la majorité des cas, la mortalité des chevreaux se produit aux alentours de la naissance (dans les 24 heures). Ceci pourrait être une indication de mauvaise gestion d'élevage, soit au vu du contexte alimentaire, sanitaire ou de

gestion de l'opération des mises bas. Les conditions climatiques sévères ont également dû jouer un rôle important. Alors que les nouveaux nés craignent le froid, la plupart des naissances sont enregistrées au mois de décembre et ont coïncidé avec une période de chutes de neige et une baisse des températures dans la région.

Dans les élevages extensifs du Nord-Est algérien, le taux de mortalité moyen chez les jeunes atteint parfois 40 % ; les mortalités surviennent principalement durant le premier mois de naissance et se poursuivent pendant toute la période de froid hivernal, plus particulièrement dans les élevages ne possédant pas de logements fermés (Madani *et al.*, 2015). Les élevages de plaines réalisent des niveaux de mortalités moyens et inférieurs de 15 points par rapport à ceux de montagne (Madani *et al.*, 2015). Par conséquent la productivité numérique moyenne est de 0,6 à 0,7 chevreaux par femelle. On note la supériorité des élevages de plaines par rapport à ceux de montagne, l'écart peut atteindre 25 points. Les performances varient aussi entre campagnes selon la pluviométrie qui conditionne l'offre pastorale (Madani, 1994).

II.2.4. Avortements des chèvres

Les avortements ont un impact important dans la filière caprine, car ils peuvent revêtir un aspect endémique et être responsable de lourdes pertes économiques. En élevage laitier, la perte se traduit non seulement par la non vente du chevreau, le non renouvellement des chevrettes, mais aussi, par une diminution de la production laitière, voire une non-montée de lait si l'avortement est précoce. L'origine des avortements est variée.

Dans notre étude, parmi 109 mises bas, nous avons enregistré 19 cas d'avortement, soit un taux de 14,84 %, un taux également considérable. Cela est signe d'un problème de conduite d'élevage. L'aspect sanitaire à travers la brucellose a été pointé du doigt et considéré comme une cause principale des cas des avortements. On considère trois seuils d'alerte pour les avortements :

- Moins de 5 % : les avortements sont sporadiques.
- De 5 à 15 % : les avortements sont enzootiques et il y a lieu de s'interroger quant à la présence permanente d'un agent d'avortement.
- Plus de 15 % : les avortements sont épizootiques et peuvent être liés à l'introduction de malades ou de porteurs dans le troupeau.

Dans notre étude les avortements constatés sont donc épizootiques.

Bousquet (2005) rapporte que, lors d'une enquête menée en 1994-1995 en France, 90 % des élevages ont déclaré avoir eu au moins un avortement sur en moyenne 2,3 % de leurs chèvres. 30 % des avortements ont concerné des femelles en première lactation.

II.2.5. Paramètres des performances de reproduction

A partir des chiffres retenus de l'évaluation des paramètres de reproduction du troupeau récapitulés dans le tableau 16, nous avons calculé le taux de fertilité, de prolificité et de fécondité.

Tableau 16: Evaluation des paramètres de reproduction

Paramètre	Effectif
Nombre des chèvres mises à la lutte	187
Nombre de chèvres fécondées	128
Nombre des chèvres ayant mis bas	109
Nombre des chèvres ayant avorté	19
Nombre des chevreaux nés	125
Nombre des chevreaux morts (avant le sevrage)	39
Nombre des chevreaux survivant	86

II.2.5.1. La fertilité

Ce paramètre exprime le potentiel reproductif d'un individu ou d'une population, mesuré par le nombre de descendants viables produits. Dans la présente étude le taux de fertilité est faible et estimé à 68,45%. En élevage extensif du nord-est algérien, le taux de mise bas moyen est de 60 à 70%, et cette performance est variable, selon la campagne, et selon le type de parcours ; les troupeaux de plaines enregistrent des performances supérieures de 10 à 20 points comparativement à ceux de montagne (Madani *et al.*, 2015). Charallah *et al.* (2002) rapportent également un taux de fertilité supérieur dans les élevages du sud-est algérien. Cependant, le taux de fertilité est comparable pour le système d'élevage sédentaire (60 %), alors que le semi-sédentaire et le nomade présentent un taux plus élevé (76 %). Le taux de fertilité issu de notre étude est également inférieur à celui obtenu chez les chèvres de race locale dans le nord du Maroc dont le taux de fertilité est estimé à 71 % (Chentouf *et al.*, 2006).

II.2.5.2. La prolificité

Le taux de prolificité enregistré est de 114,68 %. Charallah *et al.* (2002) ont rapporté un taux de 110 % avec des portées simples, doubles et triples alors que dans notre cas, seules des portées simples et doubles ont été enregistrées. Un taux similaire a également été obtenu par

Abi Saab et Hosri (2002) pour les chèvres de la race Baladi au Liban élevées en extensif. Chentouf *et al.* (2006) par contre ont enregistré un taux plus élevé (estimé à 125 %) pour la chèvre locale au nord du Maroc.

II.2.5.3. La fécondité

Le taux de fécondité représente le bilan de la fertilité et de la prolificité des femelles. Pour notre étude, le taux de fécondité est estimé à 77 %. Ce taux a été entraîné vers le bas par le taux de fertilité qui été très faible. Le taux de fécondité enregistré par Chentouf *et al.* (2006), est estimé à 98 %. Selon Madani *et al.* (2015), le taux de fécondité enregistré dans les élevages caprins du Nord-Est algérien est variable selon l'altitude et l'année, selon le type de parcours ; de plaines ou de montagnes et selon la qualité des ressources pastorales au moment de la lutte.

II.2.6. Conclusion

Les différences entre les résultats obtenus sur les chèvres de la race locale dans la ferme de la COOPSEL résumées dans le tableau 17 et ceux de la bibliographie peuvent être expliquées, bien entendu, par des différences génétique mais également par le type du système, la conduite alimentaire (alimentation avant et durant la période de lutte et durant la gestation) et notamment l'état de santé des animaux. En effet, ce dernier a joué un rôle important dans la faiblesse des performances enregistrées, notamment en ce qui concerne le taux de fertilité à cause des multiples avortements enregistrés, et qui se sont avérés être dus à l'atteinte du troupeau par la brucellose.

Tableau 17: Synthèse des performances de reproduction.

Chèvres mises à la lutte	Fertilité	Prolificité	Fécondité	Avortement	Mortalité
187	68,45%	114,68 %	77 %	14,84 %	31,20%

Les résultats obtenus durant la période de suivi ont mis en évidence des performances de reproduction moyennes du troupeau caprin dans les conditions d'élevage hors-sol. Les résultats sont en deçà des valeurs rapportées généralement par la bibliographie pour les races locales pour les taux de fertilité et de fécondité, alors que le taux de prolificité reste dans un niveau admis. On a enregistré également un taux d'avortement et un taux de mortalité des jeunes chevreaux assez élevés indiquant l'existence de contraintes sanitaires. Cette situation serait due à l'atteinte du troupeau par la brucellose mais elle mérite des études complémentaires pour en identifier la cause avec précision.

II.3. Performances de production laitière

II.3.1. Niveaux de production

La production laitière varie sensiblement d'une chèvre à une autre et d'un stade de lactation à un autre. Elle varie ainsi de 30 à 1655g/j pour le premier contrôle avec un CV (coefficient de variation) de 64 %, de 200 à 1810 g/j pour le deuxième avec un CV de 46 % et de 105 à 2385 g/j et un CV de 51 % pour le troisième contrôle et (tableau 18).

Tableau 18: Evolution moyenne de la production laitière dans le temps

	Semaine 3	Semaine 6	Semaine 8
Nombre d'observations	87	87	87
Minimum (gramme / jour)	30	200	105
Maximum (gramme / jour)	1655	1810	2385
Moyenne (gramme / jour)	565	869	826
Ecart-type	364	403	423
CV (%)	64,39	46,42	51,23

II.3.2. Courbe de lactation

Les moyennes de la production laitière des chèvres étudiées sont de 565 ± 364 g/j à la 3^e semaine de lactation, 869 ± 403 g/j à la sixième semaine de lactation et 826 ± 423 g/j à la 8^e semaine de lactation (figure 60). La production augmente progressivement pour atteindre le pic de lactation (869 g/j) vers la sixième semaine de lactation, après quoi, elle commence à baisser lentement au cours du deuxième mois de lactation. Mahmoud *et al.* (2014) rapportent que le pic de lactation de la chèvre Damascus est atteint également vers 5-6 semaines après la mise bas.

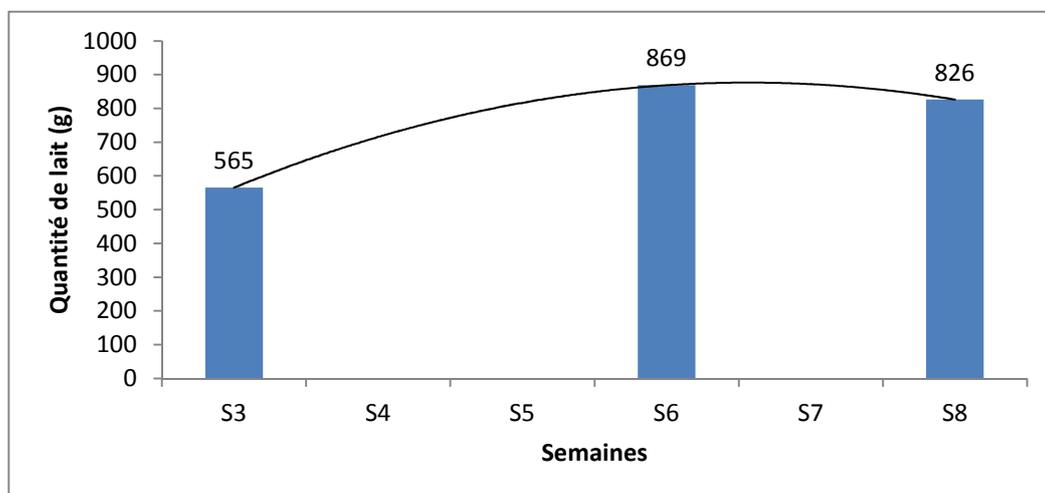


Figure 60: Evolution de la quantité moyenne de lait produite

L'évolution de la courbe de lactation pendant la période de l'étude suit le même tracé que celui rapporté par Kouri *et al.* (2019) pour la race « Bédouine » au Sud-Ouest de l'Algérie qui atteint également son pic à la sixième semaine. Cependant, les quantités de lait obtenues sont plus élevées dans notre cas. Djouza et Chehma (2018a) par contre, dans leur étude sur la race Arbia dans le Sud-Est de l'Algérie, rapportent une courbe à l'allure semblable mais qui atteint son maximum à la 12^e semaine de lactation avec des quantités supérieures par rapport à notre étude, aussi bien au début qu'au moment du pic de la lactation.

II.3.3. Conclusion

Les résultats de notre étude ont montré que la chèvre locale, dans l'état actuel, est une « productrice laitière moyenne ». Cependant, il a été mentionné un taux de variation interindividuelle très important exprimant des possibilités effectives de sélection sur cette variable dans le cadre d'un programme de sélection et d'amélioration génétique de la population caprine Arbia. Certains individus ont montré une performance exceptionnelle qui mérite d'être mieux étudiée. L'étude n'a pas été assez longue pour évaluer la durée de la lactation et les niveaux de la production laitière en élevage maîtrisé, suite au problème de brucellose qui a sévit au sein du troupeau et a conduit à sa réforme. Des études plus poussées devraient être menées afin de modéliser la courbe de lactation et d'exploiter les connaissances acquises dans la gestion de l'élevage et de la sélection génétique.

II.4. Performances de croissance

II.4.1. Effet du sexe

Les caractéristiques pondérales des jeunes chevreaux de la race Arbia sont présentées dans le tableau 19. Ce dernier montre que le poids à la naissance P0 n'est pas différent ($P > 0,05$) entre les mâles et les femelles ($2,56 \pm 0,2$ kg et $2,5 \pm 0,17$ kg respectivement). Le poids enregistré dans notre cas est similaire à celui rapporté par Djouza et Chehma (2018a) pour la même race, et par Chentouf *et al.* (2006) pour la chèvre du Nord du Maroc, mais il est supérieur à celui de la chèvre Draa élevée dans les oasis du Maroc (Ibnelbachyr *et al.*, 2007), des chèvres rousse et noires de Maradi au Niger (Marichatou *et al.*, 2002), du caprin de Lubumbashi du Congo (Kalenga *et al.*, 2015) et de la chèvre créole (Alexandre *et al.*, 1997), mais inférieur à celui des races européennes (Saanen, Alpine et Toggenbourg) (McManus *et al.*, 2008) et de la race damasquine (Birteeb *et al.*, 2015).

Tableau 19: Poids à la naissance, à 10, 21, 30, 42, 60 et 70 jours, en fonction du sexe

	Nombre	P0	P10	P21	P30	P42	P60	P70
Mâles	36	2,56±0,20	4,06±0,57	5,87±0,77	7,20±0,88	8,68±0,97	10,41±1,04	11,22±1,07
Femelles	45	2,50±0,17	3,54±0,69	4,92±0,94	5,92±1,07	6,99±1,24	8,45±1,28	9,21±1,25
		n.s	***	***	***	***	***	***

n.s : non significatif ; ******* : $p < 0,001$

A 10 jours d'âge, la différence devient significative ($p < 0,05$) avec un poids plus important chez les mâles ($4,06 \pm 0,57$ kg Vs $3,54 \pm 0,69$ kg). Le poids à cet âge pour les deux sexes est nettement supérieur à celui de la chèvre créole (Alexandre *et al.*, 1997), alors que Chentouf *et al.* (2006) notent une différence plus marquée avec un poids similaire pour les mâles et un poids moins important pour les femelles ($4,1 \pm 0,8$ Vs $3,3 \pm 0,9$ Kg). Par ailleurs, pour les poids P21, P30, P42, P60 et P70, les mâles enregistrent des valeurs nettement plus grandes que celles des femelles ($p < 0,001$). D'après notre étude, on constate également que P30 et P70, aussi bien chez les mâles que chez les femelles, sont supérieurs à ceux observé par Alexandre *et al.* (1997) chez la race créole, Chentouf *et al.* (2006) chez la race du nord du Maroc, et par Djouza et Chehma (2018a) chez la population Arbia élevée en extensif.

La figure 61 montre que les mâles naissent avec le même poids que les femelles, mais ils croissent plus rapidement. Ceci est aussi le cas de la chèvre croate multicolore (Mioč *et al.*, 2011) et la chèvre naine de l'Afrique de l'Ouest (Birteeb *et al.*, 2015), alors que Chentouf *et al.* (2006) rapportent que les mâles naissent plus lourds que les femelles chez la chèvre locale du nord du Maroc.

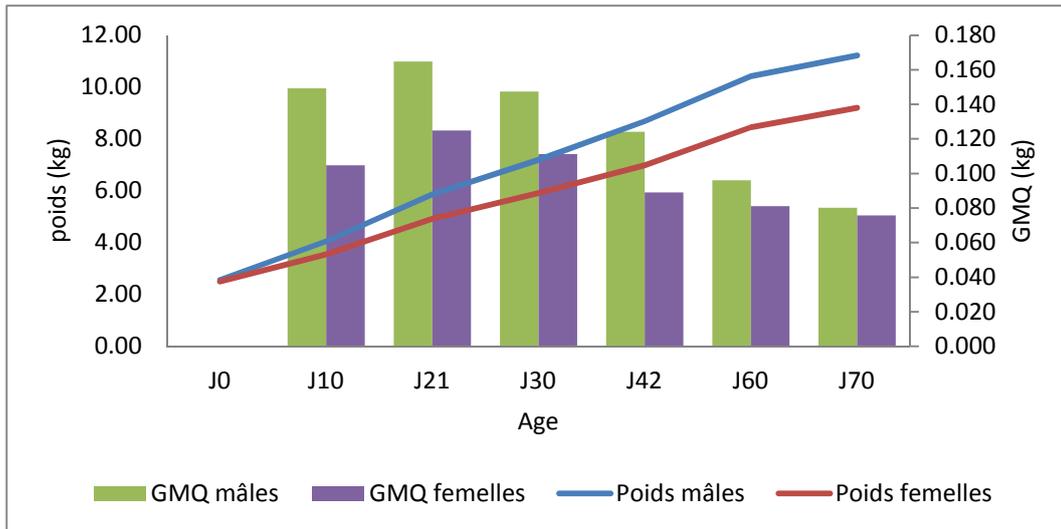


Figure 61: Evolution du poids et du GMQ avec l'âge chez les chevreaux mâles et femelles

D'après le tableau 20 et la figure 61, les mâles réalisent des GMQs plus élevés que les femelles ($p < 0,05$) sauf pour le GMQ70 qui diminue sensiblement chez les mâles pour se rapprocher de celui des femelles. En moyenne, les mâles réalisent un GMQ global (0-70 jours) plus important ($p < 0,001$) que celui des femelles ($0,124 \pm 0,015$ Vs $0,096 \pm 0,017$ kg).

Tableau 20: Evolution du GMQ en fonction du sexe

	N	GMQ ₀₋₁₀	GMQ ₁₀₋₂₁	GMQ ₂₁₋₃₀	GMQ ₃₀₋₄₂	GMQ ₄₂₋₆₀	GMQ ₆₀₋₇₀	GMQ ₀₋₇₀
Mâles	36	$0,149 \pm 0,048$	$0,165 \pm 0,035$	$0,147 \pm 0,037$	$0,124 \pm 0,034$	$0,096 \pm 0,013$	$0,080 \pm 0,013$	$0,124 \pm 0,015$
Femelles	45	$0,105 \pm 0,062$	$0,125 \pm 0,045$	$0,111 \pm 0,037$	$0,089 \pm 0,034$	$0,081 \pm 0,019$	$0,076 \pm 0,018$	$0,096 \pm 0,017$
		***	***	***	***	***	n.s	***

n.s : non significatif ; *** : $p < 0.001$

Le GMQ global enregistré dans notre étude est comparable à celui rapporté par (Chentouf *et al.*, 2006) étudié dans des conditions similaires (élevage intensif), et supérieur à celui rapporté par (Djouza et Chehma, 2018a) pour la même race mais dans des conditions d'élevage extensif. D'où l'importance d'une alimentation équilibrée pour une croissance plus rapide, aussi bien pour les femelles en lactation que pour préparer le sevrage des petits.

II.4.2. Effet du mode de naissance

L'effet du mode de naissance sur le poids à la naissance des chevreaux est clairement démontré dans notre étude. Les chevreaux simples étaient plus lourds que les chevreaux doubles. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Madibela *et al.* (2002) et Zeleke (2007) rapportés respectivement pour les races Tswana du Botswana et Somali de l'Ethiopie. La différence de poids à la naissance selon la taille de la portée est due à la petite taille et au faible poids des jumeaux dans l'utérus résultant du partage des nutriments entre les fœtus

(Robinson *et al.*, 1977; Lawrence et Fowler, 2002). Cet écart à la naissance va influencer le poids aux différents stades de croissance. Ceci est aussi le cas de la chèvre créole (Chemineau et Grude, 1985) et de la chèvre croate multicolore (Mioč *et al.*, 2011). L'écart du poids entre les naissances simples et doubles est très hautement significatif ($p < 0,001$) pour P0 et P10, mais il est en partie rattrapé à partir de P21 (tableau 21).

Tableau 21: Poids à la naissance, à 10, 21,30, 42, 60 et 70 jours, en fonction du mode de naissance.

	Nombre	P0	P10	P21	P30	P42	P60	P70
Simple	60	2,57±0,17	3,92±0,68	5,51±0,99	6,67±1,13	7,95±1,30	9,56±1,35	10,34±1,36
Double	21	2,40±0,16	3,34±0,50	4,87±0,83	5,96±1,16	7,15±1,56	8,64±1,81	9,40±1,83
		***	***	*	*	*	*	*
* : $P < 0,05$; *** : $P < 0,001$								

Le rythme de croissance au cours de la période précédant le sevrage était significativement affecté par le type de naissance et était plus élevé chez les chevreaux simples par rapport aux jumeaux. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Madibela *et al.*(2002), Zeleke (2007) et Bushara *et al.*, (2013) rapportés respectivement pour les races Tswana du Botswana, Somali de l’Ethiopie et Taggar du Soudan. Lyatuu *et al.* (1992) ont également signalé que chez la race Blended de Tanzanie et après la naissance, les chevreaux simples avaient suffisamment de lait pour se développer avant le sevrage que les jumeaux qui devaient se disputer le lait de leurs mères.

Le tableau 22 décrit les performances de croissance des chevreaux de la population Arbia en fonction de leur mode de naissance. Il montre que la différence est significative seulement pour le GMQ₀₋₁₀ ($p < 0,01$), mais ce dernier se répercute sur le GMQ₀₋₇₀ (global) qui est ainsi plus important pour les chevreaux nés simples ($p < 0,05$).

Tableau 22: Evolution du GMQ en fonction du mode de naissance.

	N	GMQ ₀₋₁₀	GMQ ₁₀₋₂₁	GMQ ₂₁₋₃₀	GMQ ₃₀₋₄₂	GMQ ₄₂₋₆₀	GMQ ₆₀₋₇₀	GMQ ₀₋₇₀
Simples	60	0,135±0,060	0,144±0,047	0,130±0,036	0,107±0,037	0,090±0,015	0,078±0,015	0,111±0,019
Doubles	21	0,094±0,050	0,139±0,041	0,121±0,052	0,099±0,042	0,083±0,024	0,077±0,020	0,100±0,025
		**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*
n.s : non significatif ; * : $p < 0,05$; ** : $P < 0,01$								

La figure 62 montre que les chevreaux nés simples ont une croissance plus rapide ($p < 0,01$) durant les 10 premiers jours comparativement à ceux nés doubles, mais par la suite les chevreaux doubles voient leur GMQ augmenter rapidement pour atteindre celui des chevreaux simples à GMQ₁₀₋₂₁, et avoir à partir de là, le même rythme de croissance. Ceci permet aux chevreaux simples de conserver un poids supérieur à ceux issus de naissances gémellaires.

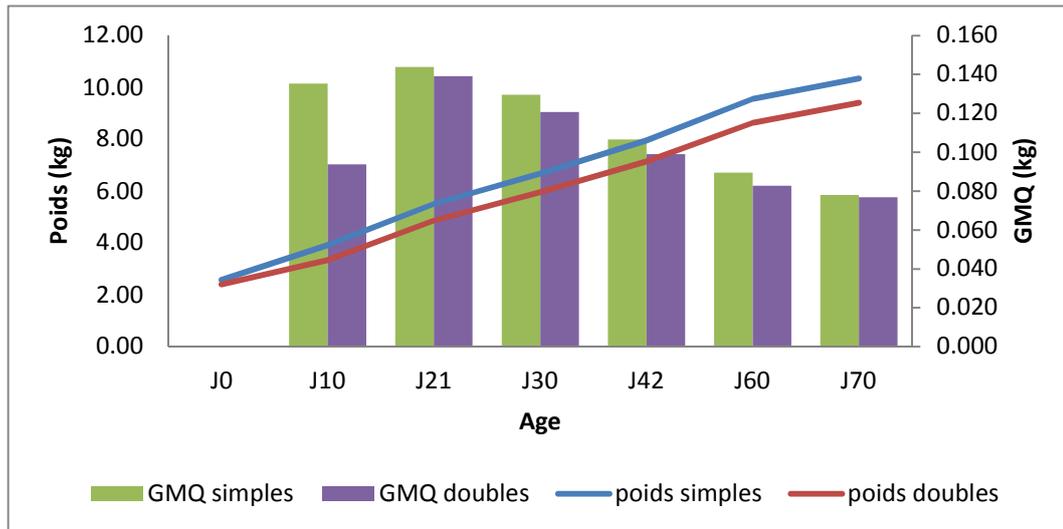


Figure 62: Evolution du poids chez les chevreaux simples et doubles.

D’après les tableaux 21 et 22 d’un côté et la figure 62 de l’autre côté on déduit que la différence du poids à 70 jours d’âge est la résultante de la différence du sexe et du poids à la naissance conjuguée à une croissance plus rapide pour les chevreaux simples durant les 10 premiers jours d’âge.

II.4.3. Relation entre les poids à âges types

Le poids à la naissance et la croissance des chevreaux sont sous l’influence de plusieurs facteurs qui sont d’ordre génétique et/ou environnemental (Andries, 2013; Meza-Herrera *et al.*, 2014). Le tableau 23 montre une corrélation moyenne et régressive entre le poids à la naissance et les différents poids au fur et à mesure que les chevreaux avancent en âge. Ceci suppose que l’environnement a un rôle important dans la croissance des chevreaux ($r_{P70 - P0} = 0,396$). La croissance des chevreaux est entre autres, fortement lié à la production laitière des mères (qualité et quantité), en particulier pendant les 40 premiers jours (Alexandre 1991).

Tableau 23: Relation entre les différents PAT des chevreaux Arbia élevés en semi-intensif.

Variables	P0	P10	P21	P30	P42	P60	P70
P0	1,000	0,556	0,523	0,497	0,434	0,416	0,396
P10		1,000	0,884	0,808	0,689	0,637	0,600
P21			1,000	0,957	0,875	0,821	0,794
P30				1,000	0,953	0,915	0,896
P42					1,000	0,979	0,972
P60						1,000	0,995
P70							1,000

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,001$

Le poids à la naissance est influencé par plusieurs facteurs (au sein d'une même population et au cours d'une même saison, la taille de la portée et l'état de la mère sont les plus importants) (Andries, 2013; Meza-Herrera *et al.*, 2014). Mais avec le temps, les chevreaux expriment leur potentiel génétique et peuvent ainsi rattraper le retard grâce à « la croissance compensatoire » (Nadon, 2017). Ce phénomène a été décrit chez les portées multiples également dans l'étude de Meza-Herrera *et al.* (2014) sur 5 races mexicaines qui rapportent que la taille de la portée n'a guère d'effet significatif sur le poids au sevrage (13 kg en l'occurrence).

II.4.4. Conclusion

La croissance de la chèvre locale Arbia se prête bien aux conditions d'élevage maîtrisé et exprime des performances qui peuvent être jugées intéressantes comparées à celles d'autres races. Comme chez les autres races caprines et chez les autres espèces de petits ruminants, de nombreux facteurs de variation modifient ces performances, entre autres, le mode de naissance et le sexe du chevreau dont l'effet a été clairement démontré dans cette étude. Nos résultats ont par ailleurs montré l'intérêt des bonnes conditions d'élevage pour améliorer les performances de croissance et ainsi la productivité de l'exploitation pour la chèvre locale.

II.5. Performance de résistance génétique à la brucellose

II.5.1. Paramètres génétiques du microsatellite A du gène SLC11A1

Au total, 8 allèles ont été détectés dans la répétition GTn de la région SLC11A1 A dans la population caprine étudiée. Le nombre effectif d'allèles était $N_e = 2,655$. Le microsatellite était très informatif avec un PIC moyen = 0,60, mais il variait de 0,45 pour Dk à 0,63 pour Me. L'hétérozygotie observée, attendue et non biaisée était respectivement de 0,569, 0,595 et 0,611. Les valeurs de FIS, FIT et FST pour l'ensemble de la population étaient respectivement de 0,044, 0,064 et 0,021. La valeur de la diversité génétique de Nei (Ht) a été déterminée à 0,608. Les races caprines étudiées ont montré un écart significatif par rapport à l'équilibre de Hardy-Weinberg (HWE) pour le microsatellite étudié. La valeur calculée du flux génique (Nm) dans la présente étude était considérablement élevée (11,743) (tableau 24).

Tableau 24: Paramètres du polymorphisme génétique de la région A du SLC11A1 chez les races caprines algériennes.

	N	Na	Ne	Ng	PIC	F _{IS}	F _{IT}	F _{ST}	Ho	He	HWE	Ht	Nm
Population totale	90	8	2,655	20	0,60	0,044	0,064	0,021	0,569	0,595	*	0,608	11,743
Me	32	7	2,934	12	0,63	0,099			0,594	0,659	*		
Ar	30	7	2,663	11	0,59	0,253			0,467	0,624	*		
Dk	14	7	1,894	7	0,45	-0,211			0,571	0,472	ns		
Mo	14	6	2,667	6	0,59	-0,029			0,643	0,625	ns		

N : Nombre de chèvres étudiées ; Na : Nombre d'allèles ; Ne : Nombre d'allèles effectifs ; Ng : Nombre de génotypes ; PIC : Contenu en information polymorphe ; FIT, FIS, FST : Statistiques F de Wright ; Ho : hétérozygotie observée ; He : hétérozygotie attendue ; HWE : Equilibre de Hardy-Weinberg ; Ht : Diversité des gènes Nei ; Nm : Nombre de migrants par génération, Me : Mekatia ; Ar : Arbia ; Dk : Naine de Kabylie ; Mo : Mozabite

Le FIS et le FIT sont une mesure de l'écart des fréquences de génotype par rapport aux fréquences panmictiques en termes de déficit ou d'excès hétérozygote. Les valeurs positives indiquent un déficit d'hétérozygotes par rapport à l'attente HWE, tandis que les valeurs négatives indiquent un excès. L'excès d'hétérozygotes a été observé dans deux populations (Dk et Mo) qui ont des valeurs négatives. La valeur FIT obtenue était proche de 0, ce qui signifie une forte présence d'hétérozygotes dans l'ensemble de la population étudiée. La valeur FST dans notre étude, estimée à 0,021, peut être considérée comme faible. Une valeur de 0 n'indique aucune différenciation, tandis que 1 indique un isolement complet. Généralement, des valeurs de FST comprises entre 0,05 et 0,3 sont typiques pour la différenciation des races des animaux d'élevage (Lenstra *et al.*, 2012). Cependant, la valeur de FST qui ressort de notre étude ne signifie pas pour autant qu'il n'existe pas de différence entre les races étudiées mais le reflet d'une pression sélective homogène pour toutes les races analysées vis-à-vis de la région génomique étudié. Les valeurs d'hétérozygotie, de PIC et de nombre d'allèles par locus

ont soutenu une forte variabilité génétique de la région A du SLC11A1 dans la population caprine indigène algérienne. Les paramètres génétiques tels que PIC, Ho et He observés dans notre étude (0,600 ; 0,569 et 0,595 respectivement) étaient plus élevés que ceux des races caprines européennes (0,480 ; 0,453 et 0,509 respectivement) et chinoises (0,530, 0,449 et 0,590 respectivement) (Vacca *et al.*, 2011; Ni *et al.*, 2019) ou celles des bovins (0,364, 0,330 et 0,412 respectivement) (Hasenauer *et al.*, 2013). Les races Mekatia (Me) et Mozabit (Mo) avaient les valeurs les plus élevées en termes d'hétérozygotie.

II.5.2. Fréquences alléliques et génotypiques

Le nombre de répétitions GT trouvées dans la région A variait de 10 à 18 pour les huit allèles identifiés (GT12 n'a pas été révélé) avec une plage de taille d'amplicon allant de 221 à 237 pb. L'allèle de 231 pb (GT15) était le plus abondant dans la population caprine locale algérienne (58,3%) tandis que l'allèle de 234 pb (GT18) était le moins abondant (0,6%). La comparaison entre races algériennes a montré que la fréquence allélique de la Naine de Kabylie était différente des autres races car elle se caractérisait par l'absence de l'allèle GT16, la présence du GT18 et la fréquence la plus élevée pour l'allèle GT15 (71,4%) (Figure 63).

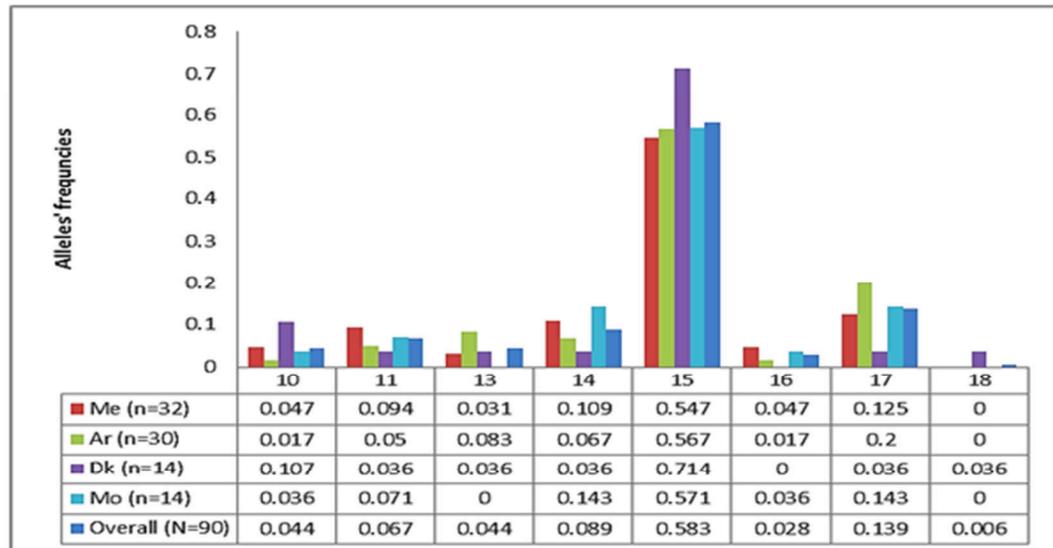


Figure 63: Fréquences alléliques du microsatellite A du gène SLC11A1 chez les 4 races caprines locales

Korou *et al.* (2010) ont détecté six allèles (GT13 à GT18) dans la région SLC11A1 A chez des chèvres grecques. Chez la chèvre Sarde, Vacca *et al.* (2011) ont identifié 8 allèles (GT11 à GT19 sauf GT13), tandis qu'Abraham *et al.* (2017) ont identifié 8 allèles (GT10 à GT19 sauf GT11 et GT13) chez la chèvre du Kerala (Inde). La figure 64 montre que l'allèle

GT10 détecté dans les races caprines algériennes n'a pas été détecté dans les autres races méditerranéennes. Cet allèle proviendrait éventuellement de la race arabe ayant une origine nubienne sachant que les chèvres locales algériennes ont un sang Nubio-Syrien (Ouchene-Khelifi *et al.*, 2018). Il a en effet été détecté uniquement chez la race Malabari du Kerala (en Inde) (Abraham *et al.*, 2017), qui serait le résultat de croisement ou d'échange de gènes entre la race locale indienne et la race arabe (Jimcy *et al.*, 2011). L'allèle GT12 était absent chez les chèvres algériennes et grecques mais présent chez les autres races, tandis que l'allèle GT13 était détecté dans ces races, et n'était pas détecté dans les autres races européennes (Korou *et al.*, 2010 ; Vacca *et al.*, 2011). Le GT18 était rare voire absent aussi bien chez les races algériennes que chez les autres races euro-méditerranéennes (figure 64).

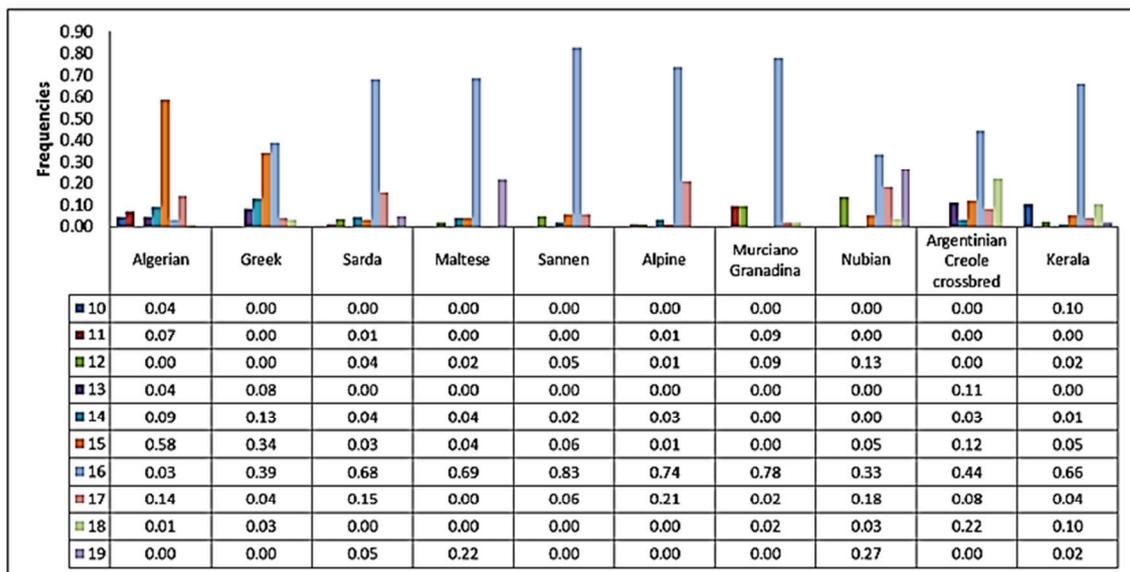


Figure 64: Comparaison des fréquences alléliques du microsatellite de la région A du SLC11A1 entre la population caprine algérienne et d'autres races dans le monde

L'allèle le plus fréquent chez les chèvres algériennes était GT15 (58,3 %), qui a également des fréquences élevées chez les races grecques (34 % à 39 %) (Taka *et al.*, 2013). Dans les autres races euro-méditerranéennes, il ne représente que 2,8, 3,9, 5,5, 1 et 5% chez les races Sarde, Maltaise, Sannen, Alpine et Nubienne, respectivement, alors qu'il était absent chez la Murciano-Granadina (Vacca *et al.*, 2011), et représente 5 et 12 % chez les races caprines indienne et argentine respectivement (Abraham *et al.*, 2017 ; Iacoboni *et al.*, 2014). L'allèle GT16 est très peu présent dans la population algérienne avec une fréquence de 3 %, alors qu'il était bien plus fréquent chez toutes les autres races caprines mentionnées dans la bibliographie (Korou *et al.*, 2010; Vacca *et al.*, 2011; Iacoboni *et al.*, 2014; Abraham *et al.*,

2017). Le GT16 présente un taux maximum chez la race Mekatia (4,7%), et est totalement absent chez la Naine de Kabylie.

Au total, 20 génotypes ont été observés. Le génotype GT15/GT15 était le plus fréquent chez les races Arbia, Naine de Kabylie et Mekatia avec respectivement 43.3, 42.9 et 37.5 %. Alors que, chez la race Mozabite, il était représenté par la même fréquence que le génotype GT14/GT15 avec une valeur de 0,286. Les génotypes les plus fréquents dans l'ensemble de la population étaient GT15/GT15, GT15/GT17 et GT14/GT15 avec respectivement 38,9 ; 14,4 et 7,8 % (Figure 65).

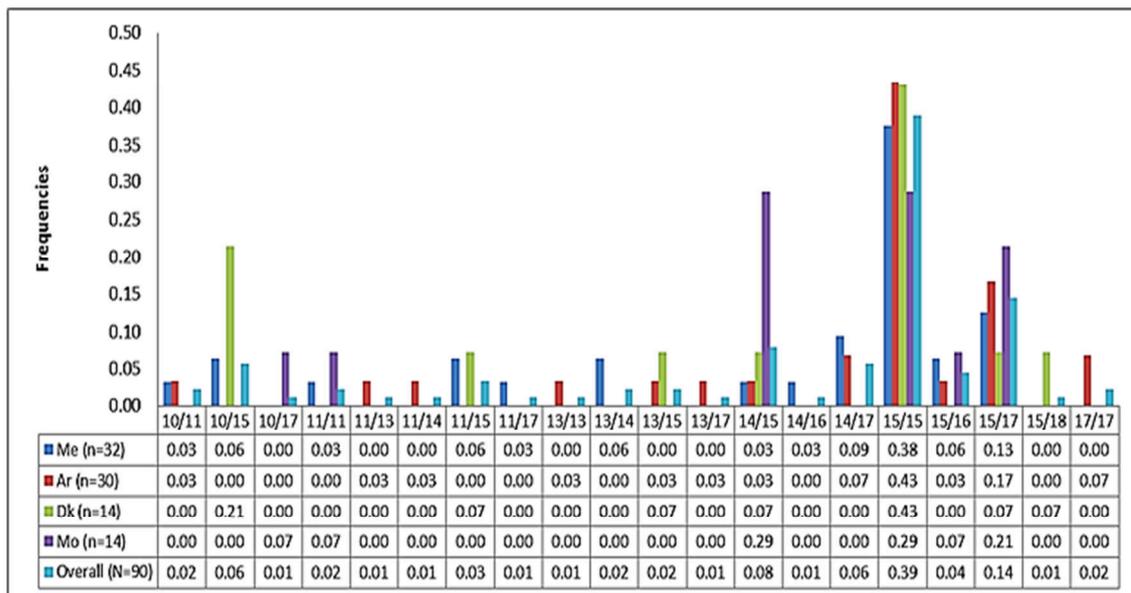


Figure 65: Comparaison des fréquences génotypiques au niveau de la région A du microsatellite du gène SLC11A1 entre les quatre races locales

Dans notre étude de la région A à la 3'UTR de SLC11A1, 8 allèles constituant 20 génotypes ont été identifiés. Chez la chèvre argentine, 21 génotypes constitués de seulement 6 allèles ont été identifiés (Iacoboni *et al.*, 2014) tandis que les races euro-méditerranéennes présentent 26 génotypes formés de 9 allèles répartis sur 7 races (Korou *et al.*, 2010 ; Vacca *et al.*, 2011).

II.5.3. Diversité génétique

Les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) basée sur les fréquences alléliques et génotypiques, sont présentés dans la figure 66. Les 2 premiers axes totalisent 77,86% de la variance ce qui est une valeur élevée pour une visualisation précise des distances réelles entre les races. Le F1 représente principalement les allèles GT10, GT14, GT15, GT16 et GT18 et les génotypes GT10/GT15, GT13/GT15, GT15/GT16, GT15/GT18 tandis que F2 représente l'allèle GT13 et les génotypes GT11/GT13, GT11/GT14, GT13/GT13, GT13/GT17 et GT17/GT17. La figure 66 montre des corrélations positives entre les allèles GT10, GT15 et GT18, entre les allèles GT11, GT14 et GT16 et des corrélations négatives entre l'allèle GT17 d'un côté et les allèles GT10, GT15 et GT18 de l'autre.

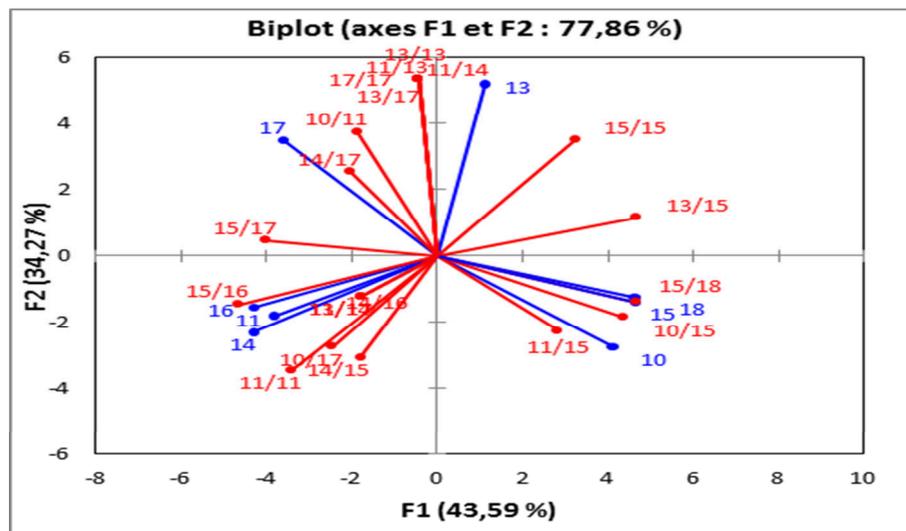


Figure 66: ACP basée sur les fréquences alléliques et génotypiques

Le dendrogramme, construit à la suite de l'ACP sur la base des fréquences alléliques et génotypiques a conduit à la description de trois clusters (Figure 67) indiquant que les races Mekatia et Mozabite regroupées dans un même cluster sont génétiquement les plus proches. L'Arbia et la Naine de Kabylie étaient cependant plus éloignées et se trouvaient dans des clusters séparés. Les races caprines Mozabite et Mekatia sont élevées dans des régions géographiquement proches qui supposent l'existence de croisements entre elles, alors que la race Naine de Kabylie est élevée dans une région relativement reculée et montagneuse du Nord-Est de l'Algérie.

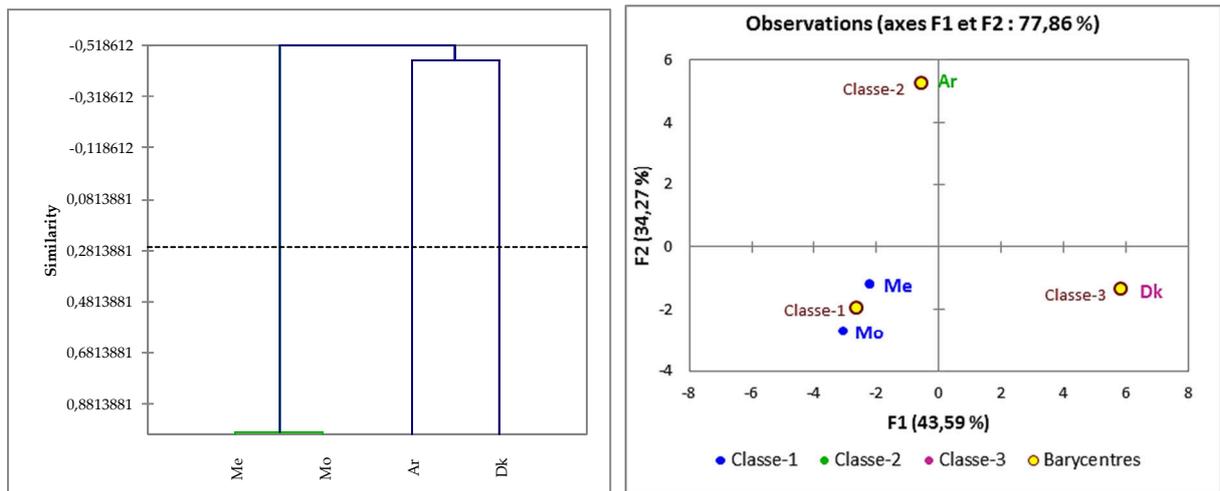


Figure 67: Résultats de la CAH montrant l'existence de 3 classes et leur projection

II.5.4. Implications dans la résistance innée à la brucellose

Le nombre de répétitions GT trouvées dans la région A de SLC11A1 variait de 10 à 18 pour les huit allèles identifiés constituant 20 motifs polymorphes. L'allèle le plus abondant dans les populations caprines indigènes algériennes était GT15 avec la plus forte proportion dans la race Dk, tandis que le génotype le plus abondant était GT15/GT15. Chez la chèvre argentine, l'analyse d'association entre les résultats sérologiques et les polymorphismes dans la région A a indiqué une association significative de l'allèle GT15 avec l'absence d'anticorps spécifiques de *Brucella* (Iacoboni *et al.*, 2014). Cependant, l'étude de la région A chez les chèvres grecques indigènes et l'association de son polymorphisme avec la résistance innée à la paratuberculose a montré qu'aucun des allèles identifiés n'était associé à la résistance (Korou *et al.*, 2010). L'allèle GT13 est moins représenté dans la population caprine algérienne puisqu'il ne représente que 4,4%. Cet allèle est absent dans les races euro-méditerranéennes (Vacca *et al.*, 2011) sauf dans la race grecque représentant 8%. Chez les bovins, le GT13 est l'allèle le plus fréquent et représente dans certaines races 100 % de la population (Pazzola *et al.*, 2009) et a été associé à la résistance à la brucellose, tandis que GT14 et GT15 ont été associés à la sensibilité (Barthel *et al.*, 2001).

II.5.5. Conclusion

L'étude de la génétique de la résistance aux maladies et à la brucellose a montré des résultats intéressants et prometteurs. En effet, l'analyse de la variabilité génétique du microsatellite situé dans la région A à la 3'UTR du gène SLC11A1 chez les quatre races caprines locales algériennes a montré qu'il était hautement polymorphe et des allèles associés

à une résistance génétique contre la brucellose chez d'autres races ou espèces ont été détectés chez la chèvre locale, notamment chez la population du Nord-Est algérien, (l'Arbia et la Naine de Kabylie). Le polymorphisme élevé de la région "A" indique une opportunité de développer des études d'association entre les allèles observés et la résistance naturelle contre la brucellose ou d'autres maladies infectieuses. En outre, le niveau élevé de variabilité génétique est une opportunité prometteuse pour développer un programme d'amélioration génétique à utiliser en plus des autres mesures classiques de contrôle et d'éradication de la brucellose. D'autre part, il serait intéressant d'étudier la structure génétique de 3'UTR du gène SLC11A1 dans les populations étrangères présentes dans le pays, puisque ces races, en plus d'être de plus en plus élevées par des éleveurs algériens principalement pour la production laitière, affectent les populations indigènes par les croisements incontrôlés.

III. Mise en place d'un schéma de sélection

III.1. Mise en contexte

Le cheptel caprin local est constitué d'un petit nombre de races ou de populations locales souvent hétérogènes mais bien adaptées aux conditions de leur habitat. Par ailleurs, leurs performances sont plus faibles comparativement à celles des races améliorées, qui exigent cependant des conditions d'élevage plus maîtrisées. Cette faiblesse est due au fait que les performances de production réalisées sont en rapport avec les ressources disponibles en élevage pastoral, mais également au fait que le cheptel caprin n'a pas bénéficié d'un programme d'amélioration génétique. D'après les résultats de notre étude au niveau du volet relatif aux performances zootechniques, le cheptel local est caractérisé par une variabilité génétique inter et intra-population élevée et un taux faible d'homozygotie, donnant une marge de manœuvre importante pour réaliser des progrès génétiques orientés vers l'amélioration de l'efficacité des populations dans l'usage des ressources et l'adaptation aux systèmes d'élevage pratiqués.

D'autre part, notre étude du comportement du consommateur a révélé certaines contraintes liées à la qualité organoleptique des produits caprins qui s'opposent à leur consommation, et qu'il est nécessaire de résoudre afin de permettre au consommateur d'en profiter. Ceci permettra aussi de remplacer une partie des produits bovins et ovins consommés par des produits caprins vu que ces derniers pourraient constituer une alternative intéressante de point de vue nutritionnel, économique et environnemental, et contribuer ainsi à la sécurité alimentaire de l'Algérie.

Devant cette situation, un programme d'amélioration génétique est nécessaire afin d'améliorer la productivité des chèvres locales et la qualité de leurs produits. Les enjeux liés à un tel programme peuvent être multiples :

- L'amélioration de la productivité laitière et viandeuse afin de propulser les filières caprines;
- La conservation des races locales et le maintien de leur capacité d'adaptation au milieu ;
- La réduction de la dépendance à l'étranger et limiter la pollution génétique par les races exotiques ;
- Améliorer la soutenabilité de l'élevage caprin.

Avant la mise en place de tout programme d'amélioration génétique, il est important de procéder d'abord à l'encadrement des éleveurs en vue de l'amélioration de la conduite de leurs troupeaux (alimentation, reproduction, prophylaxie, bâtiments d'élevage,...). Il est également important de les sensibiliser de l'intérêt de l'amélioration génétique de leurs animaux afin d'en améliorer la productivité et ainsi la rentabilité de leurs exploitations. Une fois que la productivité des animaux atteint des niveaux acceptables et optimisés à travers l'amélioration des conditions d'élevage (chez les éleveurs voulant intégrer le programme de l'amélioration génétique), l'amélioration génétique entre en jeu pour augmenter davantage la productivité. Ces deux activités se feront en même temps pour gagner du temps.

III.2. Mise en place du programme d'amélioration génétique

Elle s'effectue en 3 étapes :

III.2.1. Enquête

L'enquête est nécessaire afin de mieux connaître le contexte, les objectifs et les modes d'élevage. Cette enquête devrait permettre de comprendre la perception et les attentes qu'ont les éleveurs de la population caprine locale, et d'identifier les éleveurs intéressés par la mise en place du programme de l'amélioration génétique. L'enquête va aussi nous permettre (plus elle est élargie, mieux c'est) d'avoir une idée sur le potentiel génétique et zootechnique qui existe au niveau des régions enquêtées afin de mieux appréhender notre programme de sélection et apporter des éléments pour faire le choix du mode de sélection à suivre soit en intra ou inter race. Ceci est primordial afin de déterminer les objectifs de l'amélioration génétique et donc la stratégie à suivre.

III.2.2. Création du réseau d'éleveurs

Il est important avant de se lancer dans un programme d'amélioration de la production qu'un réseau d'éleveurs soit créé. Les éleveurs y appartenant doivent se mettre d'accord pour suivre un cahier des charges préétabli (qui comprend entre autres une définition précise du standard de la race, La population caprine algérienne du Nord-Est n'étant pas une race officielle, il faudrait donc définir le standard de la race). Ce réseau est d'autant plus important qu'il contient plus d'éleveurs et surtout le plus d'animaux possible.

III.2.3. Mise en place du contrôle de performances et de l'évaluation des reproducteurs

Le contrôle de performances consiste à collecter les mesures concernant les critères de sélection sur les animaux en ferme ou en station de contrôle individuel ou sur descendance (testage). Quand l'information ne peut pas être mesurée directement sur l'animal, le contrôle sur descendance permet d'évaluer l'animal sur les performances de sa progéniture (comme la production laitière des filles d'un bouc laitier). Le contrôle de performance nécessite l'identification de tous les animaux, ce qui se fait par l'attribution d'un numéro unique et habituellement par l'apposition d'une boucle posée à l'oreille. Pour une meilleure efficacité de sélection, le pedigree des animaux doit être enregistré, de façon à prendre en compte dans le calcul des index non seulement l'information individuelle mais aussi celles des animaux apparentés. Ceci augmentera la précision de l'index, et donc la réponse à la sélection. Une fois le contrôle de performances effectué et les index calculés, les meilleurs animaux destinés à produire la prochaine génération sont choisis et leurs accouplements planifiés.

III.2.3.1. Sélection en race pure

En race pure, les reproducteurs proviennent de la même population. Ces races sont souvent les plus à même de produire en milieu difficile, du fait de leur adaptation de longue date à ces milieux (Verrier *et al.*, 2005). La sélection en race pure entraîne un progrès génétique régulier et cumulatif, visible sur le long terme. Pour obtenir une réponse importante à la sélection, il faut avoir un intervalle de génération court, une forte variabilité génétique, une forte intensité de sélection (différence entre la moyenne des reproducteurs et la moyenne de la population) et une bonne précision de l'index. Cependant, Il est impossible d'améliorer tous ces paramètres à la fois. Par exemple, instaurer un testage sur descendance va améliorer la précision de l'index mais va en même temps augmenter l'intervalle de génération. C'est donc pour cela qu'il est nécessaire d'optimiser les programmes de sélection pour trouver un optimum sur l'ensemble des paramètres.

N'impliquant qu'une seule race, la sélection est souvent plus facile à organiser que les systèmes de croisement mais demande des investissements importants qui ne peuvent être dégagés sans l'intervention des pouvoirs publics. Néanmoins, l'amélioration simultanée de nombreux caractères différents peut être longue et difficile (Verrier *et al.*, 2005). Vu la taille importante de la population Arbia, le problème de consanguinité peut facilement être évité. La

consanguinité peut être contrôlée en évitant l'accouplement d'animaux étroitement apparentés, et en augmentant le nombre de reproducteurs sélectionnés (Gunia, 2012).

Les programmes de sélection peuvent se structurer différemment suivant les fonctions opérées par les éleveurs. On distingue ainsi les programmes de sélection sans noyau de sélection (éleveurs reproducteurs-sélectionneurs) et les programmes de sélection en structure pyramidale (avec noyau de sélection). Cette seconde organisation est plus difficile à mettre en place mais plus efficace. Les éleveurs se scindent en au moins deux groupes : un groupe d'éleveurs sélectionneurs, chargés de produire des reproducteurs, et un groupe d'utilisateurs, qui achètent des reproducteurs aux sélectionneurs. Si les sélectionneurs ne fournissent pas suffisamment de reproducteurs aux utilisateurs, un groupe intermédiaire d'éleveurs multiplicateurs peut être créé. Ce groupe achète des reproducteurs au groupe de sélectionneurs et vend leur descendance aux utilisateurs (Figure 68). Les sélectionneurs produisent des lignées mâles et femelles en race pure, les multiplicateurs les croisent, et revendent aux utilisateurs des animaux croisés. Le groupe d'éleveurs sélectionneurs constitue le noyau de sélection. Ces éleveurs sont chargés de l'amélioration génétique de la race. Le pedigree et les performances des animaux sont enregistrés. Le remplacement des animaux se fait au sein même du groupe dans le cas d'un noyau de sélection fermé. Dans le cas d'un noyau de sélection ouvert, les meilleurs animaux provenant du groupe d'utilisateurs peuvent passer dans le noyau de sélection. Cela suppose qu'un contrôle de performance est mis en place chez les utilisateurs. Le progrès génétique réalisé dans le noyau de sélection est diffusé aux éleveurs des autres groupes lors du transfert de reproducteurs. Ces animaux peuvent être vendus, loués, ou laissés à l'éleveur pour une durée limitée, avant d'être utilisés pour la reproduction dans un autre troupeau. Certaines biotechnologies de la reproduction, telles que l'insémination artificielle, la super-ovulation et le transfert d'embryons améliorent la diffusion du progrès génétique.

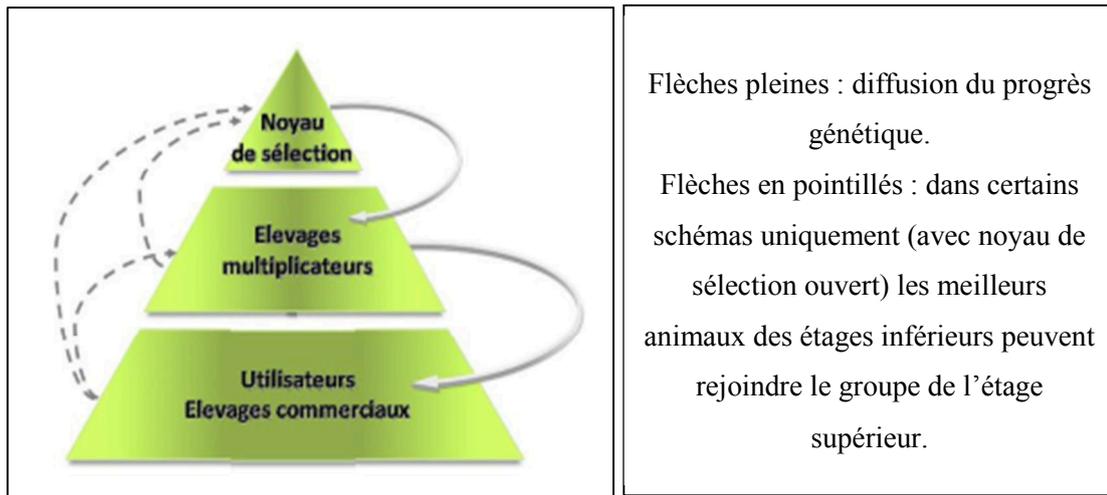


Figure 68: Organisation pyramidale de la sélection (Verrier *et al.*, 2005)

III.2.3.2. Croisement

Les systèmes de croisement consistent à exploiter la variabilité génétique entre races pour bénéficier à la fois de la complémentarité des aptitudes de chacune des races et de l'effet d'hétérosis sur certains caractères (Sellier, 1992). Le croisement permet une amélioration notable visible dès la première génération. C'est la méthode la plus rapide pour obtenir un changement génétique (Wiener et Rouvier, 2009). On valorise par exemple la complémentarité des races en utilisant une race paternelle aux aptitudes bouchères bien développées et une race maternelle aux bonnes qualités maternelles et de reproduction (Gunia, 2012). La vigueur hybride ou effet d'hétérosis est le fait que la performance moyenne d'un ensemble d'animaux croisés soit supérieure à la moyenne des performances des deux races parentales. Cet effet peut être particulièrement intéressant quand il élève la performance des animaux croisé au-dessus de celle de la meilleure race parentale. L'hétérosis est maximum en première génération de croisement (F1) et a un effet plus marqué sur les caractères de reproduction et les aptitudes maternelles que sur les caractères de production (Minvielle, 1990). Cependant, les croisements doivent être extrêmement bien organisés pour atteindre l'objectif voulu et maintenir un nombre suffisant d'animaux garantissant le renouvellement des troupeaux de race pure.

Le croisement peut en effet être considéré comme une menace pour la gestion des races locales (Scherf *et al.*, 2005). Pour le caprin algérien, les programmes de croisement, notamment avec les populations exotiques, risquent de mettre en péril la diversité génétique des populations locales, poser un problème de renouvellement des reproducteurs et induire

une dépendance envers les pays exportateurs de la génétique caprine (Madani *et al.*, 2015). Ainsi, il serait préférable d'opter pour le croisement dans des situations bien déterminées où le débouché des animaux est bien contrôlé. Exemple des fermes pilotes ou d'éleveurs privés à conditions de s'engager à ne pas vendre les animaux croisés à d'autres éleveurs. Le croisement en vue de l'amélioration génétique est notamment recommandé dans le cadre de croisement industriel pour produire des chevreaux F1 destinés à l'abattage en vue de la production de la viande.

III.3. Quel programme pour quelle vocation ?

Dans le cas de la chèvre locale du Nord-Est algérien (principalement Arbia), un programme de sélection est plus recommandé pour améliorer ses performances. La population Arbia, à usage mixte devrait être sélectionnée dans l'optique de préserver sa vocation mixte naturelle, tel est le cas de la montbéliarde chez les vaches. La vocation mixte répond mieux à nos systèmes qui sont extensifs à semi extensifs, caractérisés par une double spécialité lait-viande. Il faut en effet éviter de suivre la même optique que les programmes européens de sélection génétique. Les races européennes ont, en effet, été développées pour des systèmes laitiers spécialisés où le cheveau, abattue à un très jeune âge (6 à 8 semaines), constitue un sous-produit de l'élevage laitier. Cependant, pour répondre éventuellement aux besoins plus spécifiques des élevages « spécialisés » qui pourraient se développer dans le futur, il est envisageable en seconde étape de sélectionner des types à tendance laitière ou à tendance viande. Il faudrait de toute façon éviter le croisement qui risque de provoquer une pollution génétique de la race, nécessite des précautions particulières et une maîtrise des échanges des animaux croisés. Cependant, dans le cas où l'on juge de la nécessité du croisement, il faut privilégier le croisement entre races locales plutôt qu'avec les races exotiques. Dans ce cas, il est nécessaire que la seconde race soit amélioratrice, donc sélectionnée, ou du moins bien caractérisée avec un potentiel génétique avéré. Puisque à l'état actuel, les races locales sont d'une productivité similaire. L'autre race du Nord-Est algérien ; « la Naine de Kabylie », bien qu'elle n'ait pas été étudiée dans notre thèse, elle devrait être améliorée pour susciter l'intérêt des éleveurs et soit ainsi préservée. C'est une race avec une productivité laitière moins importante que la race Arbia, mais devrait être bien étudiée afin d'identifier des individus à productivité intéressante. Par contre, selon la bibliographie (Moula *et al.*, 2017), ses qualités bouchères, sa prolificité et sa docilité sont intéressantes et pourrait donc être sélectionnée dans ce sens ou « utilisée pour des croisements ».

III.3.1. Amélioration génétique de la production de viande (croissance)

L'amélioration des performances viandeuses ou de croissance des chevreaux de la race Arbia, devrait se faire, en plus de l'amélioration de l'environnement de l'élevage, par sélection. Cela pourrait passer par l'amélioration des aptitudes laitières des mères en vue d'en faire de bonnes chèvres allaitantes. En sélectionnant sur la production laitière, les performances de croissance se verront automatiquement s'améliorer. On peut également sélectionner sur la croissance des chevreaux directement.

Dans un objectif de sélection pour améliorer les performances de croissance, il est nécessaire d'établir un contrôle de performances avec la collecte des informations suivantes : Nom ou numéro de l'éleveur, Numéro du chevreau, Numéro du père, Numéro de la mère, Numéro de mise bas de la mère, production laitière, Date de naissance du chevreau, Sexe, Mode de naissance, Date de la pesée, Poids à la pesée, Date de mortalité.

Ces informations, collectées tous les 21 jours, seront utilisées pour le calcul des poids aux âges-types 10, 30 et 90 jours et les GMQ₁₀₋₃₀ et GMQ₃₀₋₉₀. La base de données qui sera constituée servira à la détermination des facteurs de l'environnement qui influencent les différents caractères et l'estimation des paramètres génétiques et phénotypiques nécessaires pour une évaluation génétique et pour le choix des meilleurs reproducteurs.

III.3.2. Amélioration génétique de la production laitière

La race Arbia semble avoir une production et des aptitudes laitières intéressantes. Elle pourrait jouer donc le rôle d'une race laitière locale. Cependant, ses performances laitières nécessitent une étude plus approfondie, notamment en ce qui concerne la composition du lait. En effet, la connaissance du taux butyreux et du taux protéique est essentielle afin d'évaluer la performance de la chèvre Arbia à sa juste valeur, mais aussi pour explorer la possibilité de la transformation du lait et la fabrication du fromage.

L'amélioration des performances laitières de cette chèvre devrait se faire par sélection, qui est plus intéressante en termes de préservation de la diversité locale et moins difficile dans sa gestion que le croisement, notamment à l'étape actuelle. Pour cela, il est nécessaire de mettre en place un contrôle laitier pour détecter les meilleurs animaux. Le contrôle concerne essentiellement la quantité de lait, le taux protéique et le taux butyreux. Les informations à enregistrer sont donc les suivantes : Numéro de la chèvre, Race de la chèvre, Numéro du père,

Numéro de la mère, Nom ou numéro de l'éleveur, Date de mise-bas, Numéro de lactation, Nombre de traites par jour, Nombre de chevreaux allaités, Date de sevrage des chevreaux, Quantité de lait, Qualité du lait (TP et TB), Date de tarissement.

Le contrôle laitier chez les chèvres laitières est presque identique à celui pratiqué chez les vaches laitières, avec des différences mineures. L'une d'entre elles concerne la durée de la lactation. Plusieurs types de contrôles laitiers peuvent être appliqués : A4/B4/C4/E4, A5/B5/C5, A6/B6/C6, AT4/BT4/CT4/DT4. Le contrôle laitier de référence est le contrôle A4. Il consiste en la pesée du lait obtenu à chaque traite réalisée en 24 heures par un agent agréé. La régularité des visites est de 4 semaines, avec un intervalle toléré allant de 28 à 34 jours. La quantité de lait, exprimée en kg, doit être mesurée en utilisant un instrument dont la précision est de 20 g. Un échantillon de lait est prélevé pour l'analyse du taux butyreux et du taux protéique. Cette analyse doit se faire sur le même échantillon qui est issu du mélange des laits de chaque traite. En l'absence de l'allaitement, le contrôle ne peut pas commencer avant le 10ème jour après la mise bas. En cas de l'allaitement, le contrôle ne doit pas débuter avant le 40ème jour après la mise bas. Dans ce dernier cas, la production durant l'allaitement est estimée. La période de la lactation prend fin si la durée de lactation maximale est atteinte, si la chèvre a cessé de produire du lait ou si elle produit moins que 0,2 kg/jour ou moins de 0,05 kg/traites. Le contrôle laitier d'une chèvre ou du troupeau peut être interrompu pour une période n'excédant pas 75 jours. L'interruption peut aller jusqu'à 100 jours dans le cas d'une restriction vétérinaire. Pour estimer la lactation, un minimum de trois contrôles est nécessaire. La quantité de lait par lactation est calculée par la méthode de Fleischmann (comme chez les bovins laitiers). La durée de lactation est au minimum de 150 jours et au maximum de 240 jours. Lors d'un contrôle laitier, les valeurs minimales et maximales tolérées sont :

- Taux butyreux : minimum : 2,0% ; maximum : 9,0%
- Taux protéique : minimum : 1,0% ; maximum : 7,0%

III.4. La résistance génétique dans la sélection des caprins

La soutenabilité des systèmes d'élevage caprin est à rechercher à travers la mise en œuvre de techniques innovantes limitant l'investissement financier et l'apport d'intrants pour préserver l'équilibre entre le milieu et les productions animales et végétales. L'objectif n'est plus désormais de soustraire les animaux aux contraintes du milieu d'élevage mais de les choisir pour leur adaptation à ces contraintes. La brucellose représente particulièrement une contrainte majeure pour l'élevage caprin en Algérie (du fait du risque pathologique pour

l'animal, pour l'homme et des pertes économiques subies à la filière (avortements, baisse des productions, interdiction de certains produits). Par ailleurs, depuis quelques années, la maîtrise des pathologies animales passe par la manipulation des équilibres hôtes-parasites par combinaison de diverses stratégies. La résistance génétique des caprins à la brucellose s'inscrit dans cette nouvelle démarche et y tient un rôle majeur. La mise en évidence d'une variabilité génétique de ce caractère est d'une importance capitale et très prometteuse pour limiter l'impact de la brucellose dans les élevages caprins. La sélection génétique est donc une solution intéressante pour réduire l'utilisation des antibiotiques et améliorer la santé des animaux. Contrairement aux autres mesures qui n'offrent que des solutions à court terme, la sélection génétique offre une solution durable (Gunia, 2012). C'est pourquoi la sélection doit être conçue dans une lutte intégrée contre la maladie, combinant au mieux les différentes méthodes de lutte. L'intégration de la résistance génétique pourrait se faire en l'incluant dans le schéma global de l'amélioration des performances zootechniques par l'utilisation des index combinés en accordant à chaque caractère ou groupe de caractère un coefficient en fonction de l'importance accordée à un moment donné à tel ou tel caractère. L'indice d'évaluation génétique intégrant la résistance génétique peut prendre cette forme : $\text{Index} = 6 * \text{Conformation} + 4 * \text{Qualités maternelles} + 1 * \text{Résistance aux maladies}$ (Gunia, 2008).

III.5. Conclusion

La mise en place d'un schéma de sélection nécessite des moyens humains et matériels considérables. Des éléments et des outils organisationnels fondamentaux ou destinés à rendre plus efficace le programme de sélection génétique, sont à considérer :

- Création d'organisme de sélection ;
- Création d'associations de race ;
- Définition des objectifs avec chaque association de race : des objectifs de maintien de la diversité génétique et / ou d'amélioration de caractères ;
- Choisir une région d'élevage adéquate qui peut adopter telle ou telle race sélectionnée.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'élevage caprin en Algérie est bien ancré dans la tradition de l'élevage et bien intégré dans les territoires ruraux. Il est mené essentiellement en système pastoral extensif. Cependant, des différences dans la conduite existent en rapport avec l'environnement socio-écologique des terroirs et des exploitations d'élevage. Ceci dit, les systèmes d'élevage s'adaptent à leurs environnements pour maintenir leur existence et aussi leur efficacité.

Les filières caprines algériennes sont en train de subir progressivement des mutations profondes. Ces mutations motivées par une demande croissante du marché sur les produits caprins et par un modèle d'agriculture, de plus en plus tournée vers l'économie de marché ont créé une dynamique tout au long des filières caprines : élevage, transformation et éventuellement chez les intermédiaires. Dans cette dynamique, ces filières subissent parfois des difficultés d'adaptation. C'est une phase transitoire et les acteurs des filières caprines réagissent à des vitesses différentes. Ceci est particulièrement perceptible au niveau du maillon du système d'élevage qui a du mal à répondre à la demande de l'aval de la filière en quantité et en qualité, sachant que les systèmes d'élevage subissent à leur tour l'impact de contraintes externes (offre pastorale variable et généralement limitée, variations inter et intra-annuelle des prix des aliments complémentaires, génétique locale à améliorer,...). Face à cette situation et en l'absence de suivi et d'accompagnement, des solutions conjoncturelles avec des conséquences négatives à moyen et à long termes sont adoptées ; exemple de l'importation de races exotiques alors que l'Algérie possède un grand cheptel caprin adapté aux différents territoires géographiques et se caractérisant par une diversité inter et intra-raciale intéressante. Par ailleurs, les performances zootechniques des races locales sont en rapport avec les ressources qu'offre le système d'élevage extensif et sont ainsi donc concrètement méconnues.

C'est dans ce contexte que notre étude avait pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance du caprin local, en particulier, celui du Nord-Est algérien.

L'étude morpho-métrique a permis l'identification de trois types morphologiques variant selon un gradient de format. Cette étude est importante dans la mesure que l'on peut s'y référer afin de réaliser une première sélection et identifier les individus à retenir ou au contraire à réformer pour garantir une productivité acceptable du troupeau. Cette étude a permis également de conclure que la population Arbia est caractérisée par un format général intéressant qui pourrait être synonyme de potentialités zootechniques intéressantes. Ce constat

est soutenu par une variabilité interindividuelle intéressante qui constitue un élément clé dans les programmes de sélection génétique.

Globalement, notre étude a permis de caractériser les différents niveaux de performances zootechniques de la population Arbia du Nord-Est algérien: croissance, reproduction, production laitière, résistance à la brucellose dans une situation d'élevage maîtrisé. Nous avons conclu que d'une façon générale, chez cette population, n'ayant pas subi une sélection préalable, les performances sont de moyennes à bonnes et peuvent encore être améliorées grâce à différents leviers dont l'impact pourra être perceptible à court ou à moyen termes. Il est à noter que l'expérimentation n'a pas duré assez longtemps afin de corriger les différents problèmes rencontrés et les erreurs commises, sachant qu'en pratique il n'est pas évident de démarrer un élevage caprin maîtrisé en ayant un contrôle parfait sur tous les facteurs. Par ailleurs, notre étude a montré l'existence d'une variabilité très intéressante entre individus et qui est considérée comme étant un élément important pour entamer un programme de sélection. En effet, notre étude a conclu que les performances enregistrées sont largement perfectibles. Elle a également souligné l'importance d'inclure des caractères « non-conventionnels » ; à savoir la résistance génétique à la brucellose dans le schéma de sélection pour un élevage plus résilient et plus durable. Cependant, l'inclusion de ce caractère n'exclue pas d'autres qui pourraient être jugés importants et dont l'intégration pourra être faite au cours de la réalisation du schéma de sélection afin de corriger des erreurs éventuelles commises lors de la conception du programme.

A travers notre étude de l'élevage caprin à la ferme de la COOPSSSEL, nous avons pu conclure que cet élevage se trouve dans une situation sanitaire et prophylactique perfectible. La gestion des maladies est un des principaux défis. En effet, l'application stricte d'un bon plan sanitaire et des mesures prophylactiques est nécessaire. Cette étude fait ressortir l'indispensable collaboration entre l'éleveur et le vétérinaire en ce qui concerne la conduite sanitaire. Il est nécessaire de démarrer avec le minimum de pathologies majeures, connaître les maladies présentes dans le troupeau et empêcher leur transmission aux animaux introduits et éviter d'introduire de nouvelles. Par ailleurs, il faudrait souligner le manque de vétérinaires ayant une expérience en pathologies caprines vu que cette espèce soit le plus souvent conduite en système extensif.

Notre étude permet également de conclure qu'afin de mieux utiliser la chèvre locale et en améliorer la productivité, des actions doivent être réalisées. Elles vont de l'amélioration de la gestion de l'alimentation et de l'élevage afin de mieux valoriser le potentiel génétique, à l'amélioration génétique qui est absolument souhaitable dans le cas de la race Arbia ayant montré une diversité individuelle recherchée dans de tels programmes. La situation actuelle nécessite également l'organisation des éleveurs en associations et/ou en coopératives pour mettre en commun les moyens de production, défendre les intérêts communs et faciliter le transfert de la technologie. Ce mode d'organisation faciliterait le soulèvement des préoccupations des acteurs de la filière caprine aux décideurs qui prendraient ainsi des décisions adaptées et éviter de transposer des politiques menées pour les autres filières.

Enfin, l'élevage caprin est appelé à jouer un rôle plus important dans les années à venir en raison de la situation actuelle que connaît l'Algérie caractérisée par un équilibre incertain entre offre et demande, et qui risque de s'empirer avec la croissance démographique, le changement climatique et la réduction des ressources. L'élevage caprin à travers la diversité des systèmes, des races locales, des environnements d'élevage, et étant pratiqué dans des environnements moins favorables à l'élevage d'autres espèces est un atout pour la sécurité alimentaire locale et nationale et pourrait être un complément, et même, un pourvoyeur principal de lait et de viande qui permettra de réduire la facture d'importation de ces produits stratégiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abi Saab, S., & Hosri, C. (2002). Effets du système d'élevage sur la prolificité des chèvres et la croissance des chevreaux Baladi au Liban. In *Rencontre Recherche Ruminants 2002*.
- Abraham, A., Naicy, T., Raghavan, K. C., Siju, J., & Aravindakshan, T. (2017). Evaluation of the association of SLC11A1 gene polymorphism with incidence of paratuberculosis in goats. *Journal of Genetics*, 96(4), 641-646.
- Adams, L. G., & Templeton, J. W. (1995). Genetic resistance to bacterial diseases of animals. *Rev Sci Tech*, 7(1), 200-219.
- Aissaoui, M., Deghnouche, K., Boukhalfa, H. H., & Saifi, M. (2019). Growth Performance of Goat Local Breed Reared in Southeastern Algeria. *World Journal of Environmental Biosciences*, 8(2), 59-66.
- Ait Amrane, A., Hammoudi, S. M., Belhamiti, B. T., Selles, S. M. A., Benia, A. R., & R, K. (2013). Seasonal variation of plasma testosterone levels in Algerian male Arabia goats. *African Journal of Biotechnology*, 12(48), 6785-6790.
- Alexandre, G. (1991). Croissance pré-sevrage des chevreaux en Guadeloupe. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, spécial*, 57-62.
- Alexandre, G., Aumont, G., Fleury, J., Mainaud, J. C., & Kandassamy, T. (1997). Performances zootechniques de la chèvre Créole allaitante de Guadeloupe. Bilan de 20 ans dans un élevage expérimental de l'INRA. *Productions Animales*, 10(1), 7-20.
- Alexandre, G., & Mandonnet, N. (2005). Goat meat production in harsh environments. *Small Ruminant Research*, 60 (1-2 SPEC. ISS.), 53-66.
- Amirat, Z., Lakhdari, Y., & Khemmar, F. (2001). Cycle saisonnier de l'activité sexuelle chez le bouc de race Bédouine. In *Rencontre Recherche Ruminants 2001*.
- Amroun, T. ., & Zerrouki, N. (2014). Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. In *Rencontre Recherche Ruminants 2014*.
- Andries, K. M. (2013). Growth and Performance of Meat Goat Kids from Two Seasons of Birth in Kentucky. *Sheep & Goat Research Journal*, 28, 16-20.
- Ba Diao, M., Senghor, C. D., Diao, B., & Thys, E. (2002). Production et transformation du lait en région agropastorale au Sénégal : cas de la zone périurbaine de Kolda. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 55(3), 221.
- Bachir Pacha, M., Kechih, S., Berber, A., & Yamani Triki, R. R. (2009). An inquiry about ruminants epidemiologic brucellosis in some Algerian departments. *Bulletin UASVM, Veterinary medicine*, 66(2), 370-375.
- Baker, R. L., & Gray, G. D. (2004). Appropriate breeds and breeding schemes for sheep and

- goats in the tropics. In *Better Worm Control for Small Ruminants in Tropical Asia Worm Control for Small Ruminants in Tropical Asia*, ICIAR 2004, 63-95, 272p.
- Bani Ismail, Z. (2017). Dystocia in sheep and goats : Outcome and fertility following surgical and non-surgical management. *Macedonian Veterinary Review*, 40(1), 91-96.
- Barthel, R., Feng, J., Piedrahita, J. A., David, N., Templeton, J. W., Adams, L. G., Adams, L. G. (2001). Stable Transfection of the Bovine NRAMP1 Gene into Murine RAW264 . 7 Cells : Effect on Brucella abortus Survival. *Infection and Immunity*, 69(5), 3110–3119.
- Bathelot, B. (2015). Consommateur. [en ligne] Consulté 10 janvier 2022, à l'adresse <https://www.definitions-marketing.com/definition/consommateur/>
- Belantar, I., Tefiel, H., & Gaouar, S. B. S. (2018). Phenotypic characterization of local goat population in western Algeria (Wilaya of Relizane) with morphometric measurements and milk analysis. *GABJ*, 2(2), 55-66.
- Belkhadem, S., Tefiel, H., Belantar, I., Chahbar, M., & Gaouar, S. B. S. (2019). Discriminant analysis on the morphometry of local goats breed in the western of Algeria. *GABJ*, 3(2), 49-56.
- Ben Hamouda, M., & Rekik, M. (2012). Contrôle de croissance des ovins allaitants en Tunisie. II. Perte de précision sur le calcul des performances à âge type selon un protocole simplifié alternatif au protocole officiel. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65 (1-2), 41-47.
- Bencherif, S. (2011). L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne : Evolution et possibilités de développement, *Thèse de doctorat*, AgroParisTech, 294p
- Bessaoud, O. (2019). Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie, *projet d'appui à l'initiative ENPARD méditerranée*
- Birteeb, P. T., Danquah, B. A., & Salifu, A. R. S. (2015). Growth performance of West African dwarf goats reared in the transitional zone of Ghana. *Asian Journal of Animal Sciences*, 9(6), 370-378.
- Boubekour, A., & Benyoucef, M. T. (2012). L'élevage familial des petits ruminants dans les oasis de la région d'Adrar (Algérie). In *Rencontre Recherche Ruminants 2012*.
- Boujenane, I., Lichir, N., & El Hazzab, A. (2010). Performances de reproduction et de production laitière des chèvres Draa au Maroc. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 63 (3-4). 83-88
- Bourguet, M. (1981). Groupes sociaux et comportements de consommation en milieu rural. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 52(4), 495-514.
- Bouricha, Z. (2003). Suivi histologique et cytologique de la fonction sexuelle chez les caprins en Algérie. *Mémoire de Magistère*, Saad DAHLEB - Blida, 155p.
- Bousquet, C. A. (2005). Pathologie Caprine En Deux-Sèvres : État Des Lieux Et Impact Sur Les Niveaux de Réforme et De Mortalité. *Thèse de doctorat*. Ecole nationale vétérinaire de

Toulouse.

- Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, I., & Morand-fehr, P. (2005). The role of the goat in society : Past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research*, 60, 13-23.
- Brée, J. (2012). Le comportement du consommateur. 3^{ème} édition, DUNOD, ISBN: 978-2-10-058525-0.
- Bushara, I., Abdelhadi, O. M. A., Elemam, M. B., Idris, A. O., Mekki, D. M., Ahmed, M. M. M., Elimam, I. (2013). Effect of sex of kids and litter size on Taggar goat Kids performance. *Archiva Zootechnica*, 16(2), 5-14.
- Capparelli, R., Alfano, F., Amoroso, M. G., Borriello, G., Fenizia, D., Bianco, A. Iannelli, D. (2007). Protective effect of the Nramp1 BB genotype against *Brucella abortus* in the water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Infection and Immunity*, 75(2), 988-996.
- Carillier, C. (2011). Conséquences de la prise en compte d'une hétérogénéité des protocoles de contrôle laitier caprin dans l'évaluation génétique caprine. *Mémoire d'ingénieur*, AgroSup - Dijon. 104p
- Charallah, S., Amirat, Z., & Khammar, F. (2002). Systèmes d'élevage et caractéristiques de la reproduction chez la chèvre bédouine. In *Rencontre Recherche Ruminants 2002*.
- Charallah, S., Amirat, Z., Sulon, J., Farida, K., & Beckers, J. F. (2010). Pregnancy-associated glycoprotein and progesterone concentrations during pregnancy failure in bedouin goat from the Southwest of Algeria. *Reproduction in Domestic Animals*, 45.
- Chekikene, A. H., Souames, S., Meklati, F., Idres, T., Benhenia, K., & Lamara, A. (2021). Les chèvres locales algériennes : Etat des lieux de leur élevage et de leur caractérisation morphogénétique. *Livestock Research for Rural Development*, 33(4).
- Chemineau, P., & Grude, A. (1985). Mortalité, poids à la naissance et croissance de chevreaux créoles nés en élevage semi-intensif. *Annales de Zootechnie*, 34(2), 193-204.
- Chemineau, P., Poulin, N., & Cognié, Y. (1984). Sécrétion de progestérone au cours du cycle induit par l'introduction du mâle chez la chèvre créole en anoestrus : effets de la saison. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 24, 5.
- Chemma, N. (2017). La dépendance laitière : Où en est l'Algérie? *Revue d'études en management et finance d'organisation*, 2(5), 1-19.
- Chentouf, M., Ben Bati, M., Zantar, S., Boulanouar, B., & Bister, J. (2006). Evaluation des performances des élevages caprins extensifs dans le nord du Maroc. In *Analyse technico-économique des systèmes de production ovine et caprine : méthodologie et valorisation pour le développement et la prospective*. Zaragoza : CIHEAM / FAO / Universidad de Sevilla, 2006. (*Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires* (Vol. 70, p. 87-93).
- Chentouf, M., Francos, L., Bengoumi, M., & Gabiña, D. (2014). *Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations*. Zaragoza: CIHEAM / INRAM / FAO. (*Options Méditerranéennes, Series A: Mediterranean*).

- Chentouf, M., Boulanouar, B., & Bister, J. (2014). L'élevage caprin au Nord du Maroc. 2015. 167p. ISBN :978-9954-34-872-7
- Chentouf, M., Boulanouar, B., Rister, J., & Zantar, S. (2006). Evaluation des performances de production de la chèvre locale du nord du Maroc. *ALAWAMIA*, 3(2-3), 137-152.
- Chikhi, K., & Bencharif, A. (2016). La consommation de produits carnés en Méditerranée : quelles perspectives pour l'Algérie ? *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 440(115), 435-440.
- Ciappesoni, G., Příbyl, J., Milerski, M., & Mareš, V. (2004). Factors affecting goat milk yield and its composition. *Czech Journal of Animal Science*, 49(11), 465-473.
- Clement, V., Martin, P., & Barillet, F. (2006). Elaboration d'un index synthétique caprin combinant les caractères laitiers et des caractères de morphologie mammaire. In *Rencontre Recherche Ruminants 2006*.
- CN AnGR. (2003). Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie.
- D'astous, A., Balloffet, P., Daghfous, N., & Boulaire, C. (2018). Comportement du consommateur. 5^{ème} édition. CHENELIERE. 544p.
- Daniaux, C. (2010). Lait de chèvre: vérités et contrevérités « santé ». *Filière Ovine et Caprine*, 34, 5-10.
- De Vries, J. (2008). Goats for the poor: Some keys to successful promotion of goat production among the poor. *Small Ruminant Research*, 77(2-3), 221-224.
- Delaunay, I., & Merour, I. (2006). Gestion de la variabilité génétique au sein des populations collectives porcines : nouveaux outils et premières actions. *Techni porc*, 29(3), 7-11.
- Djebli, I., Ameer Ameer, A., & Gaouar, S. B. S. (2020). General characteristics of goat milk cheese (Feta) in the region of Tlemcen, Algeria. *GABJ*, 4(2), 60-73.
- Djouza, L., & Chehma, A. (2018a). Caractéristiques phénotypiques de la chèvre « Arbia » élevée dans le Sud-Est Algérien. *Revista electrónica de Veterinaria*, 19(5), 1-17.
- Djouza, L., & Chehma, A. (2018b). Production characteristics of Arabia goats in Biskra Wilayah, Algeria. *Livestock Research for Rural Development*.
- Djouza, L., & Chehma, A. (2019). Reproductive Performance of Arbia (Arabia) Goat and Breeding Management in South-Eastern Zone of Algeria Breeding Management in South-Eastern Zone of Algeria, (July).
- Dubeuf, J. P., & Boyazoglu, J. (2009). An international panorama of goat selection and breeds, *Livestock Science*, 120 (3), 225-231.
- Dubeuf, J. P., Capote, J., Carrizasa Duran, J., & Morand-fehr, P. (2001). Perspectives d'évolution des systèmes de production ovine et caprine laitière dans différents pays euro-méditerranéens. In *Rencontre Recherche Ruminants 2001*.

- Ducrocq, V. (1990). Les techniques d'évaluation génétique des bovins laitiers. *INRAE Productions Animales*, 3(1), 3-16.
- El Moutchou, N., González, A., Lairini, K., Chentouf, M., Muñoz-Mejías, M. E., González, C., & Rodero, E. (2014). Approach to morphological characterization of northern Morocco goat population. *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, (108), 427-432.
- Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., & Meza-Herrera, C. (2012). Dairy goat production systems: status quo, perspectives and challenges. *Tropical animal health and production*, 45(1), 17-34.
- Fantazi, K., Tolone, M., Amato, B., Sahraoui, H., Vincenzo di marco, L., La Giglia, M., Vitale, M. (2017). Characterization of morphological traits in Algerian indigenous goats by multivariate analysis. *Genetics and Biodiversity Journal*, 1(2), 20-30.
- Fantazi, K., Migliore, S., Kdidi, S., Racinaro, L., Tefiel, H., Boukhari, R., Vitale, M. (2018). Analysis of differences in prion protein gene (PRNP) polymorphisms between Algerian and Southern Italy's goats. *Italian Journal of Animal Science*, 17(3), 578-585.
- FAO. (2007). L'état des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans monde. Rapport FAO
- FAO. (2013). Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. *Directives FAO sur la production et la santé animales*.
- FAO. (2020). FAOSTAT, Division statistique
- Fontaine, O., & Choisis, J. P. (2007). Performances zootechniques en élevage caprin allaitant. Analyse de la base de données de l'EDE. *Montpellier : CIRAD*, 13 p.
- Frizell, B. S. (2004). Curing the flock. The use of healing waters in Roman pastoral economy. *In Pecus. Man and animal in antiquity. Proceedings of the conference at the Swedish Institute in Rome, September 9-12, 2002, ed. B. Santillo Frizell, 2004. 80-93*
- Galal, S. (2005). Biodiversity in goats. *Small Ruminant Research*, 60 (October), 75-81.
- Gall, D., & Nielsen, K. (2004). Serological diagnosis of bovine brucellosis: a review of test performance and cost comparison. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 23(3), 989-1002.
- Gogoi, A., Das, B., Chabukdhara, P., Phookan, A., & Phangchopi, D. (2021). Livestock Breeding for Disease Resistance: A Perspective Review. *Agricultural Reviews*. 43(1), 116-121
- Grand, R., & Delatouche, R. (1968). Storia agraria del Medioevo, Il SAGGIATORE. 728p
- Güney, O. İ. (2019). Consumer Attitudes Towards Goat Milk and Goat Milk Products: A Pilot Survey in South East of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(2).

- Gunia, M. (2008). Contribution à la mise en place d'un schéma d'amélioration génétique des caprins Créoles de Guadeloupe. *Mémoire d'ingénieur*, AgroParisTech.
- Gunia, M. (2012). Conception et optimisation d'un programme de sélection de petits ruminants en milieu tropical : cas du caprin Créole en Guadeloupe. *Thèse de doctorat*, AgroParisTech.
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155-163.
- Hammoudi, S. M. (2011). Etude sur la reproduction des caprins de race locale. *Thèse de doctorat*. Université d'Oran (Senia).
- Hasenauer, F. C., Caffaro, M. E., Czibener, C., Comerci, D., Poli, M. A., & Rossetti, C. A. (2013). Genetic analysis of the 3' untranslated region of the bovine SLC11A1 gene reveals novel polymorphisms. *Molecular Biology Reports*, 40(1), 545-552.
- Hazebrouck, S. (2016). Laits de chèvre, d'ânesse et de chamelle : une alternative en cas d'allergie au lait de vache ? *Innovations Agronomiques*, 52, 73-84.
- Herrera, M., Rodero, E., Gutierrez, M. J., Peña, F., & Rodero, J. M. (1996). Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Research*, 22(1996), 39-47.
- Hilal, B., Otmani, S. El, Chentouf, M., & Boujenane, I. (2017). Multivariate analysis for morphological traits of the Hamra goat population in two regions of Morocco, *Animal Genetic Resources*, 59, 55-62.
- Hutu, I., Oldenbroek, K., & Van der Waaij, L. (2020). Croissance et développement des animaux. In *Élevage et amélioration génétique des animaux*, *Agroprint*, 104-120. Timisoara.
- Iacoboni, P. A., Hasenauer, F. C., Caffaro, M. E., Gaido, A., Rossetto, C., Neumann, R. D., Rossetti, C. A. (2014). Polymorphisms at the 3' untranslated region of SLC11A1 gene are associated with protection to Brucella infection in goats. *Vet Immunol Immunopathol*, 160(3-4), 230-234.
- Ibnelbachyr, M., Chikhi, A., & Boulanouar, B. (2007). Performances zootechniques des petits ruminants dans les oasis du sud marocain Small ruminant performances in the southern Moroccan oasis. In *Rencontre Recherche Ruminants 2007*.
- Islam, M. A., Rony, S. A., Rahman, M. B., Cinar, M. U., Villena, J., Uddin, M. J., & Kitazawa, H. (2020). Improvement of disease resistance in livestock: Application of immunogenomics and CRISPR/Cas9 technology. *Animals*, 10(12), 1-20.
- ITELV. (2013). Développement de la production laitière caprine et fabrication artisanale de fromage de terroir. [En ligne] (page consultée le 10/06/2017)
- Jansen, C., & van den Burg, K. (2004). L'élevage de chèvres dans les zones tropicales, Série Agrodok n° 7, CTA, 104p.

- Jimcy, J., Raghavan, K. C., & Sujatha, K. S. (2011). Diversity of local goats in Kerala , India , based on morpho-biometric traits. *Livestock Research for Rural Development*, 23(5).
- Kadi, S. A., Hassini, F., Mouhous, A., & Lounas, N. (2013). Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. In *Options Méditerranéennes: Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations*.
- Kalenga, H. K., Vandenput, S., Antoine-Moussiaux, N., Kashala, J. C. K., Moula, N., Farnir, F., & Leroy, P. (2015). Goat breeding in Lubumbashi (DRC): 2. Analyse de la croissance pré et post-sevrage de chevreaux locaux. *Livestock Research for Rural Development*, 27(12).
- Kardjadj, M. (2011). Situation épidémiologique de la brucellose caprine dans le cheptel identifié en Algérie, *Revue de pratique vétérinaire*, 3-4
- Kardjadj, M., & Luka, P. D. (2016). Current Situation of Milk and Red Meat Industry in Algeria. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(4), 4-6.
- Kharrat, M., & Bocquier, F. (2011). Corrigendum to « Impact of indoor feeding at late lactation stage on body reserves recovery and reproductive performances of Baladi dairy goats fed on pastoral system ». *Small Ruminant Research*, 96(2-3), 216.
- Khemici, E., Lounis, A., Mamou, M., Sebâa-Abdelkader, M., & Takoucht, A. (1995). Indice de primarité et différenciation génétique des populations caprines de la steppe (Arabia) et du désert (Mekatia) d'Algérie. *Genetics, Selection, Evolution*, 27(6), 503-517.
- Khemici, E., Mamou, M., Lounis, A., Bounihi, D., Ouachem, D., Merad, T., & Boukhetala, K. (1996). Etude des ressources génétiques caprines de l'Algérie du nord à l'aide des indices de primarité. *bulletin d'information sur les ressources génétiques animales*.
- Knap, P. W., & Doeschl-Wilson, A. (2020). Why breed disease-resilient livestock, and how? *Genetics Selection Evolution*, 52(1), 1-18.
- Knowles, S. O., Grace, N. D., Knight, T. W., McNabb, W. C., & Lee, J. (2004). Adding nutritional value to meat and milk from pasture-fed livestock. *New Zealand Veterinary Journal*, 52(6), 342-351.
- Korou, L. M., Liandris, E., Gazouli, M., & Ikonopoulou, J. (2010). Investigation of the association of the SLC11A1 gene with resistance/sensitivity of goats (*Capra hircus*) to paratuberculosis. *Veterinary microbiology*, 144(3-4), 353-358.
- Kosgey, I. S., Baker, R. L., Udo, H. M. J., & Van Arendonk, J. A. M. (2006). Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: A review. *Small Ruminant Research*, 61(1), 13-28.
- Kouri, F., Charallah, S., Kouri, A., Amirat, Z., & Khammar, F. (2019). Milk production and its relationship with milk composition, body and udder morphological traits in Bedouin goat reared under arid conditions. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 41(1), 1-9.
- Kousseila, B., & Moussa, B. (2017). Impact de l'organisation en coopératives sur la

- performance économique de l'élevage laitier en Algérie. Comparaison entre des éleveurs de la coopérative COOPSEL de Sétif et des éleveurs individuels de Bejaia. *Journal of Financial, Accounting and Managerial studies*, 4(1), 55-69.
- Ladwein, R. (2003). Le comportement du consommateur et de l'acheteur, 2^{ème} édition, ECONOMICA, Paris, 360p.
- Lakhdari, Y., Amirat, Z., Khammar, F., & Sempere, A. (2001). Variations nycthémérales annuelles de l'activité hypophyso testiculaire chez le bouc de race Bédouine, *In Reconcontre Recherche Ruminants 2001*.
- Laouadi, M., Tennah, S., Kafidi, N., Antoine-Moussiaux, N., & Moula, N. (2018). A basic characterization of small-holders' goat production systems in Laghouat area, Algeria. *Pastoralism*, 8(1).
- Lawrence, T. L. J. (1980). Growth in Animals. *Australian Veterinary Journal* (57).
- Lawrence, T. L. J., & Fowler, V. R. (2002). Growth of Farm Animals. 3^{ème} édition. Cambridge: CAB International. 340p.
- Lenstra, J. A., Groeneveld, L. F., Eding, H., Kantanen, J., Williams, J. L., Taberlet, P., ... Weigend, S. (2012). Molecular tools and analytical approaches for the characterization of farm animal genetic diversity. *Animal Genetics*, 43(5), 483-502.
- Liandris, E., Gazouli, M., & Ikonopoulou, J. (2009). Characterization of the caprine (*Capra hircus*) SLC11A1 gene: innate resistance to paratuberculosis. *Online Journal of Veterinary Research*, 13(1), 41-52.
- Lounes, N., Adaïka, B., Hamidatou, H., Bouyoucef, A., & Garin-Bastuji, B. (2011). Enquête préliminaire sur la brucellose cameline dans la région d'El Oued. In *4èmes Journées Vétérinaires de Blida 28-29 novembre 2011, Faculté des sciences agrovétérinaires, université de Blida (Algérie)*.
- Lyatuu, E. T. R., Das, S. M., & Mkonyi, J. I. (1992). Some production parameters of Blended goats in semi-arid regions of Tanzania Paramètres de production chez les chèvres croisées des régions semi-arides de la Tanzanie Materials and methods Study sites. In *Proceedings of the Second Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network AICC, Arusha, Tanzania*. 241-245.
- Mackinnon, M. (2004). The role of caprines in Roman Italy: idealized and realistic reconstructions using ancient textual and zooarchaeological data. In *PECUS. Man and animal in antiquity. Proceedings of the conference at the Swedish Institute in Rome, September 9-12, 2002* (p. 54-60).
- Madani, T. (1994). Equilibre agro-sylvo pastoral: Massif des Beni Salah (Algérie). *forêt méditerranéenne*, 15(1), 64-65.
- Madani, T. (2000). Elevage caprin dans le nord-est de l'Algérie. In L. Gruner & Y. Chabert (Éd.), *Proc. 7ème conférence internationale sur les caprins* (p. 351-353). Tours (France).
- Madani, T., Hubert, B., Lasseur, J., & Guérin, G. (2001). Association des bovins, des ovins et

- des caprins dans les élevages de la suberaie algérienne. *Cahiers Agricultures*, (10), 9-18.
- Madani, T., Sahraoui, H., & Benmakhlouf, H. (2015). L'élevage caprin en Algérie: systèmes d'élevage, performances et mutations. *Workshop national sur: Valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs*, (02-03 March), 3.
- Madibela, O. R., Mosimanyana, B. M., Boitumelo, W. S., & Pelaelo, T. D. (2002). Effect of supplementation on reproduction of wet season kidding Tswana goats. *South African Journal of Animal*, 32(1), 14-22.
- Mahgoub, O., Kadim, I. T., & Webb, E. C. (2012). *Reproductive efficiency for increased meat production in goats. Goat meat production and quality*.
- Mahmoud, N. M. A., El Zubeir, I. E. M., & Fadlelmoula, A. A. (2014). Effect of Stage of Lactation on Milk Yield and Composition of First Kidder Damascus does in the Sudan. *Journal of Animal Production Advances*, 4(3), 355-362.
- Mamine, F., Montaigne, É., & Boutonnet, J.-P. (2016). Perception de la qualité des produits laitiers et comportement du consommateur algérien Perception of the quality of dairy products and behavior of the Algerian consumer. *Économie Rurale*, (355), 49-65.
- Manallah, I. (2012). Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. *Mémoire de Magistère*. Sétif 1.
- Manfredi, E., Piacere, A., Lahaye, P., & Ducrocq, V. (2001). Genetic parameters of type appraisal in Saanen and Alpine goats. *Livestock Production Science*, 70(3), 183-189.
- Marichatou, H., Mamane, L., Banoin, M., & Baril, G. (2002). Performances zootechniques des caprins au Niger : étude comparative de la chèvre rousse de Maradi et de la chèvre à robe noire dans la zone de Maradi. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 55(1), 79-84.
- Matallah, S., Matallah, F., & Gadi, T. (2020). Effet de la race sur la composition physico-chimique de laits de chèvres du Sud - Est algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 32(9).
- McManus, C., Filho, G. soares, Louvandini, H., Dias, L. talarico, De almeida Teixeira, R., & Murata, luci sayori. (2008). Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg Goats in the Federal District, Brazil : Genetic and Environmental factors. *Ciência Animal Brasileira*, 9(1), 68-75.
- Megid, J., Antonio Mathias, L., & A. Robles, C. (2014). Clinical Manifestations of Brucellosis in Domestic Animals and Humans. *The Open Veterinary Science Journal*, 4(1), 119-126.
- Menissier, F., & Vissac, B. (1971). possibilités d'amélioration des conditions de vêlage par sélection. *Annales de génétique et de sélection animale*, 3(2), 207-214.
- Meza-Herrera, C. A., Serradilla, J. M., Muñoz-Mejías, M. E., Baena-Manzano, F., & Menendez-Buxadera, A. (2014). Effect of breed and some environmental factors on body weights till weaning and litter size in five goat breeds in Mexico. *Small Ruminant Research*, 121(2-3), 215-219.

- Minvielle, F. (1990). Principe d'amélioration génétique des animaux domestiques. 1^{ère} édition, LES PRESSES DE L'UNIVERSITE LAVAL. 234p.
- Mioč, B., Suši, V., Antunovi, Z., Prpi, Z., Vnu, I., & Kasap, A. (2011). Study on birth weight and pre-weaning growth of Croatian multicolored goat kids. *Veterinarski Arhiv*, 81(3), 339-347.
- Mouhous, A. (2015). Systeme d'élevages ruminants en zone de montagne et dynamique d'adaptation des éleveurs. Cas de la région de tiziouzou. Algérie. *Thèse de doctorat*, Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach.
- Mouhous, A., Kadi, S. A., Berchiche, M., Djellal, F., Huguenin, J., & Alary, V. (2016). Performances de production et commercialisation de lait dans les exploitations caprines en zone montagneuse de Tizi-Ouzou (Algérie). *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 115, 469-473.
- Mouhous, A., Kadi, S. A., & Brabez, F. (2015). Stratégies d'adaptation des éleveurs caprins en zone montagneuses de Tizi-Ouzou. *European Scientific Journal January*, 11(2), 328-344.
- Moula, N., Ait Kaki, A., Touazi, L., Farnir, F., Leroy, P., & Antoine-Moussiaux, N. (2017). Goat breeding in the rural district of Chemini (Algeria). *Nature & Technology*, (January), 40-48.
- Nadon, S. (2017). Le poids des chevrettes laitières à la mise à la reproduction : association avec l'âge et la probabilité de mettre bas. *Mémoire de Maître ès sciences*, Université de Montréal.
- Naves, M., Menendez Buxadera, A., Alexandre, G., Mandonnet, N., Arquet, R., & Asselin de Beauville, S. (2005). Application de la méthodologie du contrôle de performances ovin viande à la chèvre Créole de Guadeloupe. In *Rencontre Recherche Ruminants 2005*.
- Ni, W. W., E, G. X., Basang, W. D., Zhu, Y. B., & Huang, Y. F. (2019). Molecular Variant Estimation of SLC11A1 Related Microsatellites in Chinese Indigenous Goats. *Russian Journal of Genetics*, 55(8), 993-999.
- Olesen, I., Groen, A. F., & Gjerde, B. (2000). Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *Journal of Animal Science*, 78(3), 570-582.
- Ouchene-Khelifi, N. A., Lafri, M., Pompanon, F., Ouhrouch, A., Ouchene, N., Blanquet, V., Da Silva, A. (2018). Genetic homogeneity of North-African goats. *PLoS ONE*, 13(8), 1-15.
- Ouchene-Khelifi, N. A., Ouchene, N., Maftah, A., Da Silva, A. B., & Lafri, M. (2015). Assessing admixture by multivariate analyses of phenotypic differentiation in the Algerian goat livestock. *Tropical Animal Health and Production*, 47(7), 1343-1350.
- Paschino, P. (2015). Investigating the genetic and productive characteristics of autochthonous Sarda goat. *Thèse de doctorat*. Université de Sassari.
- Paskaš, S., Miočinović, J., Lopičić-Vasić, T., Mugoša, I., Pajić, M., & Becskei, Z. (2020).

- Consumer attitudes towards goat milk and goat milk products in vojvodina. *Mljekarstvo*, 70(3), 171-183.
- Pazzola, M., Dettori, M. L., Atzeni, M., Balia, F., & Vacca, G. M. (2009). Genetic diversity of NRAMP1 3'-UTR microsatellite in cattle breeds reared in Sardinia. *Italian Journal of Animal Science*, 8(SUPPL. 2), 126-128.
- Peacock, C., & Sherman, D. M. (2010). Sustainable goat production - Some global perspectives. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 70-80.
- Peakall, R., & Smouse, P. E. (2012). GenALEX 6.5: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 28(19), 2537-2539.
- Pereira, F., & Amorim, A. (2010). Origin and Spread of Goat Pastoralism. *Encyclopedia of Life Sciences*, (September 2010). 1-10.
- Pierre, J. M., Bruzon, V., & Toutain, B. (1995). *Utilisation de la forêt par l'élevage et responsabilité de l'élevage dans la déforestation*. Montpellier : CIRAD-EMVT, 114 p.
- Piras, G., Pazzola, M., Balia, F., Pira, E., Dettori, M. L., Carcangiu, V., & Vacca, G. M. (2011). Polymorphism of caprine SLC11A1 gene and relationships with hygienic characteristics of milk. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76(3), 175-178.
- Ponzoni, R. W., & Newman, S. (1989). Developing breeding objectives for australian beef cattle production. *Animal Production*, 49(1), 35-47.
- Ramirez, R. G. (1999). Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Ruminant Research*, 34(3), 215-230.
- Ramya, N., & Ali, M. (2016). Factors affecting consumer buying behavior. *International Journal of Applied Research*, 2(10), 76-80.
- Rekik, M., Gharbi, M., & Dhib, C. (1996). Potentialités de l'élevage de la chèvre dans le système oasien. Le cas du Jerid. *New Medit*, 7(1), 39-42.
- Robinson, J. J., McDonald, I., Fraser, C., & Crofts, R. M. J. (1977). Studies on reproduction in prolific ewes - Growth of the products of conception. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge*, (88), 539-552.
- Roeber, F., Jex, A. R., & Gasser, R. B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - An Australian perspective. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1-13.
- Rossi, U. A., Hasenauer, F. C., Caffaro, M. E., Neumann, R., Salatin, A., Poli, M. A., & Rossetti, C. A. (2017). A haplotype at intron 8 of PTPRT gene is associated with resistance to Brucella infection in Argentinian creole goats. *Veterinary Microbiology*, 207(June), 133-137.
- Rozenská, L., Hejtmánková, A., Kolihová, D., & Miholová, D. (2013). Effects of lactation stage, breed, and lineage on selenium and iodine contents in goat milk. *Czech Journal of*

- Food Sciences*, 31(4), 318-322.
- Sadoud, M. (2009). Rôle du maillon abattage dans les circuits de commercialisation des viandes rouges en Algérie. In *Rencontre Recherche Ruminants*, 2009.
- Sadoud, M. (2019). Perception de la viande ovine par le consommateur de la région de Tiaret en Algérie. *Viandes & Produits Carnés*, 1-7.
- Sahi, S., Lafri-Bouzebda, F., Bouzebda, Z., & Djaout, A. (2018). Étude des mensurations corporelles de caprins dans le Nord-Est algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 30 (8).
- Sahraoui, H., Madani, T., & Kermouche, F. (2016a). Le développement de la filière lait en montagnes, un atout pour un développement régional durable. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, L'évolution des systèmes de production ovine et caprine: avenir des systèmes extensifs face aux changements de la société*, (November), 677-681.
- Sahraoui, H., Madani, T., & Kermouche, F. (2016b). Livestock farming in Algerian semi-arid forests : the case of Boutaleb forest. In *Options Méditerranéennes: Ecosystem services and socio-economic benefits of Mediterranean grasslands*, 139-142.
- Sahraoui, H., Mamine, F., & Madani, T. (2019). Chaines de valeur caprines en Algérie Propositions pour s'adapter aux mutations en vue d'un développement durable. In *Options Méditerranéennes: Innovation for Sustainability in Sheep and Goats. Zaragoza: CIHEAM, 2019. Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 123, 287-291, 490 p.*
- Scherf, B., Rischkowsky, B., & Hoffmann, I. (2005). Status of animal genetic resources: time for action? In *International Workshop "Options and Strategies for the Conservation of Farm Animal Genetic Resources" AGROPOLIS, Montpellier, France, 7-10 November 2005*, 3-10.
- Sellier, P. (1992). La diversité des plans d'amélioration génétique. *INRA Productions Animales, Hors série*, 229-235.
- Serradilla, J. M., Carabaño, M. J., Ramón, M., Molina, A., Diaz, C., & Menéndez-Buxadera, A. (2018). Characterisation of Goats' Response to Heat Stress: Tools to Improve Heat Tolerance. *Goat Science*. InTech.
- Shkolnik, A., Maltz, E., & Gordin, S. (1980). Desert Conditions and Goat Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 63(10), 1749-1754.
- Solaiman, S., Kerth, C., Willian, K., Min, B. R., Shoemaker, C., Jones, W., & Bransby, D. (2011). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of Boer-cross wether and buck goats grazing Marshall ryegrass. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(3), 351-357.
- Soltner, D. (2001). La reproduction des animaux d'élevage. 3^{ème} édition, SCIENCES ET TECHNIQUES AGRICOLES. 224p.
- Tabbaa, M. J., & Al-Atiyat, R. (2009). Breeding objectives, selection criteria and factors

- influencing them for goat breeds in Jordan. *Small Ruminant Research*, 84(1-3), 8-15.
- Taka, S., Liandris, E., Gazouli, M., Sotirakoglou, K., Theodoropoulos, G., Bountouri, M., Ikononopoulos, J. (2013). In vitro expression of the SLC11A1 gene in goat monocyte-derived macrophages challenged with Mycobacterium avium subsp paratuberculosis. *Infection, Genetics and Evolution*, 17, 8-15.
- Tefiel, H., Chahbar, M., Yahia, A., Kaidi, R., Khelef, D., Miroud, K., & Gaouar, S. B. S. (2016). Principales maladies des caprins de la race Saanen dans la région de Khemis Meliana - Ain Defla. In *1er colloque international d'écophysiologie animale et la biodiversité USTHB- Alger- Algérie*.
- Tefiel, H., Chahbar, M., Yahia, A., Kaidi, R., Khelef, D., Miroud, K., & Gaouar, S. B. . (2018). Bilan sanitaire des caprins en Algérie. In *1er Séminaire national dur l'environnement et le développement durable, Relizane le 14 Octobre 2018*.
- Tefiel, H., Ata, N., Chahbar, M., Benyarou, M., Fantazi, K., Yilmaz, O., Gaouar, S. B. S. (2018). Genetic characterization of four Algerian goat breeds assessed by microsatellite markers. *Small Ruminant Research*, 160(May 2017), 65-71.
- Thomas, N., & Joseph, S. (2012). Role of SLC11A1 gene in disease resistance. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(1), 99-106.
- Tiphine, L., Bouix, J., & Poivey, J. (2005). Proposition d'allègement du contrôle de performances en ovins allaitants. In *Rencontre Recherche Ruminants 2005*.
- Traoré, a., Tamboura, H. H., Kaboré, a., Yaméogo, N., Bayala, B., & Zaré, I. (2006). Caractérisation morphologique des petits ruminants (ovins et caprins) de race locale "Mossi" au Burkina Faso. *Animal Genetic Resources Information*, 39, 39-50.
- Vacca, G. M., Pazzola, M., Piras, G., Pira, E., Paschino, P., & Dettori, M. L. (2014). The effect of cold acidified milk replacer on productive performance of suckling kids reared in an extensive farming system. *Small Ruminant Research*, 121(2-3), 161-167.
- Vacca, G. M., Pazzola, M., Pisano, C., Carcangiu, V., Diaz, M. L., Nieddu, M., Dettori, M. L. (2011). Chromosomal localisation and genetic variation of the SLC11A1 gene in goats (*Capra hircus*). *Veterinary Journal*, 190(1), 60-65.
- Verrier, E., Rognon, X., Rochambeau, H. D., & Laloe, D. (2005). Les outils et méthodes de la génétique pour la caractérisation, le suivi et la gestion de la variabilité génétique des populations animales. *Ethnozootechnie*, 76.
- Vigne, J. (1988). Les Grandes étapes de la domestication de la chèvre : une proposition d'explication de son statut en Europe occidentale. *Ethnozootechnie*.
- Wafa, H. (2014). Caractérisation phénotypique de la population caprine de la région de Ghardaïa. *Mémoire de Master*, Université Kasdi Merbah – Ouargla.
- Waheed, A., Khan, M. S., Ali, S., & Sarwar, M. (2011). Estimation of growth curve parameters in Beetal goats. *Archives Animal Breeding*, 54(3), 287-296.

- Wiener, G., & Rouvier, R. (2009). L'amélioration génétique animale (Quæ, CTA,).
- Wilson, R. T., & Durkin, J. W. (1984). Age at permanent incisor eruption in indigenous goats and sheep in semi-arid Africa. *Livestock Production Science*, 11(4), 451-455.
- Zeder, M. A., & Hesse, B. (2000). The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10,000 years ago. *Science*, 287(5461), 2254-2257.
- Zelege, Z. M. (2007). Environmental influences on pre-weaning growth performances and mortality rates of extensively managed Somali goats in Eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 19(12).

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

Article 1

Article 2

ANNEXES

Consommation du lait et ses dérivés**8. Consommation par foyer par jour (en moyenne) :**

	Fréquence					Quantité consommée par jour (litre)		
	Jamais	Rarement (quelques fois/an)	Parfois (quelques fois/mois)	Souvent (quelques fois/semaine)	Toujours	< 1	1 à 2	> 2
Lait								
L'ben								

	Fréquence					Quantité consommée par jour (g)		
	Jamais	Rarement	Parfois	souvent	Toujours	<50	50 à 100	>100
Fromages								
Beurre								

9. Fréquence de consommation des différents laits (par espèce animale)

	Jamais	Rarement	Parfois	souvent	Toujours
Vache					
Chèvre					
Brebis					
Chamelle					

10. Votre avis concernant ces laits?

	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon
Vache					
Chèvre					
Brebis					
Chamelle					

11. Fréquence de consommation des différents fromages

	Jamais	Rarement	Parfois	souvent	Toujours
Vache					
Chèvre					
Brebis					
Chamelle					

12. Votre avis concernant ces fromages?

	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon
Vache					
Chèvre					
Brebis					
Chamelle					

13. Avez-vous déjà vu du lait de chèvre ou ses dérivés (fromage, beurre, L'ben) se vendre dans votre entourage ?

Lait :	Oui	Non
L'ben :	Oui	Non
Fromage :	Oui	Non
Beurre :	Oui	Non

14. Consommez-vous le lait de chèvre ou ses dérivés ? (juste une confirmation)

Oui	Non
-----	-----

Non consommateur des produits laitiers caprins

15. Le lait ou ses dérivés sont-ils disponibles près de chez vous (possibilité de déplacement à pied)?

Oui	Non	Je ne sais pas
-----	-----	----------------

16. Pourquoi vous n'en consommez pas?

- Habitude alimentaire
- Je ne les aime pas (ils ont un mauvais goût)
- Mes enfants ne les aiment pas
- Ils coûtent cher
- Autre :

17. Les auriez-vous consommés s'ils étaient disponibles ?

Oui	Non	Je ne sais pas	Autre :
-----	-----	----------------	---------

Consommateur de lait de chèvre et ses dérivés

18. Quel produit consommez-vous ?

Lait	fromage	Beurre	L'ben	autre
------	---------	--------	-------	-------

19. Depuis quand vous en consommez ?

< 1 an ans	entre 1 et 5 ans	entre 5 et 10 ans	> 10
---------------	------------------	-------------------	------

20. Quantité moyenne habituellement achetée à la fois

- | | | | | |
|----------------------|-------|-----------|------------|--------------|
| • Lait (litre) : | 0.5 | 0.5 à 1 | 1 à 2 | 2 à 5 L |
| • L'ben (litre) : | 0.5 | 0.5 à 1 | 1 à 2 | 2 à 5 L |
| • Fromage (gramme) : | < 100 | 100 à 200 | > 200 | |
| • Beurre (gramme) : | < 250 | 250 à 500 | 500 à 1000 | > 1000 (1kg) |
| • Autre : | | | | |

21. Quelles sont les raisons de votre choix ?

Raison de votre choix \ Produit	Lait	L'ben	Fromage	Beurre	Autre
Goût					
Habitude					
Digestibilité facile					
Vertus thérapeutiques					
Diététique (moins gras)					
Autre					

22. Existe-t-il une différence par rapport au lait de vache ?

Non Goût Couleur Odeur Autre :

23. Quelle est l'opinion de vos enfants

Sans enfants Détestent Indifférents Aiment Préfèrent

24. Quel est le prix sur le marché ?

- Lait (DA/litre) : < 100 100 à 150 150 à 200 > 200 DA
- L'ben (DA/litre) : < 100 100 à 150 150 à 200 > 200 DA
- Fromage (DA/kg) : <1200 1200 à 1400 1400 à 1600 > 1600 DA
- Beurre (prix/kg) : <1200 1200 à 1400 1400 à 1600 > 1600 DA
- Autre produit :

25. Quel est le lieu d'achat ?

Je ne l'achète pas (je suis éleveur) Fermier vendeur de
 laits (en vrac) épicerie (superette) Je l'obtiens par don (gratuitement)
 Pas moi qui l'achète

26. Comment trouvez-vous les prix ?

Pas cher Acceptables Très cher

Merci pour vos réponses

Annexe 2. Questionnaire de l'enquête sur la consommation de la viande caprine**Enquête sur la consommation de la viande caprine (de chèvre) en Algérie**

Questionnaire n° :

Site :

Date :

Parlez-nous de vous...

1. Vous êtes Homme Femme

2. Votre âge :

3. Votre activité professionnelle

Etudiant Fonctionnaire Salarié Commerçant Retraité Autre :

4. Habitat

ville petite ville rural (Depuis quand ?...)

Votre consommation des différentes viandes

5. Fréquence de consommation des différentes viandes

(Rarement Régulièrement Fréquemment Toujours)

	Jamais	Quelques fois par an	Quelques fois par mois	Quelques fois par semaine	Quotidiennement
Ovin					
Bovin					
Caprin					
Camelin					
Poulet					
Poisson					
Lapin					

6. Votre avis concernant ces viandes?

	Je n'ai jamais goûté	Je déteste	indiffèrent	J'aime	Je préfère
Ovin					
Bovin					
Caprin					
Camelin					
Poulet					
Poisson					
Lapin					

Non-consommateur de viande caprine

7. La viande caprine est-elle disponible près de chez vous?

Oui Non Je ne sais pas

8. Pourquoi vous n'en consommez pas?

- Habitude alimentaire
- Je ne l'aime pas (elle a un mauvais goût)
- Mes enfants ne l'aiment pas
- Elle coûte cher
- Autre :

9. L'auriez-vous consommé si elle était disponible ?

Oui Non Je ne sais pas Autre :

Consommation de viande caprine

10. Depuis quand vous en consommez ?

< 1 an entre 1 et 5 ans entre 5 et 10 ans > 10 ans

11. Quelle est votre principale raison de consommation ?

A un bon goût Moins chère Diététique (plus saine) Autre :

12. Quelle est l'opinion de vos enfants ?

Sans enfants Détestent Indifférents Aiment Préfèrent

13. Quantité moyenne achetée habituellement à la fois

< 0.5 KG 0.5 à 1 kg 1 à 2 kg 2 à 5 kg > 5 kg

Ce n'est pas moi qui l'achète

14. A quel prix vous l'achetez (prix/kg) ?

< 800 DA 800 à 900 DA 900 à 1000 DA 1000 à 1100 DA
1100 à 1200 DA > 1200 DA Je ne sais pas

15. Y a-t-il une période de l'année où vous la consommez plus que d'autres ?

Oui, laquelle ? Non

16. Y a-t-il une période de l'année où elle est indisponible sur le marché ?

Oui, quand ? Non je ne sais pas

17. Existe-t-il une différence par rapport aux autres viandes ?

Non Goût Couleur Tendreté Autre :

18. D'où est ce que vous l'achetez ?

Ferme Boucherie Souk ce n'est pas moi qui l'achète

19. Forme d'achat?

Morceaux Demi carcasse Carcasse Je ne sais pas Autre :

20. Quel morceau de la carcasse préférez-vous ?

	j'évite	je suis indifférent	je préfère
Collier (cou)			
Epaule			
Côtelettes			
Faux filet			
Gigot			
Foie			

21. A quelle occasion consommez-vous de la viande caprine?

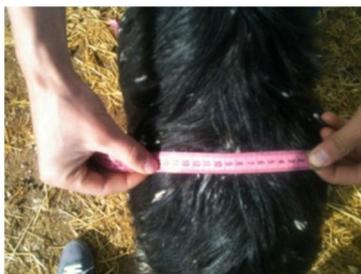
Sans occasion précise Fêtes (El Mawlid, Achoura...) Ramadan
 Pour accueillir des invités Dans les restaurants Autre :

22. Mode de préparation que vous utilisez

Couscous Barbecue Mechui (à la braise) Grillé au four Marmite

Merci pour vos réponses

Annexe 3. Mensurations biométriques



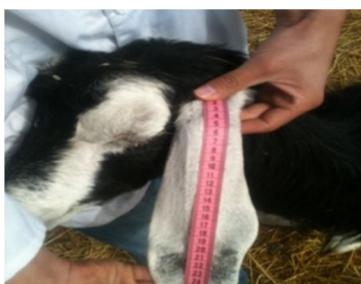
Mesure de la largeur aux hanches



Mesure de la longueur totale du corps



Mesure de la longueur du bassin



Mesure de longueur de l'oreille



Mesure de la longueur de la tête



Mesure de la longueur du cou



Mesure de la largeur aux ischions



Mesure de la hauteur au sacrum



Mesure de la hauteur au garrot



Mesure du tour du canon antérieur



Mesure de la longueur diagonale du corps



Mesure de la hauteur au dos

Annexe 4. Corrélations variables – facteurs de l'ACP des caractères biométriques

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
P.V	0.67	0.06	0.44	0.20	0.13	0.09	0.10	0.24	0.06	0.46	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
L D Crps	0.69	0.39	0.15	0.26	0.47	0.03	0.08	0.09	0.15	0.13	0.04	0.00	0.02	0.00	0.01
H Garrot	0.47	0.20	0.66	0.46	0.12	0.12	0.03	0.08	0.12	0.16	0.10	0.01	0.02	0.01	0.00
T Poitrine	0.81	0.17	0.31	0.04	0.34	0.00	0.03	0.13	0.02	0.20	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
Lo Bassin	0.68	0.14	0.34	0.57	0.03	0.14	0.05	0.06	0.22	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01
La Hanche	0.60	0.12	0.01	0.35	0.25	0.07	0.34	0.10	0.55	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Lo Tête	0.60	0.16	0.19	0.17	0.08	0.05	0.09	0.71	0.16	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
TCA	0.48	0.25	0.05	0.09	0.21	0.06	0.78	0.09	0.15	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Lo Oreilles	0.64	0.74	0.07	0.12	0.02	0.07	0.05	0.08	0.03	0.10	0.06	0.02	0.00	0.02	0.01
Lo Trayon	0.25	0.18	0.07	0.30	0.02	0.90	0.04	0.05	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
proportionalité indice profondeur	0.39	0.53	0.28	0.56	0.39	0.11	0.10	0.04	0.07	0.03	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01
indice croupe	0.54	0.47	0.16	0.33	0.54	0.04	0.03	0.01	0.16	0.11	0.14	0.02	0.00	0.00	0.00
indice oreille	0.48	0.26	0.71	0.36	0.11	0.09	0.08	0.02	0.17	0.09	0.03	0.00	0.02	0.00	0.01
IAt	0.50	0.71	0.34	0.31	0.08	0.02	0.03	0.06	0.08	0.04	0.03	0.02	0.00	0.02	0.00
IAt	0.19	0.91	0.25	0.12	0.21	0.05	0.01	0.06	0.01	0.01	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00

Annexe 5 : Corrélation entre variables biométriques

Variables	P.V	L D Crps	H Garrot	T Poitrine	Lo Bassin	La Hanche	Lo Tête	TCA	Lo Oreilles	Lo Trayon	proportionalité	indice profondeur	indice croupe	indice oreille	IAt
P.V	1.00														
L D Crps	0.48	1.00													
H Garrot	0.45	0.33	1.00												
T Poitrine	0.66	0.54	0.51	1.00											
Lo Bassin	0.22	0.34	0.37	0.44	1.00										
La Hanche	0.28	0.41	0.36	0.38	0.52	1.00									
Lo Tête	0.41	0.35	0.31	0.44	0.23	0.27	1.00								
TCA	0.18	0.39	0.20	0.34	0.35	0.24	0.19	1.00							
Lo Oreilles	0.43	0.18	0.37	0.40	0.29	0.24	0.44	0.14	1.00						
Lo Trayon	0.13	0.04	0.14	0.13	0.20	0.16	0.10	0.08	0.20	1.00					
proportionalité indice profondeur	0.19	0.79	-0.31	0.22	0.11	0.18	0.15	0.26	-0.07	-0.05	1.00				
indice croupe	0.00	0.20	-0.13	0.22	0.88	0.37	0.09	0.27	0.12	0.14	0.28	0.38	1.00		
indice oreille	0.29	0.06	0.01	0.23	0.17	0.12	0.35	0.07	0.93	0.16	0.05	0.15	0.18	1.00	
IAt	0.08	-0.13	0.08	-0.13	0.02	0.00	0.18	-0.08	0.82	0.14	-0.19	-0.38	-0.02	0.85	1.00

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

قدرات الماعز المحلي للشمال الشرقي الجزائري من أجل وضع برنامج انتقاء وراثي

يشهد قطاع تربية الماعز في الجزائر ديناميكية كبيرة مدفوعة بالطلب المتزايد على منتجات الماعز، ومع ذلك فهو يعاني عدة مشاكل. من بين هذه المشاكل ضعف إنتاجية السلالات المحلية، نقص المعرفة بإمكانياتها الوراثية الحقيقية وداء البروسيل المنتشر. لذلك، فإن الهدف من هذه الأطروحة هو تحديد الخصائص المورفولوجية للماعز المحلي في شمال شرق الجزائر، وتحليل قدراتها الانتاجية و مقاومتها الوراثية لمرض البروسيل مع التركيز على تصميم برنامج التحسين الوراثي. أظهرت دراسة المقاييس الحيوية والمورفولوجية أن الماعز المحلي له شكل متكيف مع إنتاج محترم. يتميز أيضًا بوجود تدرج في نمو الجسم يشير إلى التباين الجيني الذي يمكن تمييزه في برامج التحسين الوراثي. أظهرت دراسة الأداء التناسلي ضعف الأداء بسبب وجود داء البروسيل داخل القطيع. ومع ذلك، فإن السلالة المحلية العربية أظهرت نمو مثير للاهتمام مقارنة بالسلالات الأخرى. يعتبر إنتاج الحليب متوسطًا مقارنة بالسلالات الغربية المستوردة، ولكنه يتميز بتباين كبير في القدرات الفردية. من ناحية أخرى، أظهرت دراسة المقاومة الجينية لمرض البروسيل من خلال دراسة السائل الميكروي A عند UTR 3 من الجين SLC11A1 وجود مقاومة وراثية محتملة لمرض البروسيل. أخيرًا ولتحسين الجينات الوراثية للماعز المحلي، إن الأنسب هو إجراء الانتقاء الجيني بدلاً من التهجين لأن الاختيار الجيني يحافظ بشكل أفضل على تنوع السلالات المحلية ويكون تنفيذه أقل صعوبة. وفي هذا الصدد، سمحت الدراسة بتحديد الخطوات التي يجب اتباعها في برنامج التحسين الوراثي لإنتاج اللحوم أو الحليب، مع التركيز على المراقبة الصارمة لقدرات الإنتاج. من الضروري أيضًا مراعاة سمات التأقلم والمقاومة الوراثية للسلالات المحلية في برامج التحسين الوراثي. تم اقتراح مؤشر وراثي لهذا الغرض. أخيرًا، خلصنا إلى أنه من الضروري إنشاء المنظومة اللازمة لإعداد برنامج الاختيار الجيني (إنشاء هيئات الاختيار، جمعيات المربين، وما إلى ذلك).

Performances de la population caprine locale du Nord-Est algérien pour une mise en place d'un schéma de sélection

Les filières caprines en Algérie sont en train d'assister à une dynamique importante motivée par une demande croissante sur les produits caprins. Cependant, elles souffrent d'un certain nombre de goulots d'étranglements, tels que la faible productivité des populations locales, la méconnaissance de leur potentiel génétique réel et la brucellose qui sévit dans les élevages. Notre thèse s'est donc fixée pour objectif de caractériser la population caprine locale du Nord-Est algérien à travers l'étude de ses caractéristiques morpho-biométriques, de ses performances zootechniques et de sa résistance génétique à la brucellose en vue de la conception d'un programme d'amélioration génétique. Nos résultats ont montré que la chèvre locale du Nord-Est algérien possède un format morpho-biométrique adapté à une production respectable. Elle est aussi caractérisée par l'existence d'un gradient de développement corporel, synonyme de variabilité génétique pouvant être valorisée dans les programmes d'amélioration génétique. L'étude des performances de reproduction a mis en évidence des performances faibles à cause de la présence de la brucellose au sein du troupeau. Cependant, la chèvre locale Arbia exprime des performances de croissance jugées intéressantes comparativement à d'autres races. La production laitière est réduite comparativement aux races exotiques, mais caractérisée par une grande variabilité interindividuelle. D'autre part, l'étude du polymorphisme du microsatellite A au niveau de 3' UTR du gène SLC11A1 a montré une résistance génétique potentielle à la brucellose. Enfin, pour améliorer la génétique du caprin local, le plus adéquat est de procéder à la sélection génétique plutôt qu'au croisement. La sélection génétique est préférable puisqu'elle préserve mieux la diversité des races locales et est moins difficile à mettre en œuvre. L'étude a également déterminé les étapes à suivre dans un programme d'amélioration génétique, pour la production de viande ou de lait, en mettant l'accent sur la mise en place d'un contrôle de performances rigoureux et soulignant l'importance de prendre en compte les caractères de résilience et de résistance génétique des races locales. Un index génétique a également été proposé pour cela. Enfin, nous avons conclu de la nécessité de mettre l'organisation nécessaire à la réalisation du programme de sélection (création d'organismes de sélection, associations d'éleveurs, etc.).

Performances of indigenous goat population of northeastern Algeria for an implementation of a selection scheme

The goat sector in Algeria is witnessing an important dynamic motivated by a growing demand for goat products. However, it suffers from a number of bottlenecks. Among these constraints the low productivity of local populations, the lack of knowledge of their real genetic potential and the brucellosis that is rampant in the farms. Therefore, the aim of this thesis is to identify the morpho-biometric characteristics of the local goat population of northeastern Algeria, analyze its zootechnical performance and analyze its genetic resistance to brucellosis with a focus on designing a genetic improvement program. The morpho-biometric study showed that the local goat has an adapted format to a respectable production. It is also characterized by the existence of a body development gradient signifying a genetic variability that can be valued in genetic improvement programs. The study of reproductive performance revealed poor performance due to the presence of brucellosis within the herd. However, the local goat Arbia expresses an interesting growth performance compared to other breeds. Milk production is average compared to exotic breeds, but characterized by great inter-individual variability. On the other hand, the study of genetic resistance to brucellosis through the study of microsatellite A at the 3' UTR of the SLC11A1 gene has shown a potential genetic resistance to brucellosis. Finally, to improve the genetics of local goat, the most appropriate is to carry out genetic selection rather than crossbreeding. Genetic selection is preferable since it better preserves the diversity of local breeds and is less difficult to implement. The study also determined the steps to follow in a genetic improvement program, for meat or milk production, with an emphasis on implementing rigorous performance monitoring. It is also crucial to take into account the resilience and genetic resistance traits of local breeds in the programs. A genetic index has been proposed for this. Finally, we concluded that it is necessary to put in place the organization needed to set up the genetic selection program (creation of selection bodies, breeders' associations, etc.).