

République Algérienne Démocratique  
et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et la Recherche Scientifique  
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة



## THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Es-Sciences  
En Sciences Vétérinaires

### Thème :

**CARACTÉRISATION ET GESTION DES  
PRINCIPALES RESSOURCES GÉNÉTIQUES  
CAPRINES LOCALES EN ALGÉRIE : CAS DE LA  
RÉGION DE LAGHOUAT**

Présentée par : LAOUADI Mourad

### Devant le jury :

<b>Ghalmi Farida</b>	Pr, ENSV, Alger	Présidente
<b>Tannah Safia</b>	MCA, ENSV, Alger	Directrice de la thèse
<b>Antoine-Moussiaux Nicolas</b>	MCA, Fac. Médecine Vét. Liège Belgique	Co-directeur de la thèse
<b>Madani Toufik</b>	Pr, Université Ferhat Abbas, Sétif	Examinateur
<b>Mefti-Korteby Hakima</b>	MCA, Université Saad Dahleb, Blida	Examinatrice
<b>Khelifi-Ouchène Nadjat</b>	MCA, Université Saad Dahleb, Blida	Examinatrice

Année universitaire : 2018/2019

On n'a jamais vu une chèvre morte de faim (proverbe français)

Si la chèvre avait la queue plus longue, elle pourrait balayer les étoiles (proverbe tchèque)

Là où le mouton fait défaut, la chèvre est appelée majesté (proverbe turc)

Mieux vaut une chèvre qui donne du lait qu'une vache stérile (proverbe estonien)



# Remerciements

---

Il me sera très difficile de remercier tout le monde car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à son terme.

Je remercie avant tout DIEU (الله) de sa grâce.

Mes remerciements vont particulièrement à l'endroit du **Dr. Tennah Safia**, ma directrice de thèse, pour avoir cru à moi. Vous avez dirigé ce travail avec toute la rigueur scientifique. Vos qualités humaines et votre passion pour un travail bien fait m'ont fortement marqué. Ce travail est le vôtre. Trouvez ici l'expression de ma parfaite reconnaissance. En un mot, cher Docteur, le vocabulaire me manque pour vous remercier. Que Dieu vous bénisse et vous accorde longue vie et prospérité pour que la recherche scientifique puisse rayonner. Amen!

**Dr. Antoine-Moussiaux Nicolas**, **Dr. Moula Nassim** et **Pr. Kafidi Nacreddine** m'ont fait l'honneur d'être rapporteurs de ma thèse, ils ont pris le temps de m'écouter et de discuter avec moi. Leurs remarques m'ont permis d'envisager mon travail sous un autre angle. Pour tout cela je les remercie.

Mes plus vifs remerciements s'adressent à Messieurs et Dames les membres de jury, **Pr. Ghalmi F.**, **Pr. Madani T.**, **Dr. Mefti-Korteby H.** et **Dr. Khelifi-Ouchène N.**, qui ont bien voulu accepter de juger et d'évaluer ce travail.

Mes remerciements vont également à tous les membres du département de productions animales (service de sélection animale, Biostatistique, Bioinformatique et Economie rurale), Faculté de médecine vétérinaire de Liège, qui m'ont toujours accueilli et m'ont beaucoup aidé.

Je tiens à remercier sincèrement les membres du laboratoire central de l'institut technique des élevages (ITELV) de Baba Ali, Alger qui m'ont chaleureusement accueilli chaque année pour faire les analyses chimiques. Un grand merci à **Mlle Saadi Samia** et **Mme Diaf Soumia**.

Je n'oublierai pas d'adresser également mes sincères remerciements à tous les vétérinaires privés et étatiques de la wilaya de Laghouat, qui ont été ma source pour faire le contact avec les éleveurs.

Comme on dit souvent on garde le meilleur pour la fin et ces remerciements ne seraient pas complets sans remercier **Mr. Becheur Mourad** qui a tout fait pour m'aider, qui m'a soutenu et surtout supporté dans tout ce que j'ai entrepris.

# Dédicaces

---

Je dédie cet évènement marquant de ma vie à mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études

Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance

A mon frère et ma sœur

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès

A tous ceux que j'aime

Merci!

<b>Liste des figures</b>		
Numéro	Titre	Page
1	Évolution des effectifs caprins dans le monde (2000-2017)	10
2	Répartition des effectifs caprins dans le monde en 2017	11
3	Répartition des effectifs caprins dans les pays du Maghreb en 2017	11
4	Composition du cheptel national en ruminants pour 2017	12
5	Evolution des cheptels caprins, ovins et bovins en Algérie	13
6	Effectifs des caprins en 2017 dans les principales régions de son élevage en Algérie	13
7	Chèvre de race Arabia	14
8	Chèvre de race Mekatia	15
9	Chèvre de race Naine de Kabyle	16
10	Bouc de race M'zabit	17
11	Représentation simplifiée du système d'élevage selon Landais (1992)	18
12	Principales régions nationales produisant du lait de chèvre en 2016	23
13	Evolution de la production laitière chez la vache, la brebis et la chèvre durant la dernière décennie (2008-2017)	22
14	Carte de la situation géographique de Laghouat	26
15	Zone d'étude de Laghouat, indiquant les daïras couvertes par l'enquête	30
16	Elevage mixte ovin-caprin	34
17	Mode d'élevage sédentaire	35
18	Mode d'élevage en transhumance saisonnière	35
19	Mode d'élevage en stabulation entravée	35
20	Pâturage des chèvres sur les cultures fourragères à proximité de leur ferme	36

21	Distribution des modalités sur les axes 1 et 2	39
22	Distribution des modalités sur les axes 2 et 3	39
23	Système d'élevage pastoral	40
24	Système mixte Agriculture-élevage	40
25	Chèvre et ses petits élevés en stabulation permanente	41
26	Projection des groupes d'élevage selon les deux premières composantes factorielles	43
27	Mamelle d'une chèvre Mekatia réputée pour sa bonne production laitière	45
28	Chèvre de race Mekatia élevée dans le système zero-paturage	50
29	Bouc de race Arabia élevé dans le système pastoral extensif	50
30	Chèvre de la race Arabia élevée dans le système pastoral extensif	51
31	Estimation de l'âge des animaux par l'examen de la dentition selon Wilson et Durkin (1984)	51
32	Schéma démonstratif des mesures corporelles effectuées	54
33	Orientation des oreilles	57
34	Une chèvre tricolore	57
35	Un bouc avec une barbiche	57
36	Une chèvre avec deux pendeloques	58
37	Un bouc avec profil facial convexe	58
38	Forme et orientation des cornes	58
39	Distribution des variables sur les axes 1 et 2	68
40	Projection des groupes d'animaux obtenus selon les deux premières dimensions	68
41	Une chèvre de race Arabia au début de lactation	77
42	EKOMILK utilisé pour l'analyse physico-chimique du lait	79

43	Evolution du taux butyreux au cours des trois premiers mois de lactation	90
44	Œuf de <i>Nematodirus spp</i> (Technique de Flottation G x 400)	91
45	Situation géographique des sites de l'étude	97
46	Les étapes de l'expérimentation	99
47	Œuf d' <i>Eimeria spp</i> (non sporulé) (Technique de Flottation G x 400)	101
48	Oocystes de <i>Cryptosporidium spp</i> observés sous microscope optique (Coloration de Ziehl-Neelsen G x 100)	101
49	Œuf de <i>Nematodirus spp</i> (Technique de Flottation G x 400)	102
50	Œuf de <i>Trichuris spp</i> (Technique de Flottation G x 400)	102
51	Œuf de <i>Cooperia spp</i> (Technique de Flottation G x 400)	102
52	Œuf de <i>Fasciola hepatica</i> (Technique de Sédimentation G x 400)	103

<b>Liste des tableaux</b>		
Numéro	Titre	Page
1	Production laitière mondiale par espèce animale en 2017	22
2	Production laitière nationale par espèce animale en 2017	23
3	Quantité de viande rouge produite en 2017 en Algérie	25
4	Effectifs, production laitière et production de viande des animaux d'élevage dans la région de Laghouat selon les statistiques de 2017	27
5	Codes pour les variables et les modalités incluses dans l'Analyse des Correspondances Multiples	32
6	Composition des troupeaux caprins dans la région de Laghouat	34
7	Buts et objectifs de production de l'élevage caprin	36
8	Critères de sélection des reproducteurs mâles	37
9	Critères de sélection des reproductrices femelles	38
10	Caractéristiques des éleveurs dans les trois classes selon les modalités	42

11	Caractères qualitatifs considérés dans cette étude	52
12	Mesures quantitatives considérées pour la caractérisation des deux races	53
13	Fréquences, en %, des caractères qualitatifs pour les races Mekatia et Arabia	56
14	Moyennes des moindres carrées $\pm$ erreurs standards des mesures corporelles par groupe d'âge pour la race Mekatia	59
15	Moyennes des moindres carrées $\pm$ erreur standard des mesures corporelles par groupe d'âge et par sexe pour la race Arabia	60
16	Mesures quantitatives considérées pour l'Analyse en Composantes Principales	65
17	Indices morphologiques calculés	66
18	Contributions et Corrélations des variables dans les trois premières dimensions	67
19	Caractéristiques des individus selon les trois classes	69
20	Indices morphologiques calculés pour les chèvres de chaque groupe (Moyenne $\pm$ Ecart-type)	70
21	Les plantes prélevées dans les parcours steppiques de la région d'étude	80
22	Composition chimique et valeur énergétique des aliments étudiés (MS en %; MM, MO, MAT et CB en g/kg de MS)	83
23	Résultats des analyses physico-chimiques du lait au cours des trois premiers mois de lactation (exprimés en %)	87
24	Quelques corrélations entre les paramètres analysés	88
25	Taux Butyreux (TB) enregistrés en Algérie et dans d'autres pays du monde	90
26	Taux Protéiques (TP) enregistrés en Algérie et dans quelques pays du monde	92

27	Caractéristiques des animaux utilisés dans l'étude	98
28	Les prévalences des différents types de parasites digestifs observés	103
29	Effet des facteurs de variation sur la prévalence générale	104

## **Résumé**

Le but du sujet de cette thèse est de mettre à la disposition des éleveurs, des chercheurs et de l'état une description fiable sur les ressources génétiques caprines locales dans une région semi-aride de l'Algérie, qui est Laghouat. Il servirait à la mise en place d'un programme de conservation, de sélection et d'amélioration génétique durable et efficace. Le travail comporte quatre études.

### **Etude 1**

Afin d'étudier les pratiques de l'élevage caprin et d'établir une classification des troupeaux, une enquête a été menée auprès de 106 éleveurs caprins dans la région de Laghouat. Deux races indigènes ont été rencontrées dans cette étude : la Arabia (la plus dominante) et la Mekatia. Les résultats montrent que les éleveurs choisissent les animaux destinés à la reproduction dans un but de générer plus de revenus en espèces à partir de la vente de produits. La chaîne de commercialisation du lait de chèvre semble faible. Le lait produit est principalement utilisé pour la consommation familiale. Une analyse multivariée a classé l'élevage caprin de la région de Laghouat en trois groupes correspondant à trois systèmes d'exploitation différents : le groupe 1 (système pastoral), le groupe 2 (système mixte agriculture-élevage) et le groupe 3 (petits troupeaux en zéro pâturage). L'étude approfondie des objectifs et des contextes de l'élevage caprin à Laghouat permettra aux décideurs de concevoir des stratégies pour le développement durable de l'élevage caprin dans la région.

### **Etude 2**

Cette étude vise dans une première partie à caractériser phénotypiquement deux races caprines locales dans la région de Laghouat (Algérie) et d'évaluer l'effet de l'âge et du sexe sur les caractéristiques morpho-biométriques, et dans une deuxième partie de vérifier l'homogénéité de la chèvre Arabia à travers l'analyse multivariée. Dans la 1<sup>ère</sup> partie, un total de 312 animaux a été utilisé : 58 femelles de race Mekatia et 254 de race Arabia (44 mâles et 210 femelles). Dans la 2<sup>ème</sup> partie, 111 femelles Arabia âgées de trois ans ou plus ont été utilisées. Les résultats montrent que les poils de type court (96,55%) caractérisent la race Mekatia et les poils de type long (100% pour les mâles et 92,38% pour les femelles) la race Arabia. La majorité des animaux des deux races sont multicolores ( $\geq 3$  couleurs). Les oreilles semi-pendantes apparaissent surtout chez la chèvre Mekatia (48,28%) alors que chez la race Arabia ce sont les oreilles pendantes qui dominent (79,55% et 75,72% pour les mâles et les femelles respectivement). Concernant les caractères quantitatifs, les deux races ont été classées comme larges. L'effet de l'âge était significatif pour plus de la moitié des

mesures avec en général une augmentation de la taille avec l'âge des animaux ( $p < 0,05$ ). Le dimorphisme sexuel était également significatif ( $p < 0,05$ ) pour toutes les mesures, à l'exception de deux caractères (longueur des oreilles et largeur aux ischions). L'Analyse en Composantes Principales (ACP) sur 14 variables quantitatives, menée dans la 2<sup>ème</sup> partie de l'étude, a permis de classer la population Arabia en trois groupes qui diffèrent significativement ( $p < 0,05$ ) sur le plan statistique : le groupe 1 ( $n=30$ ; 27,03% du total) est constitué par les chèvres les plus petites, le groupe 2 ( $n=56$ ; 50,45% du total) se caractérise par des valeurs correspondants à la longueur du corps, à la hauteur au garrot et au tour de poitrine les plus élevés et enfin le groupe 3 ( $n=25$ ; 22,52% du total) caractérisé par des mesures de largeur et de tour de canon les plus importantes. Les résultats de cette étude peuvent servir de base à la description et à la standardisation des races caprines, Mekatia et Arabia, dans la région de Laghouat en Algérie.

### **Etude 3**

Cette étude vise à déterminer d'une part la composition chimique et estimer la valeur nutritive énergétique (UFL) de quelques plantes steppiennes communément consommées par les chèvres Arabia dans la zone de Tadjmout à Laghouat. D'autre part, de déterminer leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques du lait cru produit par les chèvres en début de leur lactation. L'étude s'est déroulée en deux parties ; la première partie a consisté à réaliser des analyses fourragères sur 14 plantes steppiennes, un fourrage cultivé et 2 aliments complémentaires, aussi, la valeur énergétique a été calculée afin d'estimer l'apport énergétique de la ration consommée. Dans la deuxième partie, le lait de neuf chèvres a été collecté à raison d'un prélèvement tous les 15 jours depuis la mise-bas jusqu'au 90<sup>ème</sup> jour du post-partum et a été analysé. Les résultats montrent une diversité floristique (Neuf familles recensées). 10 plantes steppiennes sur un total de 14 étaient les plus riches, elles ont présenté une bonne valeur énergétique ( $> 1$ UFL/kg de MS) et un taux de MAT élevé (104 à 303,9 g/Kg de MS). Cependant, l'estimation de la quantité de l'énergie totale fournie par les différents aliments consommés (steppiennes, cultivé et complémentaires) était égale à 1,62 UFL/jour ce qui ne permet de fournir, selon les tables de l'INRA, que 2 kg de lait. Ce déficit énergétique de la ration s'est bien manifesté à travers les résultats des analyses physico-chimiques du lait, en effet, les valeurs enregistrées pour le TP étaient faibles et le TB était variable en fonction du moment de prélèvement du lait. Ce dernier a donc permis d'estimer le pic de lactation au premier mois du post-partum (valeur minimale du TB enregistrée à cette période était égale 3,07%). L'estimation de l'effet de l'alimentation sur la qualité du lait de chèvre locale à Laghouat,

est une première investigation qui mérite d'être poursuivie sur des effectifs plus importants, durant toute la période de lactation tout en considérant les facteurs pouvant affecter la quantité et la qualité du lait notamment la saison et l'alimentation afin de déterminer le vrai potentiel génétique de la chèvre Arabia pour la production laitière.

#### **Etude 4**

L'objectif de l'étude 4 était d'étudier la prévalence des parasites digestifs dans certains élevages caprins de la région de Laghouat et de déterminer l'effet de certains facteurs liés à l'animal ou à l'éleveur sur ce taux. Un échantillon de 97 individus a été utilisé dans cette étude qui s'est déroulée durant les mois de Février et Mars 2018. 97 échantillons de matières fécales ont été prélevés dans 11 élevages et ont subi un examen coprologique. Sur les 97 caprins étudiés, 31 étaient infestés, soit une prévalence générale de 31,96%. Cette étude a permis aussi d'identifier trois familles de parasites, la famille des coccidies représentée par deux genres : *Eimeria spp* (9,28%) et *Cryptosporidium spp* (25,77%), la famille des nématodes représentée par trois genres : *Nematodirus spp* (4,12%), *Trichuris spp* (2,06%) et *Cooperia spp* (1,03%), et enfin la famille des trématodes représentée par un seul genre : *Fasciola hepatica* (1,03%). Les facteurs liés à l'animal (âge, sexe et race) n'avaient aucun effet significatif sur la prévalence générale, alors que le facteur mode d'élevage a révélé un effet significatif ( $p < 0,05$ ) avec plus d'infestation pour les animaux de race Arabia élevés en mode extensif. Enfin, il serait intéressant d'approfondir cette étude en élargissant l'échantillon et en rajoutant l'effet de la saison sur l'évolution du taux de parasitisme.

#### **Mots clés**

Ressources génétiques caprines, Mekatia, Arabia, Systèmes d'élevage, Gestion, Caractérisation, Analyse multivariée, Phénotype, Lait, Alimentation steppique, Parasitisme digestif, Laghouat, Algérie.

## **Abstract**

The goal of the subject of this thesis is to provide breeders, researchers and the state a reliable tool on local goat genetic resources in one of the semi-arid regions in Algeria, which is Laghouat. It would be used to put in place a sustainable and powerful genetic program of conservation, selection and improvement. The work consists of four studies.

### **Study 1**

In order to investigate the practices of goat breeding and establish a classification of goat herds, a survey was conducted with 106 goat breeders in the semi-arid region of Laghouat. Two indigenous breeds were encountered in this survey: the Arabia and the Mekatia; the Arabia being found as the dominant. The results show that breeders choose the breeding goats with a goal of generating more income in cash from the sale of products. The goat milk marketing chain appears to be weak. The milk produced is primarily used for home consumption. A multivariate analysis categorized the goat farming of Laghouat region into three groups corresponding to three different farming systems : cluster 1 (pastoral system), cluster 2 (mixed crop-livestock system) and cluster 3 (small herds in zero grazing system). The in-depth study of the goals and contexts of goat farming in Laghouat will allow policy makers to design strategies for sustainable development of goat breeding in the region.

### **Study 2**

This study aims in a first part to characterize phenotypically two indigenous goat breeds in Laghouat area (Algeria) and to evaluate effect of age and sex on morph-biometrics characteristics, then in a second part to verify the homogeneity of Arabia goat through multivariate analysis. In the first part, a total of 312 animals were investigated : 58 females of Mekatia breed and 254 of Arabia breed (44 males and 210 females). In the second part, 111 females of Arabia aged three years or more were used. The results show that Mekatia breed is characterized by short hair type (96.55%) whereas Arabia breed by long hair type (100% for males, 92.38% for females). The majority of both breeds were multi-coloured ( $\geq 3$  colors). The semi-pendulous ears were the most represented in Mekatia (48.28%) while in Arabia, the pendulous ears were the dominant (79.55% and 75.72% for males and females respectively). About quantitative traits, both breeds are classified as large. The age effect is shown for more half of measurements with an overall increase of animal size with age ( $p < 0.05$ ). A significant sexual dimorphism ( $p < 0.05$ ) is shown for all measurements except two characters (ear length and ischia width). The Principal Component Analysis (PCA) on 14 quantitative variables, conducted in the second part of the study, allowed to classify the Arabia population into three groups that differ significantly ( $p < 0.05$ ) in

statistical terms : the group 1 (n=30, 27.03% of the total) is constituted by the smallest goat, the group 2 (n=56, 50.45% of the total) is characterized by the highest values of body length, height at withers and chest circumference, finally the group 3 (n=25, 22.52% of the total) characterized by the highest values of width measurements and canon circumference. The results of this study can be a basis for the description and standardization of goat breeds, Mekatia and Arabia, in the region of Laghouat in Algeria.

### **Study 3**

This study aims on one hand the determination of chemical composition and the estimation of energy value (UFL) of some steppic plants commonly consumed by Arabia goats in Tadjmout area. On the other hand, to determine their effects on the physico-chemical characteristics of raw milk produced by these goats in early lactation. The work was conducted in two parts; the first part consists to forage analysis of 14 steppe plants, one cultivated fodder and two complementary foods, also, the energy value was calculated to estimate the energy intake of the consumed diet. In the second part, the milk of nine goats was collected every 15 days from parturition until the 90<sup>th</sup> day post-partum and was analyzed. The results show a floristic diversity (nine families identified). 10 steppic plants out of a total of 14 were the richest, they presented a good energy value (>1UFL/kg of dry matter) and a high MAT rate (104 to 303.9g/kg of dry matter). However, estimation of the total energy value provided by different types of food (steppic, cultivated and complementary) was equal to 1.62 UFL/day; this will allow the production of only 2 kg of milk, according to INRA tables. This energetic deficit of ration was well demonstrated through the results of physico-chemical analysis of milk, effectively, the values recorded for the TP were low, and TB was variable depending on the milk sampling time. This element allowed the estimation of the lactation peak at the first month post-partum (minimum value of TB registered in this period equals 3.07%). The effect of feeding on the quality of local goat milk in Laghouat is an initial investigation, that merits to be continued on largest number of animals, throughout the lactation period while considering the factors that affected the quantity and quality of milk especially season and feeding in order to determine the real genetic potential of Arabia goat for milk production.

### **Study 4**

The objective of study 4 was to study the prevalence of digestive parasites in some goat farms in the Laghouat region as well as to determine the effect of some factors related to the animal or the breeder on this rate. A sample of 97 individuals was used in this study conducted during February and March 2018. For this purpose, 97 faecal samples were

collected from 11 farms and underwent a coprological examination. Of the 97 goats studied, 31 were infested with an overall prevalence of 31.96%. This study allowed also the identification of three parasitic families, the coccidia family represented by two types : *Eimeria spp* (9.28%) and *Cryptosporidium spp* (25.77%), the nematode family represented by three types : *Nematodirus spp* (4.12%), *Trichuris spp* (2.06%) and *Cooperia spp* (1.03%), and finally the trematode family represented by one type : *Fasciola hepatica* (1.03%). Factors related to animals (age, sex and breed) had no significant effect on overall prevalence, whereas the factor herd mode revealed a significant effect ( $p < 0.05$ ) with more infestation for Arabia breed reared in extensive system. Finally, more investigations will be useful to extend this study by expanding the sample and adding summer, autumn and winter to evaluate the effect of season and the evolution of parasitism rate.

### **Keywords**

Goat genetic resources, Mekatia, Arabia, Livestock systems, Management, Characterization, Multivariate analysis, Phenotype, Milk, steppic diet, Digestive parasitism, Laghouat, Algeria.

## ملخص

يهدف موضوع هذه الرسالة إلى تزويد المربين والباحثين والدولة بأداة يمكن الاعتماد عليها بالنسبة للموارد الوراثية المحلية للماعز في منطقة شبه قاحلة بالجزائر، وهي الأغواط. وسيتم استخدامه لوضع برنامج مستدام وفعال للحفاظ والاختيار و تحسين الموارد الوراثية. يتكون العمل من أربع دراسات.

### الدراسة 1

من أجل دراسة ممارسات تربية الماعز وتصنيف القطعان، أجري استجواب مع 106 من مربي الماعز في منطقة شبه قاحلة، هي منطقة الأغواط. وجدنا من خلال هذه الدراسة سلالتين أصليتين: العربية والمقاتية؛ السلالة العربية كانت الأكثر وجودا. تظهر النتائج أن المربين يختارون حيوانات التكاثر لغرض توليد دخل نقدي أكثر من بيع المنتجات. يبدو جليا أن سلسلة تسويق حليب الماعز ضعيفة. يستخدم الحليب المنتج أساسا في الاستهلاك الأسري. صنف التحليل متعدد المتغيرات تربية الماعز في منطقة الأغواط إلى ثلاث مجموعات تقابل ثلاثة أنظمة زراعية مختلفة: المجموعة 1 (النظام الرعي)، المجموعة 2 (نظام المحاصيل والثروة الحيوانية المختلطة) والمجموعة 3 (قطعان صغيرة مع عدم وجود الرعي). ستسمح دراسة متعمقة لأهداف وسياقات تربية الماعز في الأغواط لصناع القرار بتصميم استراتيجيات للتنمية المستدامة لتربية الماعز في المنطقة.

### الدراسة 2

تهدف هذه الدراسة في الجزء الأول إلى وصف اثنين من سلالات الماعز المحلية بشكل ظاهري في منطقة الأغواط (الجزائر) وتقييم تأثير العمر والجنس على الخصائص المورفولوجية، وفي الجزء الثاني التحقق من تجانس الماعز العربية من خلال التحليل متعدد المتغيرات. في الجزء الأول تم استخدام 312 حيوان: 58 من سلالة المقاتية و254 من سلالة العربية (44 ذكر و 210 أنثى). في الجزء الثاني، تم استخدام 111 أنثى من الماعز العربية تتراوح أعمارهن بين ثلاث سنوات فما فوق. أظهرت النتائج أن الماعز المقاتية تتميز بالشعر القصير (96.5%) بينما تنعم العربية بشعر طويل (100% للذكور و 92.38% للإناث). معظم الحيوانات من السلالتين هي متعددة الألوان (3 ألوان أو أكثر). الأذان و شبه المعلقة هي الأكثر تمثيلا في عنزة المقاتية (48.28%)، بينما في سلالة العربية، تهيمن الأذان المعلقة (79.55% و 75.72% على التوالي للذكور والإناث). كان تأثير العمر كبيرا على أكثر من نصف القياسات التي أجريت مع زيادة حجمها عموما مع عمر الحيوانات. الفرق بين الجنسين كان أيضا فعلا لجميع القياسات، باستثناء صفتين (طول الأذن و عرض الأيسكيم). أتاح التحليل متعدد المتغيرات على 14 متغيرا كميا، والذي أجري في الجزء الثاني من الدراسة إلى تصنيف السلالة العربية إلى ثلاث مجموعات تختلف اختلافا كبيرا من الناحية الإحصائية: المجموعة 1 (ن=30، 27.03% من المجموع) تتكون من اصغر الماعز، المجموعة 2 (ن=56، 50.45% من المجموع) تتميز بأكبر القيم بالنسبة لطول الجسم، الارتفاع عند الكاهل و محيط الصدر. أخيرا المجموعة 3 (ن=25، 22.52% من المجموع) تتميز بأكبر قياسات العرض ومحيط المقبض. نتائج هذه الدراسة يمكن أن تكون بمثابة الأساس لوصف وتوحيد سلالات الماعز العربية والمقاتية، في منطقة الأغواط بالجزائر.

### الدراسة 3

تهدف هذه الدراسة من ناحية إلى تحديد التركيب الكيميائي وتقدير القيمة الطاقوية لبعض نباتات السهوب التي تستهلكها عادة الماعز العربية في منطقة تاجموت. من ناحية أخرى لتحديد آثارها على الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للحليب الخام التي تنتجها هذه الماعز في بداية الرضاعة. تمت هذه الدراسة في جزئين. الجزء الأول يتكون من إجراء تحاليل

الأعلاف على 14 نباتا سهيبيا، 1 علفا مزروعا و غذائيين تكميلين، و قمنا ايضا بتقدير كمية الطاقة المستهلكة في هذا الغذاء. في الجزء الثاني تم جمع حليب الماعز بمعدل مرة كل 15 يوم من الولادة إلى 90 يومًا بعدها وتم تحليلها. النتائج المتحصل عليها تظهر تنوعا نباتيا (9 عائلات مسجلة). 10 نباتات سهبية من أصل 14 كانت أغنى النباتات حيث كان لديها قيمة طاقة جيدة (اكثر من 1 UFL) ومعدل MAT مرتفع (104 إلى 303.9 غ/كلغ من المادة الجافة). ومع ذلك ، كان تقدير كمية الطاقة الإجمالية التي توفرها هذه الانواع من الاغذية (السهبية، المزروعة والمكملة) UFL1.62/يوم والتي لا تسمح بتوفير، وفقا لجداول INRA لاثنين كلغ من الحليب فقط. وقد تجلى هذا العجز الطاقوي للحصة الغذائية المستهلكة بشكل واضح من خلال نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية للحليب، بحيث كانت القيمة المسجلة للبروتينات ضعيفة وكانت المادة الدسمة متغيرة حسب لحظة أخذ العينات. وبالتالي فإن هذا الأخير جعل من الممكن تقدير ذروة الرضاعة في الشهر الأول من فترة ما بعد الولادة (الحد الأدنى لقيمة المادة الدسمة المسجلة خلال هذه الفترة يساوي 3.07%). إن تقدير تأثير التغذية على جودة حليب الماعز المحلي في الأغواط، هو أول تحقيق يستحق المتابعة على أعداد أكبر من الماعز، خلال فترة الرضاعة بأكملها مع مراعاة العوامل التي يمكن أن تؤثر على كمية الحليب وجودته، وخاصة الموسم والنظام الغذائي، من أجل تحديد الإمكانيات الوراثية الحقيقية للماعز العربية لإنتاج الحليب.

#### الدراسة 4

كان الهدف من الدراسة 4 هو التعرف على نسبة انتشار الطفيليات في الجهاز الهضمي للماعز في بعض المزارع في منطقة الأغواط وتحديد تأثير بعض العوامل ذات الصلة بالحيوان أو المربي على هذا المعدل. تم استخدام 97 حيوانا في هذه الدراسة التي أجريت خلال شهري فبراير و مارس 2018. لهذا الغرض، تم جمع 97 عينة برازية من 11 مزرعة و اخضاعها للفحص البرازي. من أصل 97 ماعزا تمت دراستها، كان 31 مصابا بمعدل انتشار إجمالي وصل الى 31.96%. كما حددت هذه الدراسة ثلاث عائلات من الطفيليات، أسرة الكوكسيديا ممثلة من قبل جنسين: الأيميريا (9.28%) والكريبيتوسبورديوم (25.77%)، أسرة من الديدان الخيطية التي يمثلها ثلاثة أجناس: نيماتوديغوس (4.12%)، تريكوريس (2.06%) والكوبيريا (1.03%)، وأخيرا عائلة التريماتود ممثلة بجنس واحد: فاسيولا ايباتيكا (1.03%). لم يكن للعوامل المرتبطة بالحيوان (العمر والجنس والعرق) أي تأثير كبير على الانتشار الكلي، بينما كشف عامل طريقة التربية عن تأثير كبير مع زيادة الإصابة. لماعز السلالة العربية المرباة على نطاق واسع. أخيرًا، سيكون من المثير للاهتمام تعميق هذه الدراسة من خلال توسيع العينة وإضافة تأثير الموسم على تطور معدل التطفل.

#### الكلمات المفتاحية

الموارد الوراثية للماعز، مقاطية، عربية، أنظمة التربية، الإدارة، التوصيف، التحليل متعدد المتغيرات، النمط الظاهري، الحليب، الأغذية السهبية، الطفيليات المعوية ، الأغواط ، الجزائر.

## Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE</b> .....	<b>8</b>
<b><i>I.1. Répartition et évolution des caprins</i></b> .....	<b>10</b>
I.1.1. Dans le monde.....	10
I.1.2. Au Maghreb .....	11
I.1.3. En Algérie.....	12
<b><i>I.2. Composition raciale du cheptel caprin algérien</i></b> .....	<b>13</b>
<b><i>I.4. Evolution des systèmes d'élevage en Algérie (Mutation)</i></b> .....	<b>21</b>
<b><i>I.5. Les productions caprines</i></b> .....	<b>21</b>
I.5.1. Production laitière .....	22
I.5.2. Production de viande .....	24
<b><i>I.6. Présentation générale de la région d'étude: Laghouat</i></b> .....	<b>25</b>
I.6.1. Situation géographique .....	25
I.6.2. Climat .....	26
I.6.3. Productions animales.....	26
<b>CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT</b> .....	<b>28</b>
<b><i>II.1. Introduction</i></b> .....	<b>29</b>
<b><i>II.2. Matériel et Méthodes</i></b> .....	<b>30</b>
II.2.1. Zone d'étude .....	30
II.2.2. Collecte des données .....	30
II.2.3. Analyses statistiques .....	30
<b><i>II.3. Résultats</i></b> .....	<b>33</b>
II.3.1. Caractéristiques socio-économiques .....	33
II.3.2. Caractéristiques des troupeaux caprins .....	33
II.3.3. Buts de l'élevage caprin et objectifs de production .....	35
II.3.4. Pratiques d'élevage .....	36
II.3.5. Typologie.....	38
<b><i>II.4. Discussion</i></b> .....	<b>43</b>
II.4.1. Typologie : Aperçu .....	43
II.4.2. Caractéristiques socio-économiques .....	43
II.4.3. Caractéristiques des troupeaux caprins .....	44
II.4.4. Buts de l'élevage caprin et objectifs de production .....	45
II.4.5. Pratiques.....	46

<i>II.5. Conclusions</i> .....	47
<i>II.6. Recommandations</i> .....	47
<b>CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT</b> .....	<b>48</b>
<i>Partie 1 : Caractérisation morpho-biométrique des caprins de race locale et effet des facteurs liés à l'animal</i> .....	49
III.1.1. Introduction .....	49
III.1.2. Matériel et Méthodes .....	50
III.1.3. Résultats.....	55
III.1.4. Discussion .....	61
III.1.5. Conclusions .....	63
<i>Partie 2 : Etude de la variabilité biométrique de la chèvre Arabia à Laghouat par l'Analyse en Composantes Principales</i> .....	64
III.2.1. Introduction .....	64
III.2.2. Matériel et Méthodes .....	65
III.2.3 Résultats.....	66
III.2.4. Discussion .....	71
III.2.5. Conclusions .....	73
<b>CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE</b> .....	<b>74</b>
IV.1. Introduction.....	75
IV.2. Matériel et Méthodes .....	76
IV.2.1. Présentation de la région d'étude.....	76
IV.2.2. Matériel végétal.....	76
IV.2.3. Matériel animal .....	77
IV.2.4. Méthodes.....	77
IV.2.5. Analyses statistiques.....	79
IV.3. Résultats et Discussions .....	79
IV.3.1. Identification des espèces prélevées dans les parcours steppiques .....	79
IV.3.2. Composition chimique et valeur alimentaire de la ration .....	82
VI.3.3. Production laitière permise par la ration .....	85
IV.3.4. Résultats des analyses physico-chimiques du lait .....	86
IV.4. Conclusions et recommandations .....	93
<b>CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT</b> .....	<b>95</b>
V.1. Introduction.....	96
V.2. Matériel et Méthodes .....	96

V.2.1. Zone et période de l'étude.....	96
V.2.2. Matériel animal.....	97
V.2.3. Identification des animaux .....	98
V.2.4. Réalisation des prélèvements.....	98
V.2.5. Les différentes techniques coprologiques utilisées au laboratoire.....	99
V.2.7. Calcul des indices parasitaires (Prévalence).....	100
V.2.8. Traitement statistique des données .....	100
<i>V.3. Résultats</i> .....	<i>101</i>
V.3.1. Identification microscopique des parasites à élimination fécale.....	101
V.3.2. Prévalence des parasites identifiés.....	103
V.3.3. Effet des facteurs de variation sur la prévalence générale.....	103
<i>V.4. Discussion</i> .....	<i>104</i>
<i>V.5. Conclusions et Perspectives</i> .....	<i>107</i>
<b>CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>109</b>
<i>Conclusions générales</i> .....	<i>110</i>
<i>Perspectives</i> .....	<i>113</i>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>114</b>



## **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

La population humaine est en plein développement, on s'attend à ce que l'accroissement de la population mondiale soit de 1 % par an au cours de la prochaine décennie. La population mondiale actuelle estimée à 7,4 milliards va progresser pour atteindre 9,1 milliards en 2050 (FAO, 2016). La vitesse de croissance démographique est plus forte dans les pays en développement. Cet accroissement rapide de la population entraînera une pression sur la demande en ressources alimentaires en général et animales en particulier. Le besoin en denrées alimentaires en 2023 aura augmenté de plus de 1,3 fois par rapport à 2014 (FAO, 2014a). Les animaux domestiques contribuent directement aux moyens de subsistance des millions de personnes, dont environ 70% des pauvres des zones rurales dans le monde (FAO, 2015). Les communautés locales particulièrement les petits exploitants dans le système pastoral bénéficient à présent des ressources génétiques animales locales hautement adaptables au contexte des environnements difficiles (Sansthan et Köhler-Rollefson, 2005) Ces ressources bien qu'insuffisamment connues, sont adaptées depuis des décennies aux conditions locales et résistent mieux que les races exotiques, aux périodes de sécheresse et de stress (Flamant et Morand-Fehr, 1987). Parmi tous les autres ruminants, les caprins possèdent des capacités uniques d'adaptation aux environnements difficiles des milieux semi-arides et arides, ils sont capables de digérer une haute teneur de fibres fourragères de mauvaise qualité plus efficacement que les autres ruminants (Tisserand et al., 1991; Dulphy et al., 1994). De plus, par leur taille réduite, leur comportement grégaire et la diversité de leurs productions, les chèvres se prêtent bien à une exploitation familiale, leur mobilité étant une assurance supplémentaire dans les périodes d'insécurité climatique ou politique (Théwis et al., 2005). Ainsi, les investissements dans l'amélioration de la productivité caprine peuvent contribuer de manière équitable aux systèmes de subsistance et à la sécurité alimentaire de ces ménages ruraux pauvres.

Les systèmes traditionnels de production des petits ruminants autour du bassin méditerranéen subissent les impacts des mutations importantes au sein de la société. De nos jours, la rentabilité économique est devenue le principal critère pour la continuité de tout système de production animale. Ainsi, les éleveurs essaient de valoriser au maximum leurs ressources disponibles, entre autres par le choix d'un cheptel performant. En effet, le recours à de nouvelles races ou génotypes croisés performants est accessible pour les différentes communautés d'éleveurs (Mandonnet et al., 2006). Cette pratique constitue pour eux moins de frais (Kassahun, 2004) et raccourcit le chemin pour améliorer les performances des races locales. Cependant, œuvrer à améliorer le génotype ne signifie pas le croisement anarchique et non contrôlé entre les caprins de races locales et ceux de races

## INTRODUCTION GENERALE

exotiques car ces actions sont à la base du phénomène d'érosion des ressources génétiques locales. En effet, selon une étude de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 20% des races caprines connues dans le monde étaient classées en 2007 comme étant à risque et 9% étaient signalées comme éteintes (FAO, 2007). D'autres méthodes plus appropriées existent, notamment celle se basant sur la sélection au sein de la même race et le croisement entre les meilleurs reproducteurs pour améliorer la productivité des caprins locaux (Banerjee et *al.*, 2000). Cette stratégie ne pourrait être couronnée de succès qu'après une connaissance fine du phénotype et du génotype des parents candidats au croisement et du système de production dans lequel ils sont élevés.

L'Algérie, en tant que pays en voie de développement, n'échappe pas à la problématique ci-dessus, en effet, sa population a atteint 42,2 millions d'habitants au 1<sup>er</sup> janvier (ONS, 2019), cette population est répartie en deux groupes la population urbaine correspond à 71,9% de la population totale et rurale représentant les 28,1 % restants (FAO, 2017). Avec cette croissance démographique, la production des protéines animales en Algérie peine à satisfaire la demande croissante de la part d'une population de plus en plus urbanisée, ce qui engendre un déficit que l'on peut attribuer pour partie à une faible productivité du cheptel, à des systèmes de productions très extensifs, des cultures fourragères peu développées et des races locales à faible potentialité bien que adaptées au milieu. De nombreux programmes de développement dans le secteur de l'agriculture et de l'élevage ont été mis en œuvre. Néanmoins, le défi majeur auquel l'état a été confronté était de lutter contre la pauvreté et d'assurer la sécurité alimentaire par la subvention d'un produit très riche en nutriments, qui peut suppléer à d'autres produits coûteux tels que la viande par exemple, cet aliment est le lait. En Algérie, le lait constitue un produit de base et sa consommation est égale à 115 litres/habitant/an (c'est le 1<sup>er</sup> pays au Maghreb) (Sraïri et *al.*, 2007). Malheureusement, la production laitière nationale (assurée à 80% par le cheptel bovin) ne couvre pas les besoins de la population, ce qui rend l'Algérie très dépendante du marché laitier mondial (Dilmi Bouras, 2008). De ce fait, il est nécessaire de mettre en place une stratégie agro-alimentaire visant à long terme l'amélioration de la production laitière, en développant l'élevage d'un animal producteur de lait, qui n'aurait pas de grandes exigences en matière d'alimentation et qui se présente dans tous les systèmes de production; cet animal est la chèvre. La production du lait de chèvre revêt une importance considérable chez la population déshéritée des zones rurales car elle génère, d'une part, une source de revenu et améliore la qualité de la vie, et d'autre part, le lait est une source de protéines de haute qualité nutritive et sa composition nutritionnelle est comparable à

## INTRODUCTION GENERALE

celle du lait de vache (Renner et *al.*, 1996), à cet égard, la chèvre constitue l'animal le plus compétitif à la vache.

La filière caprine en Algérie, bien que négligée comparativement aux autres espèces animales, constitue une activité économique importante dans les zones rurales marginalisées du pays. Les cinq millions de caprins présents actuellement valorisent essentiellement les ressources naturelles pour assurer la sécurité et la pérennité des systèmes de productions actuels et ils sont orientés beaucoup plus vers la production de viande (Sahraoui et *al.*, 2017). Ainsi, pour pouvoir développer ce secteur en Algérie, la connaissance des ressources caprines particulièrement locales est primordiale. En effet, le développement de l'élevage des chèvres de races améliorées (Saanen, Alpine,...etc) n'a pas contribué à la satisfaction des besoins des populations rurales et n'a pas permis de réduire d'autant les importations laitières de l'étranger. Néanmoins, il faut savoir que les races exotiques se trouvent devant des difficultés d'adaptation à des conditions du milieu différentes de celles de leur berceau d'origine: manque d'adaptation au climat ou à la marche, non disponibilité d'alimentation locale aux exigences élevées du potentiel de production, saisonnalité de la reproduction inadaptée au cycle annuel des systèmes de production. Ces observations nombreuses et diversifiées justifient l'émergence d'intérêt pour les races locales (Flamant et Morand-Fehr, 1987). De ce fait, il est nécessaire de passer d'abord par une caractérisation des profils génétiques visibles des caprins indigènes et une identification des variations entre eux, c'est la caractérisation phénotypique, qui correspond à l'identification des différentes races et à la description de leurs caractéristiques externes et productives dans un milieu de production donné (FAO, 2011). Selon cette définition, il paraît important pour réaliser cette caractérisation, de passer par trois étapes :

- D'abord, identifier la diversité des systèmes de production dans lesquels est élevée cette ressource animale ainsi que les objectifs de production ciblés par les éleveurs. C'est la première étape pour établir une politique de développement durable du secteur d'élevage (Ruiz et *al.*, 2008). Le terme environnement d'élevage ciblé dans cette première étape n'englobe pas uniquement le contexte environnement naturel dans lequel sont élevés les animaux, mais également les pratiques d'élevage et l'utilisation de ces ressources ainsi que les facteurs sociaux-économiques. Le milieu de production est essentiel pour déterminer le vrai potentiel génétique et pour récolter ainsi des informations nécessaires pour classer les races selon le risque de leur érosion (FAO, 2015);

## INTRODUCTION GENERALE

- Ensuite, identifier les traits morphologiques externes caractéristiques de ces races par des paramètres qualitatifs et quantitatifs;
- Et enfin, étudier les performances de ces animaux dans le milieu de production où ils vivent. C'est la caractérisation zootechnique qui détermine la valeur et l'utilité de la race ainsi que la qualité de ses produits (FAO, 2015).

L'Algérie ne dispose toutefois pas de système formel de gestion de l'information sur les ressources génétiques animales. Néanmoins, les données disponibles concernant l'état de la diversité génétique du matériel animal sont rares, les études sont partielles et localisées, du fait du manque de financement nécessaire à la mise en point de protocole visant l'étude de l'ensemble du patrimoine génétique national, le manque de spécialistes dans le domaine, et d'une structure particulière pour la gestion des ressources génétiques animales et de conscience de l'intérêt qu'il représente dans l'avenir (CN AnGR, 2003). Les études antérieures concernant la caractérisation des caprins ont été réalisées majoritairement dans un contexte régional sans précision de la race. Parmi ces études on peut citer l'étude de Manallah (2012) sur les caprins de la région de Sétif, l'étude de Habbi (2014) sur les caprins de la région de Ghardaïa, l'étude de Benchikh et Oulad Belkhir (2015) sur les caprins de la région de Ouargla, l'étude de Benyoub (2016) sur les caprins de la région de Tlemcen, celle de Bensaadi (2016) sur les caprins de la région d'Oued-Souf et celle de Moula *et al.* (2017) sur les caprins de la région de Chemini en Kabylie. Les études qui ont précisé le type de la race sont rares, on peut citer l'étude de khemici *et al.* (1995, 1996) sur la race Mekatia, Arabia ainsi que les populations caprines des Monts Dahra et des Aurès, l'étude de Guelmaoui et Abderahmani (1995) sur la race M'Zabite, celle d'Ouchene-khelifi *et al.* (2015) sur les ressources caprines existants dans plusieurs wilayas de l'Algérie et dernièrement celle de Nessah (2017) sur la race naine de Kabylie.

Dans la zone semi-aride de Laghouat, région où s'est déroulée le présent travail, les caprins occupent la 5<sup>ème</sup> place (en termes d'effectifs des animaux) à l'échelle nationale (MADR, 2018) et ils jouent un rôle important dans les moyens de subsistance des ménages défavorisés, qui considèrent cette composante animale comme une source d'épargne, de lait et de viande. Le comportement alimentaire des caprins leur permet de mieux valoriser les aliments ligneux des parcours naturels très répandus dans la région, et par conséquent se maintenir pendant toute l'année et surtout pendant la saison de faible disponibilité en herbe. Malgré cette importance, l'élevage caprin a longtemps été négligé politiquement et scientifiquement au profit des ovins et des bovins qui, croyait-on, étaient les seules espèces

## INTRODUCTION GENERALE

capables de produire d'importants tonnages de viande et de lait. Les connaissances sur l'espèce caprine à Laghouat sont encore fragmentaires, partielles et anciennes. Il n'y a pratiquement pas d'études complètes qui se sont intéressées à la caractérisation phénotypique proprement dite englobant la morphologie des animaux et l'environnement de l'élevage. Qu'en est-il actuellement des variétés des ressources caprines locales qui sillonnent ce périmètre de sud Algérien? Ces ressources ont-elles évolué avec les transformations des systèmes et des pratiques d'élevage? C'est dans ce contexte que s'inscrit cette recherche qui rentre dans le cadre de la présente thèse de doctorat.

L'objectif principal de cette thèse était de caractériser la diversité des ressources génétiques caprines locales dans la région semi-aride de Laghouat afin de mieux les valoriser à travers un programme d'amélioration génétique. De manière spécifique, à travers ce travail, nous avons réalisés quatre études, une première étude, représentée sous forme d'enquêtes et d'informations recueillies auprès des éleveurs a recensé et caractérisé, les systèmes et les pratiques d'élevage dans lesquels sont conduites les différentes ressources caprines étudiées afin de comprendre la tendance de leur évolution. La deuxième étude a porté sur la caractérisation morphologique des ressources caprines locales trouvées dans la région d'étude. Ce premier niveau de caractérisation est appelé **primaire**, il est utilisé pour désigner les activités qui peuvent être réalisées en une seule visite sur le terrain. Un deuxième niveau de caractérisation dite **avancée** est utilisé pour décrire les activités qui nécessitent des visites répétées et la collecte de données longitudinales, il s'agit de la troisième étude sur les aptitudes de production laitière principalement qualitative. Enfin, une quatrième étude a concerné la description du parasitisme digestif qui est communiqué par les éleveurs enquêtés comme étant le plus communément rencontré dans la région d'étude.

Les résultats de ces études serviront comme base précise et fiable pour mettre en place des programmes d'amélioration génétique durable par la réflexion sur des schémas de sélection et/ou de croisement de ces ressources génétiques locales, tout en respectant certaines conditions visant à leur maintien comme ressource animale locale, et au maintien de la biodiversité génétique.

Dans une revue de la littérature, nous nous proposons de rappeler dans un premier chapitre un certain nombre de données relatives au caprin et à ses caractéristiques, le contexte actuel dans lequel évolue la production caprine et à l'organisation de l'élevage. Enfin, nous présenterons la région dans laquelle s'est déroulée l'étude.

## **INTRODUCTION GENERALE**

Ensuite, nous présenterons les chapitres 2, 3, 4 et 5 présentant respectivement les quatre études réalisées dans le cadre de cette thèse, en décrivant pour chacune d'elles le matériel et les méthodes utilisés pour recueillir les données nécessaires ainsi que les méthodes statistiques utilisées, puis nous présenterons les résultats obtenus et nous les discuterons dans une dernière partie. Enfin, nous conclurons avec les perspectives de faisabilité d'un programme de sélection basé sur la caractérisation principale et secondaire des ressources caprines locales de la région de Laghouat.

## CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

La chèvre domestique, dont le nom scientifique *Capra Hircus* est une espèce qui a connu une longue histoire de domestication. Plusieurs auteurs: Epstein (1971), Mason (1984), Vigne (1988), Lauvergne (1988), Théwis et *al.* (2005) affirment que l'ancêtre de la chèvre domestique est une chèvre sauvage du Proche-Orient, appelée : *Capra aegagrus*. Les preuves archéologiques suggèrent qu'elle a été domestiquée vers moins 10000 à 11000 ans par les éleveurs néolithiques dans le moyen orient (Hirst, 2018). En Algérie, la domestication des ovicaprins apparaît moins incertaine; contrairement au bœuf, les capridés représentés par *Capra hircus* furent introduits depuis le néolithique (Espérandieu, 1975; Camps, 1976). Les gravures et les peintures dans l'art rupestre du Maghreb arabe et du Sahara depuis plusieurs dizaines de milliers d'années associent les humains à des animaux (Dupuy et *al.*, 2002). Les os trouvés montrent que la présence des ovins et des caprins en Algérie date de 6000 ans avant le présent (Hassan et *al.*, 2000). Les grottes des montagnes du site préhistorique de Gueldaman de la Kabylie révèle que l'économie pastorale a été établie vers 6400-5900 ans avant le présent (Dune et *al.*, 2017). Des vagues ultérieures de migrations des chèvres issues de milieux génétiques différents pourraient avoir influencé le cheptel maghrébin en entraînant une constitution génétique complexe étroitement liée à l'histoire de la région (Chaker et Espérandieu, 1994).

Tous les caprins domestiques ont 60 (30 paires) chromosomes (Vaissaire, 2014) et aujourd'hui, il existe environ 681 races dans le monde (FAO, 2015) vivant dans une large gamme d'environnement (Galal, 2005; Bagley, 2006). Ils ont une grande acceptation par les humains dans le monde suite à de nombreuses fonctions qu'ils remplissent (Koeslag et *al.*, 2015) :

- Leur élevage fournit un apport non négligeable en protéines animales sous forme de viande et de lait ainsi qu'un mode d'épargne facilement mobilisable.
- Ils se nourrissent différemment des autres ruminants en faisant bon usage des aliments fibreux.
- Le taux de reproduction est élevé, l'intervalle entre deux mise-bas est court ce qui permet de constituer rapidement un cheptel.
- Ce sont des animaux de petite taille ce qui leur permet d'être remplacés par les grands ruminants.
- Ce sont des animaux qui se prêtent bien à une consommation familiale et peuvent facilement être donnés en sacrifice ou en don pour resserrer les relations entre les gens.

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

### I.1. Répartition et évolution des caprins

#### I.1.1. Dans le monde

Le cheptel caprin mondial est évalué par la FAO à plus d'un milliard de têtes en 2017 soit une progression d'environ 38% depuis l'an 2000 (283 millions de têtes) (Figure 1) (FAOSTAT, 2019). La grande concentration est dans le continent Asiatique qui détient 53% de l'ensemble du cheptel caprin mondial. En seconde position le continent Africain avec 41% du cheptel mondial. L'Amérique et l'Europe se classent en dernier avec respectivement 4 et 2% (Figure 2) (FAOSTAT, 2019). La Chine est à la tête des effectifs avec un troupeau estimé à 140 millions soit 14% du cheptel mondial suivi par l'Inde dont l'effectif est évalué à 133 millions de têtes soit 13% du cheptel mondial selon les statistiques de la FAO en 2017. L'Afrique compte le Nigeria en tête de liste (8% de l'effectif mondial) (FAOSTAT, 2019).

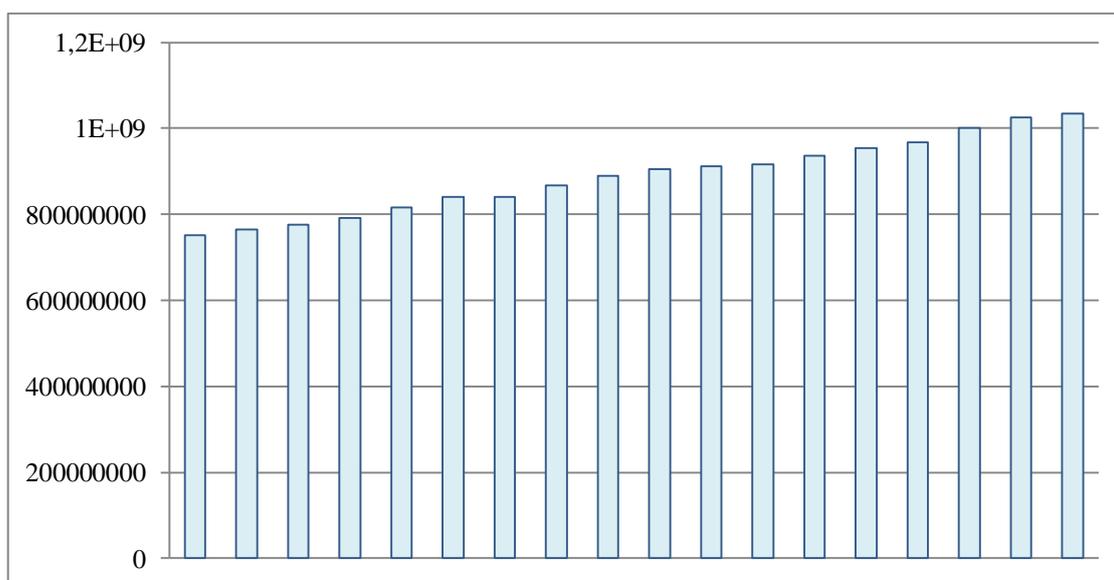


Figure 1 : Évolution des effectifs caprins dans le monde (2000-2017) (FAOSTAT, 2019)

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

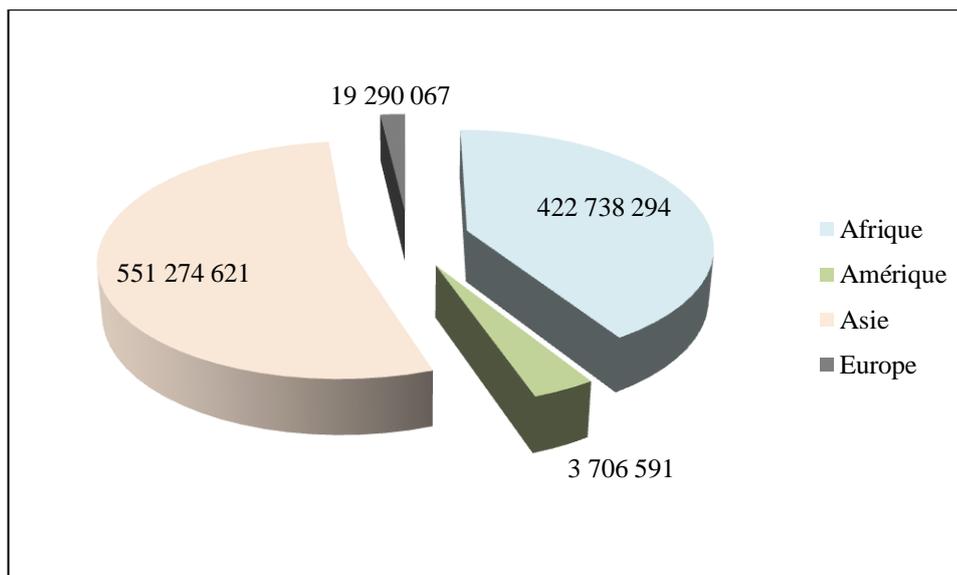


Figure 2 : Répartition des effectifs caprins dans le monde en 2017 (FAOSTAT, 2019)

### I.1.2. Au Maghreb

La population caprine du Maghreb compte en 2017 plus de 21 millions de têtes (soit 2% de l'effectif mondial), la Mauritanie vient au premier rang avec plus de 7 millions de têtes, suivie par le Maroc, l'Algérie, la Lybie et en fin la Tunisie (Figure 3) (FAOSTAT, 2019).

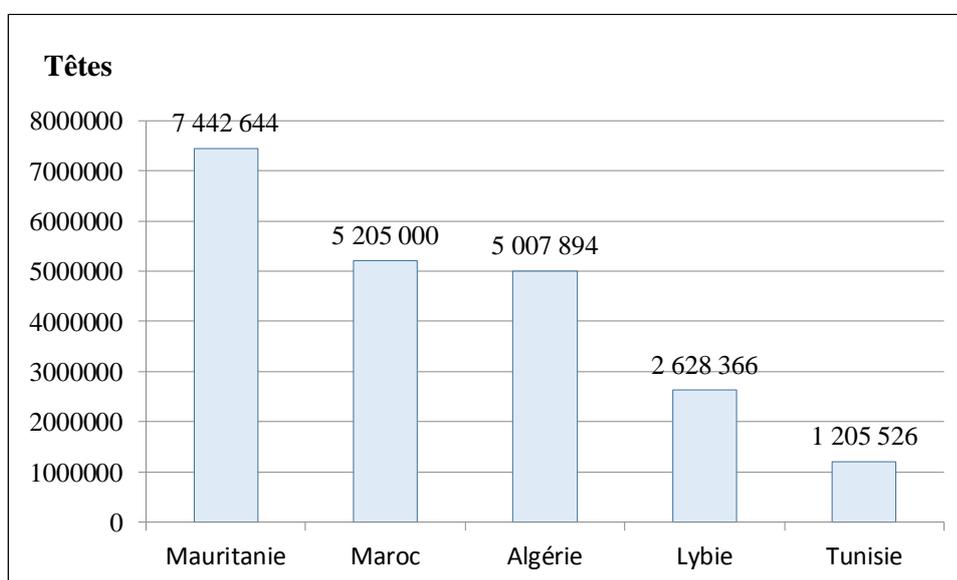


Figure 3 : Répartition des effectifs caprins dans les pays du Maghreb en 2017 (FAOSTAT, 2019)

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

### I.1.3. En Algérie

L'élevage en Algérie concerne principalement quatre espèces : les ovins, les caprins, les bovins et les camelins. Les effectifs recensés durant une dizaine d'année montrent la prédominance des ovins puis les caprins et les bovins, et enfin les camelins (MADR, 2018) (Figure 4). Le taux d'évolution au cours de la dernière décennie était le plus élevé pour les ovins (42,78%) contre 33,38% pour les caprins et 17,86% pour les bovins (Figure 5). Le cheptel caprin en 2017 compte 5 007 894 têtes. La wilaya d'El-Oued occupe le premier rang avec un effectif de 498 500 têtes (MADR, 2018). La région de Laghout concernée par cette étude est classée au cinquième rang à l'échelle nationale avec un effectif de 242 000 têtes (Figure 6). Malheureusement, le suivi des effectifs des races caprines algériennes est pratiquement inexistant, et les statistiques remontent à plus de dix ans.

Le ratio caprin/ovin est un critère utilisé par certains auteurs pour apprécier l'importance relative des deux espèces de petits ruminants (Wilson et Light, 1986). En Algérie, ce ratio était de 5,67 en 2017 en faveur des ovins. Le nombre de caprins par habitant est un autre critère d'évaluation de l'importance relative du cheptel caprin (Provost et *al.*, 1980). Selon ce critère, on peut distinguer les pays où l'élevage caprin est peu développé (moins de 0,25 caprin/habitant), moyennement développé (0,25 à 0,5 caprin/habitant), assez développé (0,5 à 1 caprin/habitant) et bien développé (>1 caprin/habitant). L'Algérie est classée parmi les pays peu développés où le nombre de caprin/habitant était de 0,12 en 2017.

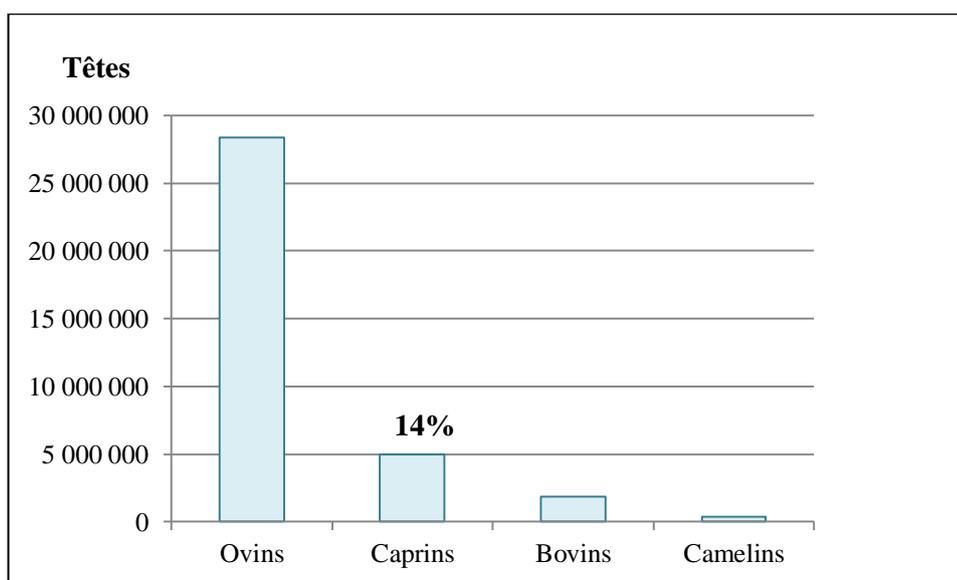


Figure 4 : Composition du cheptel national en ruminants pour 2017 (MADR, 2018)

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

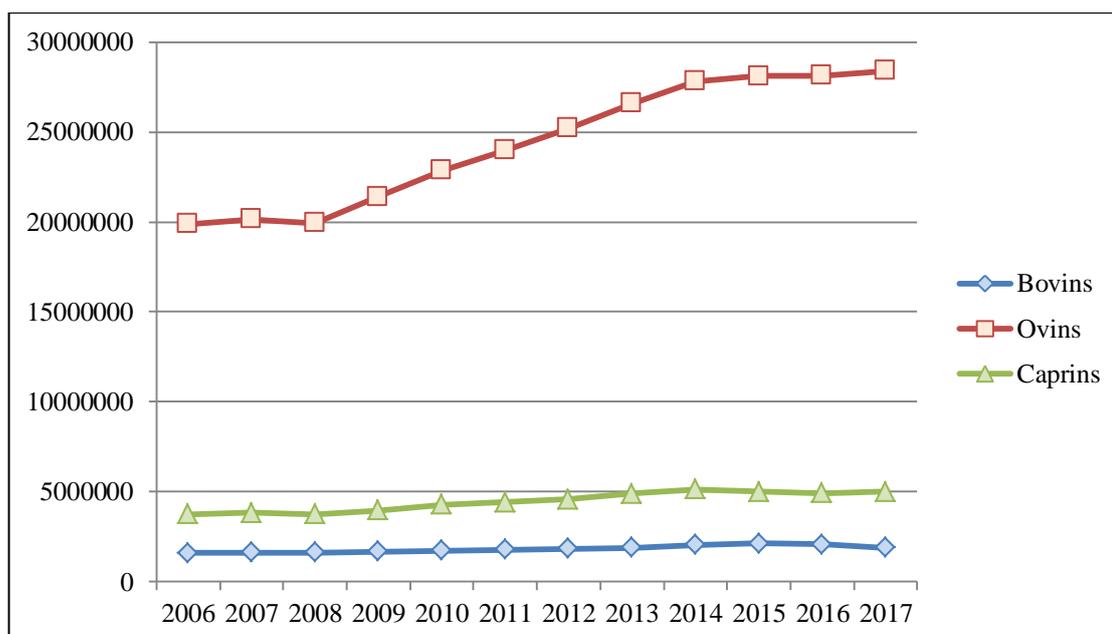


Figure 5 : Evolution des cheptels caprins, ovins et bovins en Algérie (FAOSTAT, 2019)

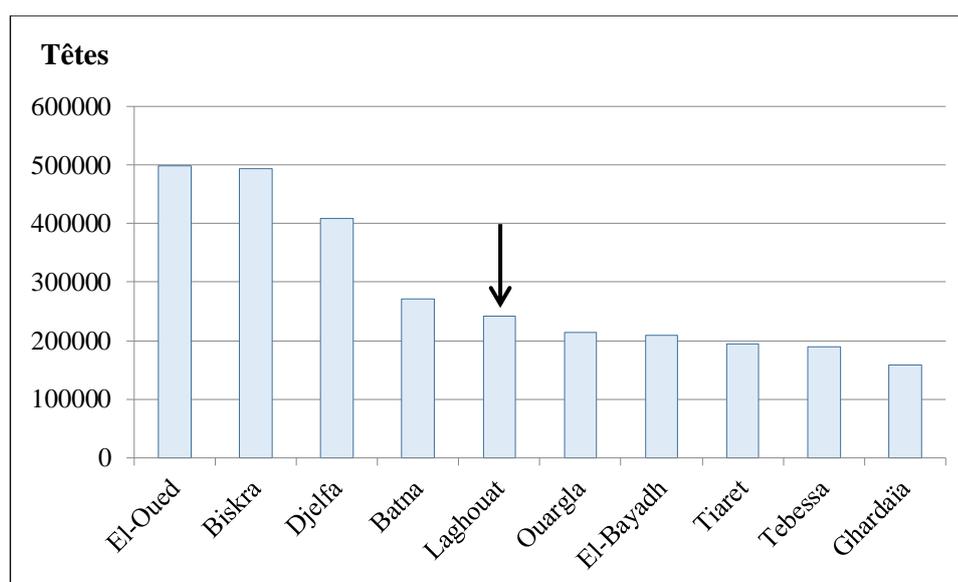


Figure 6 : Effectifs des caprins en 2017 dans les principales régions de son élevage en Algérie (MADR, 2018)

### I.2. Composition raciale du cheptel caprin algérien

Le cheptel caprin algérien est présent dans toutes les zones agroécologiques, en effet, il est réparti comme suit; 13,2% dans les zones montagneuses, 28,3% dans les zones de Tell, mais la plus grande part de l'effectif est réparti dans les zones steppiques (30,7%) et sahariennes (26,6%) (Madani, 2015). Ce cheptel est très hétérogène du fait des croisements

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

anarchiques et des introductions incontrôlées de races étrangères. Il est composé d'animaux de population locale à sang généralement Nubien. On trouve également des populations exotiques (importées) et des populations croisées. Selon Mason (1969), la population locale est classée en trois principaux types: premièrement, le type berbère, représenté par la race kabyle, est probablement le type le plus ancestral, montrant des traits squelettiques du bouc néolithique, et est supposé être arrivé entre 7000 et 6000 ans avant le présent BP (Hassan et *al.*, 2000). Deuxièmement, le type sahélien, comprenant les races Arabia et Mekatia, a probablement été introduit plus récemment par le flux migratoire Est-Ouest des chèvres à longues pattes et à longues oreilles pendantes. La Mekatia pourrait provenir de la Arabia (Djari et Ghribeche, 1981). Troisièmement, le type nubien, qui comprend la race M'Zabite, à profil convexe, se rencontre principalement dans les oasis du sud et provient probablement d'Égypte et du Soudan (Epstein, 1953).

Il ressort des études de Fantazi, 2004, Bey et Laloui, 2005 et Benaïssa, 2008, que les races répandues en Algérie pourraient être présentées comme suit:

**La race Arabia** (Figure 7), est la population la plus dominante. Elle est représentée par deux types, le sédentaire et le transhumant (Dekkiche, 1987; Madani et *al.*, 2003).



Figure 7: Chèvre de race Arabia (Photo personnelle, 2014)

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

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

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

**La Race Mekatia** (Figure 8) est originaire d'Ouled Nail (Guelmaoui et Abderehmani, 1995). Elle est sans doute le résultat du croisement entre la race Arabia et la Cherkia (Djari et Ghribeche, 1981). Cette race est localisée dans les hauts plateaux et la région nord de l'Algérie, elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et spécialement pour la peau et le cuir. C'est une race de grande taille et de couleur variée (CN AnGR, 2003). La Mekatia présente un corps allongé à dessus droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets, robe variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poils ras et fin avec une longueur variant entre 3-5cm. La tête est forte chez le mâle, et chez la femelle, elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, elle possède une barbiche et deux pendeloques (moins fréquentes) et de longues oreilles tombantes qui peuvent atteindre 16cm. Le poids est de 60kg chez le mâle et 40kg chez la femelle, et la hauteur au garrot est respectivement de 72cm et 63cm. La mamelle est bien équilibrée de type carrée, haute et bien attachée avec 2/3 des femelles qui présentent de gros trayons, enfin, la production laitière varie de 1 à 2 litres par jour (Hellal, 1986).



Figure 8 : Chèvre de race Mekatia (Photo personnelle, 2014)

**Race Kabyle ou «Naine de Kabylie»** (Figure 9) est petite de taille, elle est considérée comme descendante de la chèvre *Pamel capra promaza* (Guelmaoui et Abderehmani, 1995). Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

Dahra (CN AnGr, 2003). Selon Hellal (1986), elle est robuste, massive, de petite taille (66cm pour le mâle et 62cm pour la femelle) d'où son nom «Naine de Kabylie». La longueur du corps varie de 65-80cm, avec un poids respectif de 60kg et 47kg pour le mâle et la femelle. Le corps est allongé avec un dessus droit et rectiligne, la tête est fine, porte des cornes dirigées vers l'arrière, la couleur de la robe varie, mais les couleurs qui dominant sont : le beige, le roux, le blanc, le pie rouge, le pie noir et le noir. Les oreilles sont petites et pointues pour les sujets à robe blanche, et moyennement longues chez les sujets à robe beige, le poil est long (46% des sujets entre 3-9cm) et court (54% des sujets ne dépassant pas 3cm). Sa production laitière est mauvaise, cependant, la production de viande est élevée généralement, de plus elle est de qualité appréciable.



Figure 9 : Chèvre de race Naine de Kabyle (Nessah, 2017)

**La Race M'zabit ou Mozabite** (Figure 10), est principalement laitière, appelée également Touggourt ou «la chèvre rouge des oasis» (CN AnGr, 2003). Elle est originaire de Metlili et Berriane dans la région de Ghardaïa. Elle peut toutefois se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara. La robe est de trois couleurs : le chamois qui domine, le brun et le noir, le poil est court (3-7cm) chez la majorité des individus, la tête est fine, porte des cornes dirigées en arrière lorsqu'elles existent, le chanfrein est convexe, les oreilles sont longues (15cm) et tombantes (Hellal, 1986). La taille est moyenne; 65cm chez la femelle et 68cm chez le mâle (Kerbaa, 1995). La race MOZABITE ou M'zabit est intéressante du point de vue production laitière (2,56 Kg/j) (Kerbaa, 1995).

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE



Figure 10 : Bouc de race M'zabit (ITELV d'Alger)

**Les races améliorées** sont introduites en Algérie depuis la période coloniale, dans le cadre d'une stratégie d'amélioration génétique du cheptel caprin, il s'agit de la Maltaise, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment l'Alpine et la Saanen. Selon Kerkhouche (1979), la maltaise et la chèvre de Murcie ont été implantées à Oran et sur le littoral pendant la colonisation, après l'indépendance, d'autres essais d'introduction d'animaux performants ont été effectués au niveau du territoire national à la Mitidja, à Tizi-Ouzou, à Sétif et dans le haut Chélif. Geoffroy (1919), Huart du Plessis (1919), Diffloth (1926) notent que la chèvre de Malte était très répandue sur le littoral algérien. Selon Decaen et Turpault (1969), la Maltaise se retrouve dans les zones côtières d'Annaba, Skikda, Alger ainsi qu'aux oasis. En Algérie, l'introduction de la première Alpine date entre 1924-1925 lors d'un essai (Sadeler, 1949).

**La population croisée** est constituée par des sujets issus de croisements non contrôlés entre la population locale et d'autres races dans le but d'augmenter la productivité. Cependant, les essais sont très limités, les produits ont une taille remarquable, une carcasse pleine, souvent des gestations gémellaires, et une production laitière appréciable, les poils sont généralement courts (Khelifi, 1999). Ces produits sont rencontrés principalement au sein des exploitations de l'État (Chellig, 1978).

### I.3. Systèmes d'élevage

Il existe dans la littérature une multitude de définitions des systèmes d'élevage, la plus connue et complète est celle énoncée par Lhoste (1984) et complétée par Landais (1992). Lhoste (1984) définit le système d'élevage comme un ensemble de relations entre trois pôles : l'homme, le troupeau et le territoire. Entre ces trois pôles, sont définies des relations

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

comme : les pratiques entre éleveur et troupeaux, les flux de matières organiques entre territoire et troupeaux, l'organisation foncière, la gestion des pâturages et la stratégie de déplacement entre éleveur et territoire. Selon Landais (1992), à l'échelle d'une région, un système d'élevage est considéré comme étant un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques pour en obtenir des productions variées (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure, etc.) ou pour répondre à d'autres objectifs (Figure 11).

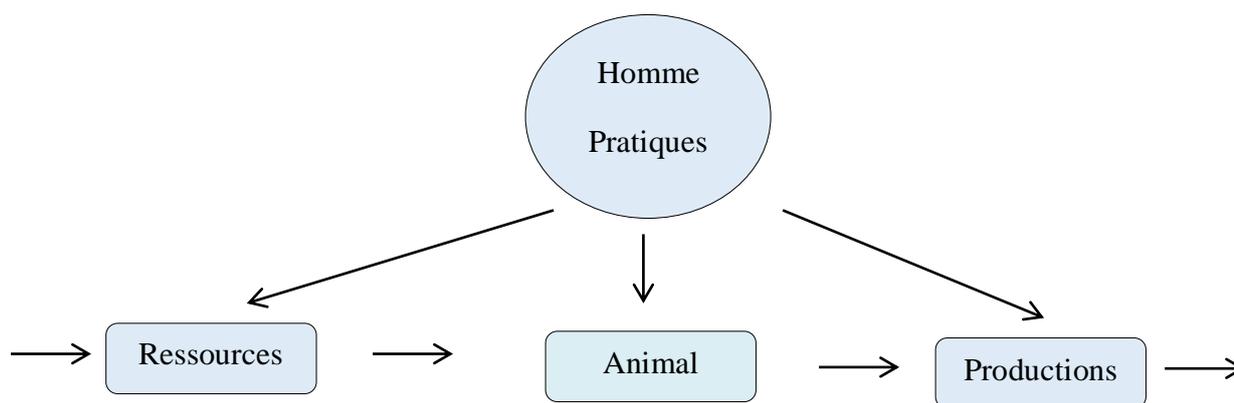


Figure 11 : Représentation simplifiée du système d'élevage selon Landais (1992)

Un système de production peut être analysé et caractérisé à deux niveaux : soit au niveau de l'unité de production (ou exploitation), soit au niveau de la région considérée. Le système de production d'une exploitation agricole se définit par la combinaison (la nature et les proportions) de ses activités productives et de ses moyens de production (Mazoyer et Roudart, 2002). Cette combinaison complexe de moyens et d'activités de culture et/ou d'élevage, satisfaisant au mieux les objectifs de l'exploitation, constitue le système de production de l'exploitation considérée (Mazoyer, 2002).

Wilson (1988) a classé les systèmes d'élevage des petits ruminants en systèmes modernes (avec des besoins en capitaux élevés) et traditionnels (reposant essentiellement sur la disponibilité en terre et en main d'œuvre). Ces derniers sont les plus répandus et peuvent, à leur tour, être déclinés en systèmes pastoraux et agropastoraux (Alexandre, 2012).

### Système pastoral

Dans ce système, plus de 50 % des revenus totaux (y compris non-monétaires comme les échanges de fumure) ou plus de 20 % de l'énergie alimentaire du ménage proviennent directement des animaux (Wilson, 1988). Dans ces systèmes caractéristiques des zones

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

arides et semi-arides, les caprins sont en général élevés en troupeau bispécifique (ovin-caprin) (Provost et *al.*, 1980). Cette association participerait à une stratégie d'optimisation de la gestion des ressources fourragères en permettant d'exploiter la complémentarité du caractère cueilleur des chèvres et brouteur des ovins (Degen, 2007). Les animaux d'une même concession familiale sont regroupés en troupeaux de grande taille et sont conduits tous les matins au pâturage par des enfants ou de jeunes hommes (Tourrand et Landais, 1996; Ba Diao et *al.*, 1996). L'abreuvement des animaux dépend des sources d'eau temporaires et permanentes (mares, puits et forages) et constitue un sérieux problème pendant la saison sèche. L'habitat, présent dans 82% des concessions (Missohou et *al.*, 2000), est un enclos d'épineux où le troupeau passe la nuit (Wilson, 1986; Missohou et *al.*, 2000). Il sert également à garder dans la journée les jeunes non sevrés au moment où les autres animaux sont au pâturage. La traite est l'œuvre des femmes, pratiquée une fois par jour le matin avant le départ au pâturage (Ba Diao et *al.*, 1996; Tourrand et Landais, 1996), surtout pendant les périodes où la production des bovins ne couvre plus les besoins familiaux. Le pastoralisme se caractérise par la mobilité et le gardiennage des troupeaux. Cela implique donc d'avoir accès à de vastes territoires de parcours et de posséder des animaux adaptés aux contraintes de ce mode d'élevage : « longs déplacements journaliers pour trouver la nourriture, abreuvement irrégulier, conditions climatiques pénibles, nutrition déséquilibrée pendant une partie de l'année » (Daget et Godron, 1995). De manière générale, les milieux utilisés comme terres de parcours sont peu artificialisés, présentant une flore diversifiée constituée majoritairement d'espèces spontanées et sont impropres aux cultures. En effet, historiquement, les systèmes d'élevage pastoraux se concentrent sur les sols les plus pauvres de par leur faible fertilité pédologique, leur régime hydrique insuffisant, leur forte pente ou leur composition trop pierreuse. Un climat trop froid ou trop aride qui ne permettrait pas d'implanter un système cultural est aussi une raison de privilégier le pastoralisme sur un espace (Deleule, 2016).

### **Système Agro-pastoral ou mixte**

Dans ce système, 10 à 50 % des revenus totaux des ménages proviennent des animaux ou de leurs produits. On le rencontre dans les zones agro-écologiques semi-arides et subhumides. Les troupeaux de concession sont également souvent bispécifiques mais de petite taille. Les animaux passent la nuit dans des bergeries sur pilotis, dans un enclos ou sous un toit (Missohou et *al.*, 2000; Jaitner et *al.*, 2001; de Almeida et Cardoso, 2008). Ce type d'élevage demeure une garantie de revenus en cas de mauvaises récoltes.

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

Se fondant sur la mobilité, on a donc l'habitude de partager les élevages sur parcours en trois grands types, traduisant des modes de vie et des systèmes techniques bien différents mais qui sont toujours extensif; l'élevage nomade, l'élevage transhumant et l'élevage sédentaire (Galaty et Johnson, 1990).

### **Mode d'élevage extensif**

Selon Nedjraoui (1981), c'est le système le plus répandu, l'alimentation est assurée essentiellement dans les parcours, basée donc sur l'exploitation de l'offre fourragère gratuite; il est divisé en trois sous-systèmes :

**Nomadisme:** il s'agit de la technique la plus originelle mise en œuvre par les premiers éleveurs qui étaient dans l'obligation de se déplacer pour pallier à l'épuisement de la nourriture des espaces surpâturés et profiter de celle disponible dans les lieux non encore pâturés (Barret et *al.*, 2012). C'est le déplacement de l'animal et de l'homme, il est régulé par un seul facteur qui est la pluviométrie et la disponibilité de l'eau dans les régions steppiques et sahariennes (Richard et *al.*, 1984).

**Transhumance:** c'est le déplacement saisonnier cyclique des troupeaux en synchronisation avec les pluies pour l'exploitation des ressources fourragères et hydrauliques temporaires dans un espace agraire dont les éleveurs ont la maîtrise technique par droit d'usage coutumier (MAP, 1986). Dans cette forme d'élevage, la famille ne se déplace pas avec le troupeau. Celui-ci est généralement confié à des bergers qui le prennent en charge moyennement rétribution. La modernisation du transport des animaux, de l'habitat des bergers, des moyens de communication et de ravitaillement des estives contribue pour une grande part à sa pérennisation (Barret et *al.*, 2012).

**Sédentaire:** il est présent partout, sédentaire signifiant ici que les troupeaux se déplacent, sur des distances variables, mais qu'ils reviennent chaque soir à la région habitée. L'élevage sédentaire est donc en tout lieu une formule technique toujours présente, notamment pour les petits troupeaux, quelle que soit la difficulté du milieu (Senoussi, 2011). Selon Boukhobza (1982), la sédentarisation est le résultat ultime d'un développement du processus de dégradation de la société pastorale.

### **Mode d'élevage semi-extensif**

Selon Faye *et al.* (1997), le système semi-extensif est le déplacement qui existe toujours mais n'est pas régulier dans le temps et dans l'espace, il est plutôt fonction d'un seul paramètre qui est la pluviométrie.

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

### **Mode d'élevage intensif**

Concerne principalement les races améliorées, ce système s'applique aux troupeaux orientés vers la production laitière où la production fourragère est à favoriser (Nedjraoui, 1981). Selon Faye et *al.* (1997), le système intensif met en stabulation les animaux pour leur apporter les ressources nécessaires pour la production de lait ou de viande.

### **I.4. Evolution des systèmes d'élevage en Algérie (Mutation)**

La steppe algérienne a été pendant des siècles un vaste territoire partagé entre des tribus nomades pratiquant principalement l'élevage pastoral ovin-caprin transhumant. Ce mode d'exploitation tribal, régulé, des parcours steppiques, telliens et sahariens, s'est progressivement défait, cédant désormais la place à un mode d'exploitation familial, marchand, concurrentiel, dérégulé, de ces mêmes parcours. Ainsi, en quelques décennies, le système d'élevage pastoral transhumant, régulièrement et à pied, avec céréaliculture alimentaire à l'aire, sur la steppe, a été remplacé par un système d'élevage agropastoral transhumant occasionnellement, le plus souvent par camion, avec céréaliculture fourragère motorisée et mécanisée et fourrages achetés. Devenus lourdement dépendants des importations de céréales fourragères à bas prix au cours des trois dernières décennies, les agropasteurs de la steppe algérienne ont négligé les ressources fourragères du Tell et du Sahara et surexploité celles de la steppe proprement dite. Sédentarisés, ils supportent mal la raréfaction et l'envolée des prix des céréales fourragères des quatre dernières années, que la reprise précipitée et difficile de la transhumance et l'extension dégradante pour la steppe de la céréaliculture fourragère locale n'arrivent pas à compenser. L'activité agropastorale de la steppe algérienne est actuellement dans une situation de crise économique et écologique qui menace son avenir et celui de la population qui vit de celle-ci (Bencherif, 2013). Du maintien des systèmes pastoraux dépend l'état des parcours sahariens dont la préservation doit passer avant tout par la protection du milieu de vie, offrant ainsi aux espèces animales domestiquées non seulement l'abri, mais aussi la nourriture (Senoussi, 2011).

### **I.5. Les productions caprines**

L'élevage caprin vise à fournir quatre types de productions: le lait, la viande, le cuir et les poils. Dans ce qui suit, nous fournirons des informations sur les deux premières productions qui ont un impact économique majeur.

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

### I.5.1. Production laitière

En 2017, la production mondiale du lait était de 827 884 303 tonnes réparties de façon inégale selon les grandes régions géographiques. L’Afrique est la région qui produit le moins de lait (47 millions de tonnes soit 6% de la production mondiale). Ce lait produit était à 82% du lait de vache, 14% du lait de bufflonne, 2% du lait de chèvre, 1% du lait de brebis et 0,3% du lait de chamelle (Tableau 1) (FAOSTAT, 2019).

Tableau 1 : Production laitière mondiale par espèce animale en 2017 (FAOSTAT, 2019)

Espèces	Quantité produite (tonnes)	Proportion (%)
Vache	675 621 019	81,61
Bufflesse	120 353 705	14,54
Chèvre	18 656 727	2,25
Brebis	10 400 639	1,26
Chamelle	2 852 213	0,34
<b>Total</b>	<b>827 884 303</b>	<b>100,00</b>

Concernant le lait des caprins, la production laitière mondiale a été estimée par la FAO à plus de 18 millions de tonnes en 2017. Selon la FAOSTAT, 2019, l’Inde, le Bangladesh et le Soudan se définissent comme les trois grands pays à vocation laitière (respectivement 33%, 6% et 6% de la production laitière caprine mondiale). La majeure partie du lait de chèvre produit est destinée à l’autoconsommation (Asie et Afrique), une proportion mineure est commercialisée sous forme de lait liquide frais et transformée en fromage ou en glace (Europe, Amérique latine) (Escareño et *al.*, 2013).

En Algérie, la production du lait de chèvre est classée troisième derrière celle des bovins et des ovins (Tableau 2). Les productions pour l’année 2017 sont résumées dans le tableau 2 (FAOSTAT, 2019).

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTÉRATURE

Tableau 2: Production laitière nationale par espèce animale en 2017 (FAOSTAT, 2019)

Espèces	Quantité produite (tonnes)	Proportion (%)
Vache	2 666 000	83,41
Chèvre	231 708	7,25
Brebis	284 684	8,90
Chamelle	14 004	0,44
<b>Total</b>	<b>3 196 396</b>	<b>100,00</b>

Selon les statistiques du MADR (2018), La région d'El-Oued est en tête de production avec 29730 tonnes (soit 8,64% de la production nationale) suivie par **Laghouat (7,87%)**, Biskra (7,61%), Djelfa (5,78%), Tébessa (5,21%) et Sidi Bel-abbés (5,01%) (Figure 12).

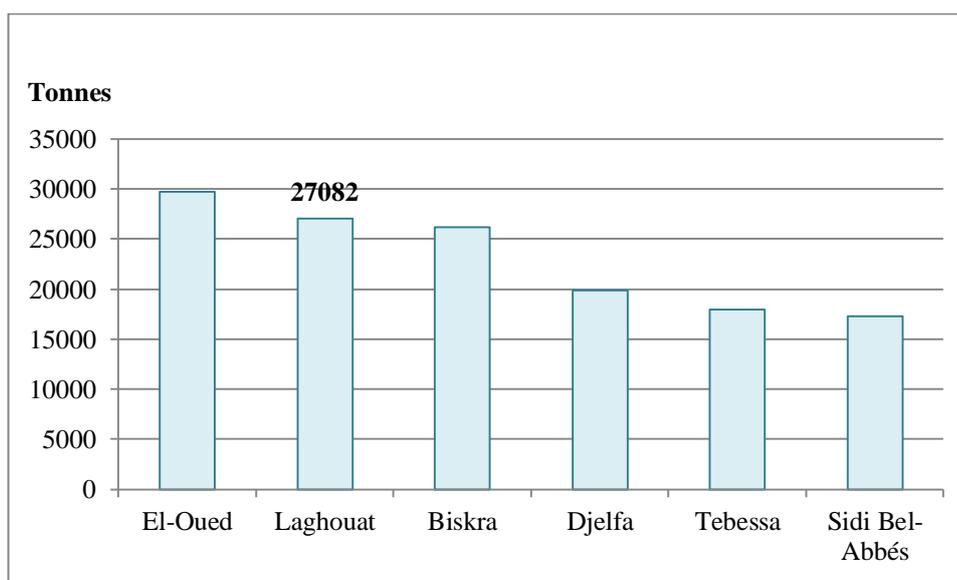


Figure 12 : Principales régions nationales produisant du lait de chèvre en 2016 (MADR, 2018)

Il est clair que la politique nationale néglige la production en termes de lait des brebis et des chèvres en se concentrant sur les vaches. En effet, il ressort de la figure 13 que le croit du lait de vache a été le plus élevé au cours de cette dernière décennie (20,11%), loin devant celui du lait de brebis (11,64%) et de **chèvre (0,74%)**.

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

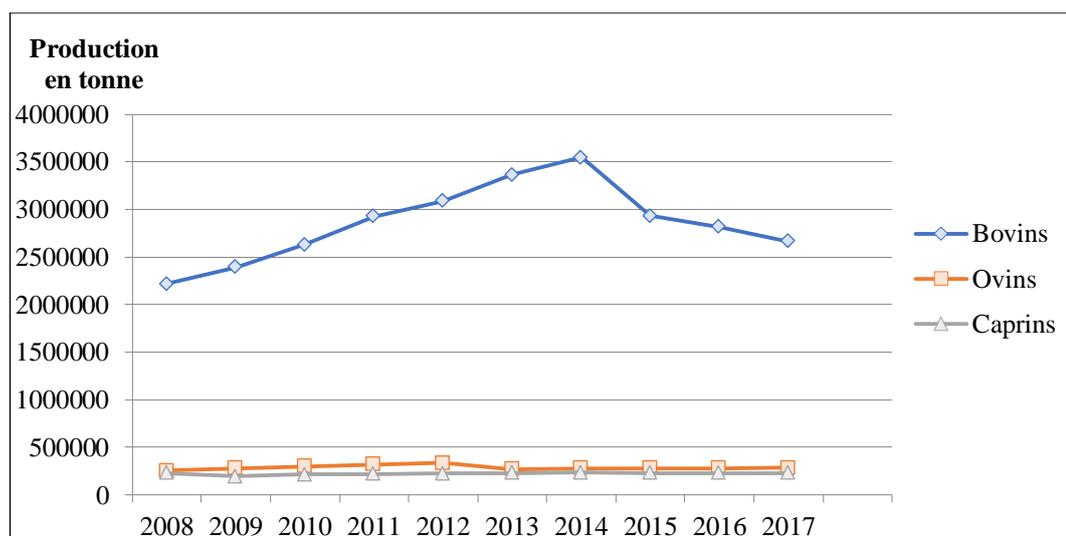


Figure 13 : Evolution de la production laitière chez la vache, la brebis et la chèvre durant la dernière décennie (2008-2017) (FAOSTAT, 2019)

### I.5.2. Production de viande

La production mondiale de la viande caprine a été estimée par la FAO en 2017 à 5 853 336 tonnes. L'Asie occupe la première place avec 4 194 744 tonnes (soit 71,7% du total), suivie par le continent Africain qui produit 1 373 202 tonnes (soit 23,5% du total). L'Amérique, l'Europe et l'Océanie viennent clore ce classement avec 131 438 (2,2%), 119 000 (2%) et 34 950 (0,6%) tonnes respectivement. Concernant le principal pays producteur, les statistiques mettent la Chine au premier rang (2 291 000 tonnes soit 39,14% de la production mondiale) (FAOSTAT, 2019).

En Algérie, la filière des viandes rouges repose essentiellement sur des élevages bovins et ovins (60,47 et 33,94% respectivement) alors que les élevages caprins et camelins restent marginalisés et ne contribuent que de 4,25 et 1,34% dans la production nationale (Tableau 3).

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

Tableau 3: Quantité de viande rouge produite en 2017 en Algérie (FAOSTAT, 2019)

Espèces	Quantité produite (tonnes)	Proportion (%)
Ovins	269 387	60,47
Bovins	151 200	33,94
Caprins	18 919	4,25
Camelins	5948	1,34
Total	<b>445 454</b>	<b>100,00</b>

### I.6. Présentation générale de la région d'étude: Laghouat

#### I.6.1. Situation géographique

La région de Laghouat représente la porte du Sahara algérien. Elle est située entre la latitude 32° 47' 49" et 34° 42' 4" Nord, et la longitude 1° 21' 13" et 4° 29' 17" Est (Figure 14), occupant une surface de 27532,1 Km<sup>2</sup> avec une population totale estimée à 560 473 (ANIREF, 2013). Elle s'étend sur élévations variées entre 400m et 1729m et une moyenne de 924,2m (MNT, 2011). L'étage bioclimatique est de type semi-aride frais à aride frais caractérisé par des précipitations rares et irrégulières. Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

**La zone de l'Atlas Saharien :** caractérisée par des altitudes allant de 1000 à 1700m avec des pentes de 12,5 à 25%. Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 47095ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315 125ha ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1 531 766 ha.

**La zone des Hauts Plateaux et des Plateaux Sahariens :** caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1000m et des pentes de 0 à 3%. Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1 900 000 ha (ANDI, 2013).

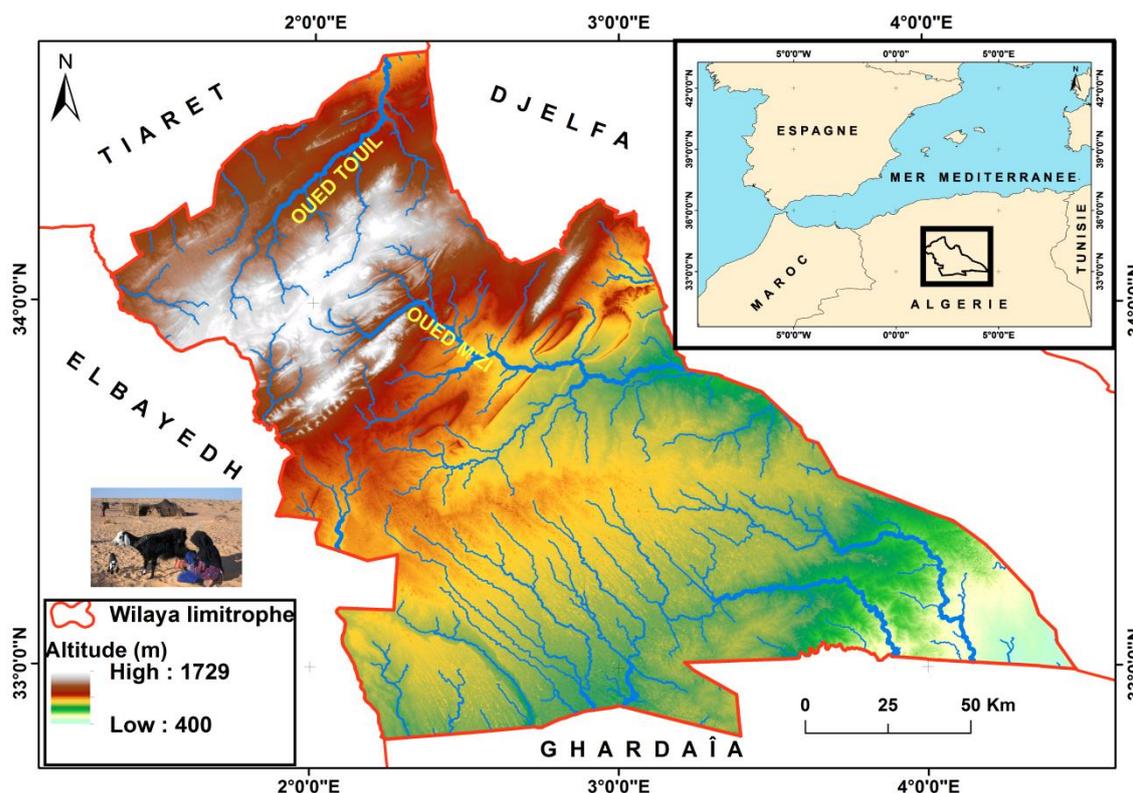


Figure 14 : Carte de la situation géographique de Laghouat

### I.6.2. Climat

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants, il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité et vent (Faurie et *al.*, 2003). Le climat de la région de Laghouat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400mm, avec des chutes de neige et des gelées blanches. Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre 150mm au centre et 50mm au sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable (DPAT, 2010). Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien, leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oued sont : Oued M'zi, Oued Touil et Oued Medsous (DPAT, 2010).

### I.6.3. Productions animales

La vocation de la région de Laghouat est agropastorale. D'après les statistiques de l'année 2017 (Tableau 4), l'élevage ovin occupe la première place en termes d'effectifs 1 981 800 têtes suivi par l'élevage caprin 242 000 têtes, soit 10,76% du cheptel total (MADR, 2018). Les produits animaux fournis par ces animaux d'élevage sont la viande rouge (263 907qx)

## CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE

et le lait (64133 tonnes). 42,23% du lait produit sont représentés par le lait de chèvre, ce qui classe sa production au premier rang dans la région. Le ratio ovin/caprin est de 8,19 en faveur des moutons, alors que le nombre de caprin par habitant était de 0,46 qualifiant ainsi la région dans la catégorie moyennement développée pour l'élevage caprin.

Tableau 4 : Effectifs, production laitière et production de viande des animaux d'élevage dans la région de Laghouat selon les statistiques de 2017 (MADR, 2018)

Espèces	Effectifs	Production laitière (tonnes)	Production de viande (quintaux)
Ovins	1 981 800	20 946	231 976
Caprins	242 000	27 082	15 687
Bovins	21 255	15 593	8081
Camelins	2812	512	8163
<b>Total</b>	<b>2 247 867</b>	<b>64 133</b>	<b>263 907</b>

**CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE  
DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES  
PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT**

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

### II.1. Introduction

La caractérisation des systèmes d'élevage et leur diversité est la première étape pour établir des politiques de développement durable du secteur d'élevage (Ruiz et *al.*, 2008). Les ressources zoogénétiques sont la clé à cet égard car elles sont à la base des performances et de l'adaptabilité de ces systèmes. Les systèmes d'élevage caprins à travers le monde sont généralement décrits comme des systèmes à faible niveau d'intrants, qu'ils soient extensifs ou semi-intensifs (Alexandre et *al.*, 2012; Escareño et *al.*, 2013). L'approche typologique, utilisant l'analyse statistique multivariée, offre un outil important pour comprendre le rôle des ressources génétiques caprines dans cette diversité des systèmes.

Caractérisée par une grande diversité de zones agro-écologiques, l'Algérie abrite de nombreuses espèces et races animales. La population caprine algérienne a été estimée à 5 millions de têtes en 2017 (FAOSTAT, 2019). La majorité d'entre eux sont élevés dans des systèmes agricoles à faibles intrants (Madani et *al.*, 2015), principalement dans les zones arides et semi-arides qui s'étendent sur plus de 80% du territoire (Senoussi, 2011). Cette population est composée de races indigènes (Arabia, Mekatia, M'zab et Naine de Kabylie), de races exotiques (Saanen, Alpine, Murcia et Chami) et de leurs croisements (FAO, 2014b). Dans les régions semi-arides de l'Algérie comme à Laghouat, zone où s'est déroulée la présente étude, les chèvres sont essentielles aux moyens de subsistance des ménages modestes, en tant qu'une source de revenus, de lait et de viande (Koeslag et *al.*, 2015). Grâce à leur lèvre supérieure mobile et à leur efficacité digestive envers la cellulose, les caprins sont capables de se nourrir de variétés de plantes non consommées par les bovins et les ovins; par conséquent, ils sont plus adaptés à la survie dans des environnements difficiles que les autres animaux domestiques (Jansen et van den Burg, 2004).

Cependant, en dépit de leur rôle vital dans les moyens de subsistance ruraux, les caprins ont été négligés dans les programmes de développement et peu d'études sur les systèmes d'élevage caprin dans le pays sont disponibles. Dans ce contexte, la présente étude propose une caractérisation des pratiques d'élevage des caprins et de leur évolution dans la région de Laghouat. Par la suite, une typologie des troupeaux a été établie, et qui servira d'outil pour les futures recherches visant à améliorer les systèmes d'élevage en Algérie.

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

### II.2. Matériel et Méthodes

#### II.2.1. Zone d'étude

Cette étude a été menée dans sept daïras de la wilaya de Laghouat, comme indiqué dans la figure 15.

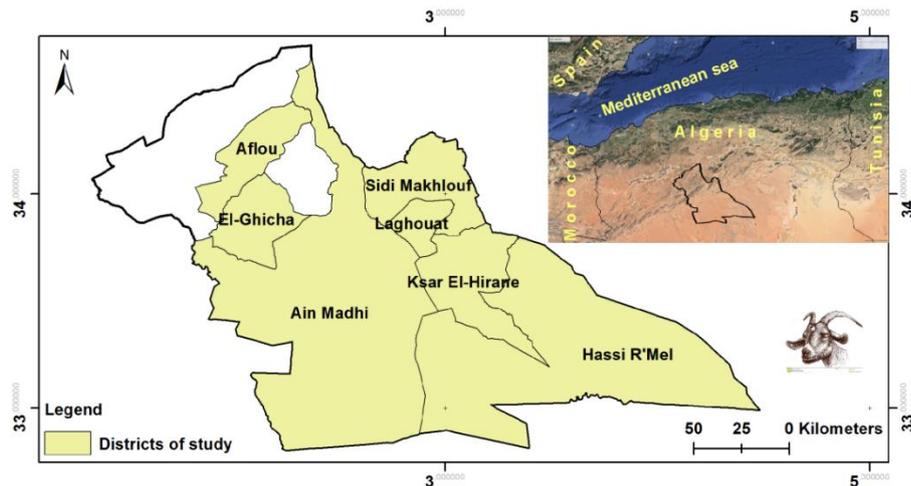


Figure 15 : Zone d'étude de Laghouat, indiquant les daïras couvertes par l'enquête

#### II.2.2. Collecte des données

Des entretiens individuels structurés ont été menés de mars 2014 à mai 2015 auprès de 106 éleveurs caprins, en dialecte local. Le questionnaire (Annexe N°1) incluait des questions ouvertes et fermées et couvrait les volets suivants :

- Caractéristiques socio-économiques du ménage,
- composition du cheptel caprin,
- but de l'élevage caprin,
- alimentation et gestion de la santé,
- critères de sélection des reproducteurs.

#### II.2.3. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (version 3.3.1). Les statistiques descriptives (effectifs et fréquences) ont été obtenues pour toutes les variables étudiées. Pour établir une typologie, l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été effectuées avec le package

## **CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT**

FactoMineR (Lê et *al.*, 2008). La différence entre les classes a été testée au moyen du Chi-Carré ou du Fisher exact.

Neuf variables (Tableau 5) ont été choisies en fonction de la variabilité des réponses recueillies et de leur rapport pour caractériser les systèmes d'élevage et la gestion des ressources génétiques. Ils concernent la structure des troupeaux (nombre de têtes caprins, présence de race Mekatia, Arabia et les croisés), le rôle de l'élevage caprin, les pratiques (pratique d'autres activités agricoles, cultures fourragères et pâturage) et la mobilité des troupeaux (stabulation entravée, sédentaire et transhumance saisonnière).

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Tableau 5 : Codes pour les variables et les modalités incluses dans l'Analyse des Correspondances Multiples

Variabiles	Codes	Modalités
Taille du troupeau	HS	Herd1: ≤20 têtes Herd2: 21-40 têtes Herd3: >40 têtes
Mobilité du troupeau	Mob	Mob0: Stabulation entravée Mob1: Sédentaire Mob2: Transhumance saisonnière
Rôle de l'élevage caprin dans le ménage	RGFarm	Farm1: Activité familiale Farm2: Activité économique principale Farm3: Activité économique secondaire
Présence de la race Mekatia	MKB	MK0: Non MK1: Oui
Présence de la race Arabia	ARB	AR0: Non AR1: Oui
Présence des croisés	CxB	Cx0: Non Cx1: Oui
Pratique d'autres activités agricoles	AA	AA0: Non AA1: Oui
Pratique des cultures fourragères	ForP	For0: Non For1: Oui
Pratique du pâturage	Pat	Pat0: No Pat1: Oui

## **CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT**

### **II.3. Résultats**

#### **II.3.1. Caractéristiques socio-économiques**

La majorité écrasante des personnes interrogées étaient des hommes, avec seulement une femme parmi les 106 répondants. 86,8% étaient mariés, avec 44,3% analphabètes ou ne dépassaient pas le niveau secondaire (44,3%), seulement 11,3% arrivaient à l'université. L'âge moyen était de 47,5ans (Min 17ans, Max 89ans et la médiane 45ans), seulement 13,5% avaient moins de 30 ans. L'élevage caprin était l'activité principale pour seulement 37,7% des éleveurs. Le reste garde les chèvres pour les besoins en cas de nécessité (32,1%) ou comme une activité secondaire (30,2%).

#### **II.3.2. Caractéristiques des troupeaux caprins**

Seulement 13,2% des éleveurs gardent exclusivement des caprins (Tableau 6). Pour les 86,8% restant, les caprins sont associés à d'autres espèces animales, principalement les ovins (84,0%) (Figure 16).

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Tableau 6: Composition des troupeaux caprins dans la région de Laghouat

Variabiles	Modalités	Fréquences (%)
Specialisation de l'élevage	Spécialisé dans l'élevage caprin	13,2
	Élevage mixte	86,8
Races locales		45,3
	Mekatia	6,2
	Arabia	89,6
	Arabia et Mekatia	4,2
Autres races		54,7
	Croisés	15,5
	Saanen	10,4
	Arabia et Saanen	1,7
	Croisés et Saanen	6,9
	Arabia et Croisés	36,2
	Arabia et Croisés et Saanen	24,1
Croisés et Saanen et Alpine	5,2	



Figure 16 : Elevage mixte ovin-caprin (Photo personnelle, 2014)

Le nombre de caprins par troupeau varie de 1 à 130 têtes, avec une médiane de 17. 45,3% des éleveurs ne conservent que des races locales avec une prédominance de la race Arabia, cependant 54,7% gardent la race Saanen et les croisés dans la plupart des cas (Tableau 6). Concernant la mobilité des troupeaux, 63,2% sont sédentaires (Figure 17), 21,7%

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

pratiquent la transhumance saisonnière pendant la saison sèche (de mai à octobre) (Figure 18) et 15,1% sont en stabulation entravée (Figure 19).



Figure 17 : Mode d'élevage sédentaire (Photo personnelle, 2014)



Figure 18 : Mode d'élevage en transhumance saisonnière (Photos personnelles, 2014)



Figure 19 : Mode d'élevage en stabulation entravée (Photo personnelle, 2014)

### II.3.3. Buts de l'élevage caprin et objectifs de production

Les principales raisons citées pour l'élevage de l'espèce caprine sont le lait et/ou la viande pour la consommation familiale (58,5%), source d'épargne provenant de la vente des adultes et des chevreaux (57,5%) et élevage par tradition (45,3%). Cependant, le principal objectif de production était la vente des chevreaux (90,57%) (Tableau 7).

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Tableau 7 : Buts et objectifs de production de l'élevage caprin

Variabes	Modalités	Fréquences et Citations (%)
Buts de l'élevage caprin	Lait et/ou viande pour la consommation familiale	58,5
	Source d'épargne	57,5
	Tradition	45,3
	Passion (amour)	15,1
	Nourrir les agneaux	4,7
Objectifs de production	Chevreaux	90,6
	Lait	9,4

### II.3.4. Pratiques d'élevage

#### II.3.4.1. Alimentation

La pratique des cultures fourragères (Figure 20) était courante (64,1% des enquêtés), avec une prédominance du blé et de l'orge. Les animaux sont amenés à pâturer sur les parcours naturels à proximité de leur ferme (84,9%) et sont ensuite complétés avec des fourrages conservés ou des résidus de récolte. L'aliment concentré est rarement utilisé (8,49%).



Figure 20 : Pâturage des chèvres sur les cultures fourragères à proximité de leur ferme (Photo personnelle, 2014)

#### II.3.4.2. Santé

Les troupeaux sont suivis par un vétérinaire ou un technicien de santé dans 82,1% des cas et 70,7% des animaux sont vaccinés principalement contre l'entérotoxémie et la brucellose. La majorité des éleveurs (82,0%) pratiquent un traitement antiparasitaire régulier par

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

année, la fréquence était d'une fois pour 35,6%, de deux fois pour 34,2%, de trois fois pour 7,8% et plus de quatre fois pour 12,3%. Les troubles respiratoires (58,1%) et digestifs (46,8%) sont les principales maladies qui touchent les caprins. En cas de maladie, les éleveurs traitent eux-mêmes leurs animaux (67,9%), appellent un vétérinaire (74,5%) ou prennent leurs animaux chez un vétérinaire (59,4%). Les traitements peuvent inclure des plantes médicinales (10,4%) et d'autres pratiques traditionnelles (24,5%). Ces connaissances sont généralement détenues par des personnes âgées.

### II.3.4.3. Critères de sélection des reproducteurs

La majorité des éleveurs (96,2%) appliquent le système de lutte libre, et retiennent les mâles en permanence au sein du troupeau. Les animaux de remplacement proviennent de leur propre troupeau (40,0%), de l'extérieur (5,7%) ou des deux (54,3%).

99% des éleveurs pratiquaient la sélection des mâles contre 60,4% des femelles. Le choix des animaux reproducteurs repose sur leur bonne conformation corporelle (poids vif, grande taille) et la bonne performance des parents (prolificité élevée, grande taille et bonne production laitière) tant chez les mâles (68,0%) que chez les femelles (54,7%). Les critères de sélection des mâles et des femelles sont résumés dans les tableaux 8 et 9, respectivement.

Tableau 8 : Critères de sélection des reproducteurs mâles

Critères	Fréquences (%)
Conformation corporelle	6,8
Performances des ascendants	4,8
Conformation corporelle et performance des ascendants	68,0
Autres <sup>a</sup>	20,4

<sup>a</sup> : Conformation corporelle + Libido + Performances des ascendants + Bonne santé

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Tableau 9 : Critères de sélection des reproductrices femelles

Critères	Fréquences (%)
Conformation corporelle	3,1
Performances des ascendants	39,1
Conformation corporelle et performance des ascendants	54,7
Conformation corporelle et performance des ascendants et bonne santé	3,1

### II.3.5. Typologie

L'Analyse des Correspondance Multiples (ACM) est appliquée sur neuf variables avec 21 modalités. Sur les 106 ménages échantillonnés, deux éleveurs ont été identifiés comme «Outliers» et n'ont pas été retenus pour l'analyse.

Les trois premières composantes factorielles représentent 55,4% de la variabilité totale (24,6%, 18,3% et 12,5% respectivement). Les variables contribuant le plus à la première dimension sont la mobilité des troupeaux (24,6%), la pratique du pâturage (22,9%), l'élevage de la race Arabia (17,8%) et le rôle de l'élevage caprin dans le ménage (14,0%). Les principales variables contribuant le plus à la deuxième dimension sont la pratique d'autres activités agricoles (31,7%) et la culture fourragère (35,1%). Concernant la troisième dimension, les variables contribuant le plus étaient la taille du troupeau (34,3%) et l'élevage des populations croisées (28,9%).

Pour **la dimension 1** (Figure 21), les coefficients positifs décrivent les troupeaux en stabulation permanente et les éleveurs qui considèrent l'élevage caprin comme une activité familiale, les coefficients négatifs sont attribués aux troupeaux mobiles pratiquant le pâturage et aux éleveurs considérant l'élevage caprin comme une activité principale. Le groupe de modalités décrivant les troupeaux mobiles est associé à l'utilisation de la race Arabia, pour leur capacité à résister à la marche sur de longues distances au niveau de la steppe

**La dimension 2** (Figure 21), s'oppose aux modalités liées aux éleveurs n'ayant pas d'autres activités agricoles à part l'élevage (coefficients positifs sur l'axe), à celles décrivant des systèmes mixtes agriculture-élevage, c'est-à-dire des éleveurs pratiquant d'autres activités agricoles (coefficients négatifs sur l'axe).

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

**La dimension 3** (Figure 22) oppose les éleveurs qui ont un effectif faible ou moyen du troupeau, gardant les populations croisées (coefficients positifs sur l'axe) à ceux ayant de grands troupeaux possédant des races locales (coefficients négatifs sur l'axe).

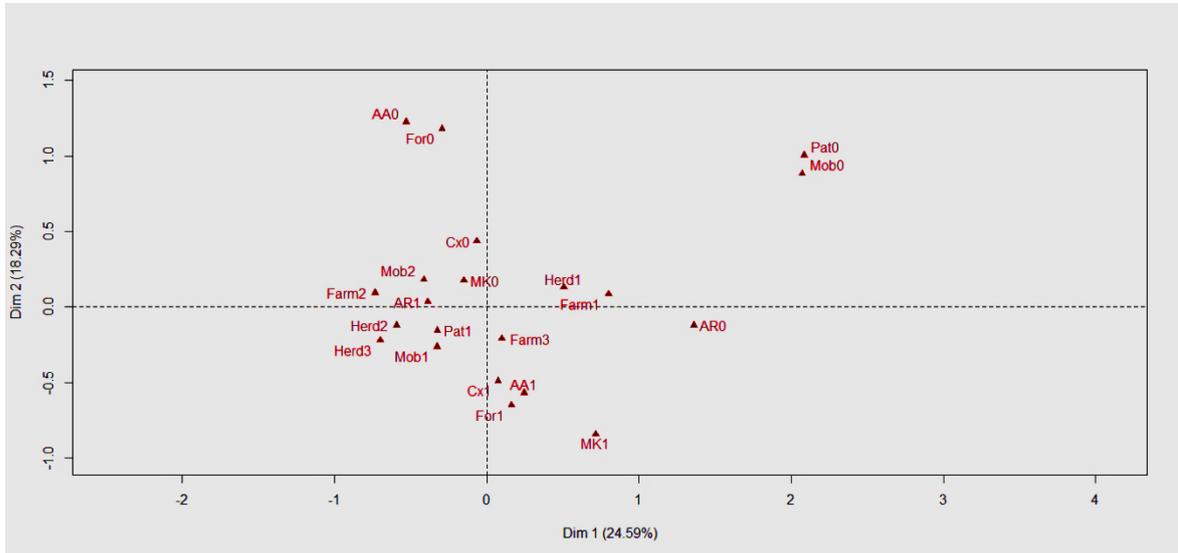


Figure 21 : Distribution des modalités sur les axes 1 et 2 (voir Tableau 5 pour la signification des codes)

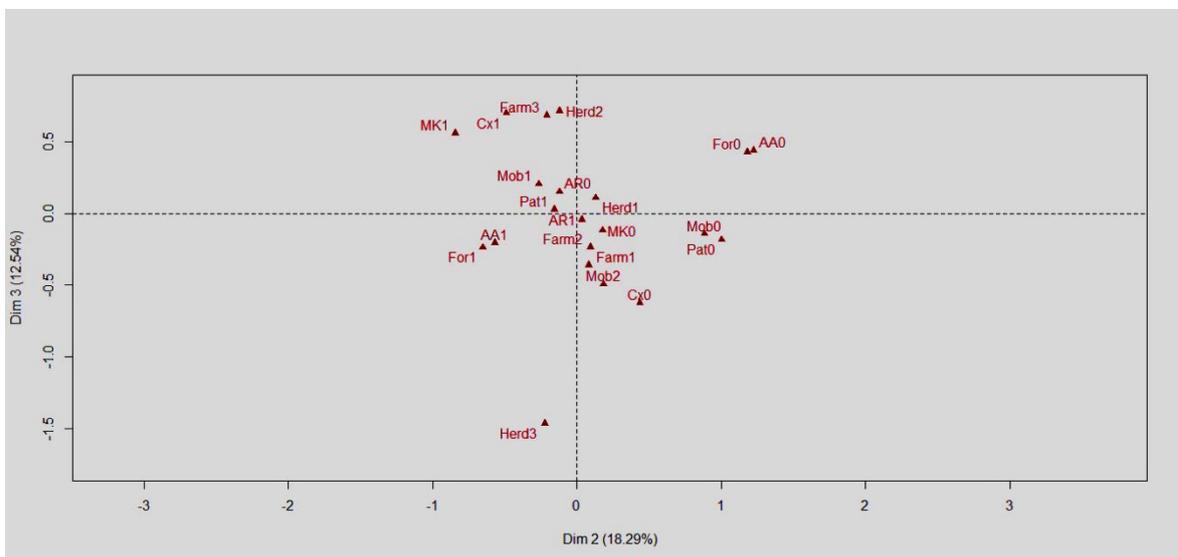


Figure 22 : Distribution des modalités sur les axes 2 et 3 (voir Tableau 5 pour la signification des codes)

La classification hiérarchique a conduit à l'identification de trois groupes ou clusters (Tableau 10 et Figure 26). Le test de Chi-Carré ou Fisher exact a montré une très forte différence entre les groupes ( $p < 0,001$ ) pour la majorité des variables (pratique des activités

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

agricoles autres que l'élevage, cultures fourragères, pâturage, mobilité des troupeaux, utilisation de la race Arabia et rôle de l'élevage caprin), une forte différence concernant la taille du troupeau ( $p < 0,01$ ) et une différence significative entre les classes quant à l'utilisation de la race Mekatia ( $p < 0,05$ ).

**Cluster 1** (n=29 ; 27,9% du total) : système pastoral (Figure 23)

Ce groupe comprend les éleveurs pastoraux sans aucune autre activité agricole. Les pâturages dans les parcours sont leur principale source d'alimentation. La race Arabia est présente chez tous les éleveurs, pour sa rusticité et sa capacité de marcher sur de longues distances. Ce groupe comprenait principalement de petits ou moyens troupeaux (44,8%, 41,4% respectivement). L'élevage caprin est la principale activité chez plus de la moitié (58,6%).



Figure 23 : Système d'élevage pastoral (Photo personnelle, 2014)

**Cluster 2** (n=60 ; 57,7% du total) : système mixte Agriculture-Elevage (Figure 24)

Ce groupe est le plus important et comprend des agro-éleveurs ayant des activités mixtes agriculture-élevage. La majorité écrasante des éleveurs de ce groupe (98,3%) cultivent des fourrages, en plus du pâturage sur les parcours steppiques. Ce groupe comprend plusieurs races, la race Arabia est présente chez 80% des éleveurs, la race Mekatia chez 20% alors que les croisés sont trouvés chez 56,7% des éleveurs.



Figure 24 : Système mixte Agriculture-élevage (Photos personnelles, 2014)

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

**Cluster 3** (n=15 ; 14,4% du total) : petits éleveurs dans le système zéro-pâturage (Figure 25)

Ce groupe rassemble des agro-éleveurs pour la majorité (73,3%), cultivant les fourrages (53,3%) et gardant leurs animaux dans des logements permanents (100%). Ce sont de petits exploitants qui considèrent l'élevage caprin comme une activité familiale (73,3%) ou secondaire (26,7%).



Figure 25 : Chèvre et ses petits élevés en stabulation permanente (Photo personnelle, 2014)

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Tableau 10 : Caractéristiques des éleveurs dans les trois classes selon les modalités

Modalités	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Total	Stat <sup>a</sup>
Herd1	13	30	15	58	**
Herd2	12	16	0	28	
Herd3	4	14	0	18	
Mob0	0	0	15	15	***
Mob1	20	46	0	66	
Mob2	9	14	0	23	
Farm1	5	17	11	33	***
Farm2	17	23	0	40	
Farm3	7	20	4	31	
MK0	28	48	10	86	*
MK1	1	12	5	18	
AR0	0	12	11	23	***
AR1	29	48	4	81	
Cx0	19	26	10	55	ns
Cx1	10	34	5	49	
AA0	29	0	4	33	***
AA1	0	60	11	71	
For0	29	1	7	37	***
For1	0	59	8	67	
Pat0	0	0	15	15	***
Pat1	29	60	0	89	

Stat <sup>a</sup> : signification statistique du test Chi-carré ou Fisher exact pour la différence entre les classes, ns : non significative; \* :  $P < 0.05$ ; \*\* :  $P < 0.01$ ; \*\*\* :  $P < 0.001$

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

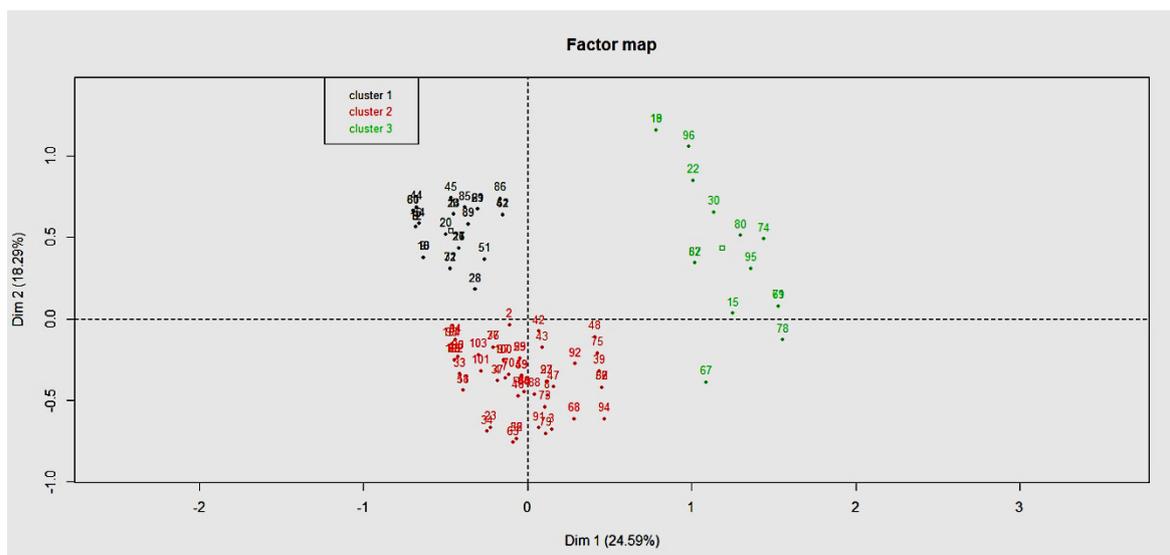


Figure 26 : Projection des groupes d'élevage selon les deux premières composantes factorielles

### II.4. Discussion

#### II.4.1. Typologie : Aperçu

La mobilité des troupeaux, les pratiques de pâturage et d'alimentation ont été les caractéristiques les plus importantes pour décrire et différencier les clusters. La taille des troupeaux et les races utilisées étaient moins intensément associées à l'ACM mais nécessaires pour comprendre les différents groupes formés.

#### II.4.2. Caractéristiques socio-économiques

La dominance masculine dans la présente étude est en accord avec celle déjà trouvée par Laoubi et *al.* (2011) dans la même zone (94,3%), kadi et *al.* (2013) dans la région montagneuse de la Kabylie en Algérie (86,2%). Cela pourrait être dû à la structure traditionnelle et culturelle de la société (coutumes) où les hommes ne laissent pas les femmes participer à l'interview lors de notre passage dans les ménages.

La proportion d'analphabètes dans cette étude (44,34%) était inférieure à celle rapportée par Hadbaoui (2013) dans la région semi-aride de M'sila en Algérie (60%). Le faible niveau d'instruction pourrait être expliqué en partie par l'éloignement des établissements scolaires. Il en résulte une incapacité des éleveurs à enregistrer les pédigrées et les performances des animaux.

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Le faible pourcentage d'éleveurs âgés moins de 30 ans indique que les jeunes ne sont pas intéressés par l'élevage caprin et s'orientent vers l'exercice des professions à revenu rapide et facile tel que le commerce.

### II.4.3. Caractéristiques des troupeaux caprins

L'association très fréquente des ovins et des caprins a été déjà signalée en Algérie, dans la région de Chemini (Moula et *al.*, 2017). Traditionnellement, la viande de mouton est la plus appréciée par la population Nord-Africaine, en relation avec son importance culturelle, où elle est au centre d'intérêt dans les cérémonies religieuses et familiales. Dans les zones rurales algériennes, les chèvres servent généralement à couvrir les besoins quotidiens du ménage en lait et en viande, tandis que la viande ovine est plus coûteuse, donc mise en vente ou utilisée dans les cérémonies importantes.

Près de la moitié des troupeaux étaient strictement composés de races indigènes, avec une prédominance de l'Arabia. Cette enquête a mis en évidence le lien étroit entre la race Arabia et le pastoralisme (Cluster 1) mais aussi sa prédominance dans le système mixte Agriculture-Elevage. Selon l'enquête, les éleveurs apprécient cette race pour ses faibles exigences, sa résistance aux conditions climatiques difficiles et sa capacité à parcourir de longues distances, en comparaison avec les autres races (Mekatia, Saanen et Alpine).

La forte présence de la Saanen et des croisés dans l'autre moitié des exploitations échantillonnées indique leur intérêt pour les caractéristiques productives, notamment la production de lait, la qualité de la viande et le taux de croissance élevé. Les croisés étaient présents dans tous les groupes (système pastoral : 34,48%, système mixte agriculture-élevage : 56,67%, système zéro pâturage : 33,33%).

Les éleveurs décrivent la race Mekatia comme une bonne race laitière (Figure 27). Elle est faiblement présente en général, avec une plus grande importance dans les systèmes de zéro-pâturage où elle est présente dans un tiers de l'échantillon des éleveurs enquêtés. Adaptée à des conditions d'élevage intensif, cette race est maintenant menacée par les contraintes locales au développement d'une chaîne de commercialisation du lait de chèvre, face à l'appel élevé des marchés bestiaux à l'élevage de la race Arabia et des croisés. Les éleveurs contribuent à l'évolution et à la conservation de ces races en fonction de leurs intérêts (plus de revenu en espèce) et pratiquent des croisements non contrôlés avec principalement l'Arabia et d'autres races (locales ou exotiques).

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

La mobilité des troupeaux dans la présente étude est typique des régions semi-arides avec prédominance du pâturage extensif, comme il a été également montré à M'sila (Algérie) par Hadbaoui (2013). Cependant, ce pâturage extensif est souvent pratiqué dans un mode de vie sédentaire qui est une tendance croissante dans la région, en relation avec la privatisation des terres et la scolarisation des enfants (Deleule, 2016). Les éleveurs dans cette enquête ont également mentionné l'insécurité dans la région comme motif de sédentarisation. Selon Rondia (2006), cette sédentarisation conduit à un affaiblissement de la gestion collective des terres, laissant place à une utilisation non structurée des ressources naturelles et par conséquent une dégradation des parcours steppiques. D'un point de vue gestion des ressources génétiques animales, les deux tendances, à savoir la sédentarisation et la dégradation des terres, conduisent à de nouveaux besoins qui dirigent l'évolution des races caprines dans la zone. Basé sur la dominance actuelle de la race Arabia et des populations croisées exotiques, ces évolutions pourraient entraîner une négligence et une érosion de la race Mekatia. Une surveillance prudente des effectifs de cette dernière ainsi que la mise en place d'actions de conservation efficaces sont nécessaires. La conservation «in situ» pourrait être envisagée à cet égard, sur la base de ses capacités productives déclarées auprès des éleveurs, et qui doivent donc être soigneusement évaluées, à condition que des marchés de commercialisation intéressants encouragent le produit de cette race.



Figure 27 : Mamelle d'une chèvre Mekatia réputée pour sa bonne production laitière  
(Photo personnelle, 2014)

### II.4.4. Buts de l'élevage caprin et objectifs de production

La connaissance des raisons de garder et d'élever des animaux est une condition préalable à la définition des objectifs de sélection opérationnelle (Jaitner et *al.*, 2001). Dans la zone d'étude, les principaux motifs d'élevage caprin sont en accord avec ceux des pays du

## CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Maghreb (Ammar et *al.*, 2011, Nassif et El Amiri, 2011, Kadi et *al.*, 2013). Les caprins peuvent être une source d'épargne pendant toute l'année, et contribuer à la satisfaction des besoins familiaux en lait et en viande.

Gopalakrishnan et Lal (1985) ont signalé que les chèvres produisent généralement plus de lait qu'une vache pour la même quantité de nutriments, ce qui indique une conversion alimentaire plus efficace. La production de lait n'était pas le premier objectif indiqué dans cette enquête, ne dépassant pas 10% des réponses. La faible production de lait est principalement destinée pour la consommation familiale et pour nourrir les chevreaux, car ces derniers représentent une source importante de revenus dans la zone. Aussi, le lait de chèvre manque de chaînes de commercialisation dans cette région. De plus, ce produit (contrairement au lait de vache) manque de politique de soutien public. En outre, pour commercialiser des produits laitiers, les éleveurs sont appelés à contrôler le lait au laboratoire pour principalement la brucellose, ce qui constitue des coûts supplémentaires et non souhaités pour ces petits exploitants.

### II.4.5. Pratiques

Le système de lutte libre pratiqué par la quasi-totalité des éleveurs, ainsi que le maintien des animaux de remplacement provenant de leur propre troupeau risquent d'augmenter le niveau de consanguinité, comme il a été déjà expliqué par Kosgey et *al.* (2006), alors que la sélection des animaux de remplacement en dehors de leurs troupeaux représente un risque élevé de perte de la pureté des races.

Les critères choisis pour la sélection des animaux destinés à la reproduction (conformation corporelle et performance des parents) sont très importants, capturant les aspects de la productivité (prolificité) et de la commercialisation (les chevreaux avec une bonne conformation corporelle et provenant de mères laitières et prolifiques, coûtent plus chers). Les critères de sélection peuvent différer selon la race, la taille du troupeau, le système de production et les opportunités de commercialisation disponibles dans une zone donnée (Kebede et *al.*, 2012). Dans la région de Laghouat, le but des éleveurs est commercial (production de chevreaux pour la vente), c'est pourquoi, ils utilisent les caractéristiques liées à la conformation corporelle et aux performances comme critères de sélection.

## **CHAPITRE II (ETUDE 1) : CARACTERISATION DE BASE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS CAPRINES DES PETITS EXPLOITANTS DANS LA REGION DE LAGHOUAT**

### **II.5. Conclusions**

Cette étude donne une base d'informations sur la caractérisation de l'élevage caprin dans la région de Laghouat. Les résultats soulignent que la gestion de cette ressource animale est encore traditionnelle; les éleveurs gardent diverses races avec prédominance de la race Arabia et des croisés dans un système de lutte libre. La mauvaise organisation de la production caprine avec l'absence d'une chaîne de commercialisation du lait de chèvre conduit à l'abandon progressif de la race Mekatia.

### **II.6. Recommandations**

Les politiques visant à développer ces ressources génétiques animales et les systèmes qui les soutiennent devraient avoir une logique économique, tirant profit des performances des races locales (résilience de la race Arabia et bonne production laitière de la race Mekatia), modification des habitudes en matière de commercialisation du lait de chèvre et mise en place de systèmes collectifs de soutien au développement durable de l'élevage caprin en Algérie.

**CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES  
CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE  
LAGHOUAT**

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

### **Partie 1 : Caractérisation morpho-biométrique des caprins de race locale et effet des facteurs liés à l'animal**

#### **III.1.1. Introduction**

Dans le monde entier, les caprins jouent un rôle socio-économique important en particulier pour la population pauvre vivant dans les environnements difficiles des régions arides (Ogola et Kosgey 2012). L'augmentation continue et rapide de la population caprine et ses produits dans les pays en voie de développement : 888 millions de têtes en 2008 contre plus d'un milliard de têtes en 2017 (FAOSTAT, 2019) indiquent que cette ressource animale pourrait constituer une source importante de protéines pour répondre aux besoins alimentaires face à la croissance rapide de la population humaine (Boyazoglu *et al.*, 2005). Ceci est renforcé par la formidable résilience et l'adaptation des races locales à la faible fertilité des terres et des climats extrêmes (Iñiguez, 2004). Cependant, plus de la moitié des races indigènes du monde sont menacées par des croisements incontrôlés. De plus, ils ne sont pas complètement caractérisés (Arandas *et al.*, 2017). La première étape de la caractérisation des ressources génétiques locales repose sur la connaissance de la variation des traits morphologiques (Delgado *et al.*, 2001). En Algérie, quatre races de chèvres indigènes sont recensées : Arabia, Mekatia, M'zabite et Naine de Kabylie (FAO, 2014b). Cependant, les informations disponibles sur la variabilité génétique et phénotypique de ces ressources sont insuffisantes, bien que certaines études aient fourni des informations sur les caractéristiques morpho-biométriques de certaines races dans certaines régions de l'Algérie (Khemici *et al.*, 1995; Ouchene-Khelifi *et al.*, 2015). De plus, avec l'absence d'un système de sélection en Algérie, la pratique des croisements non contrôlés entre les races locales et exotiques (principalement Saanen et Alpine) et entre races locales a augmenté, entraînant la perte des caractères exprimés par les ressources locales notamment pour la Mekatia et la M'zabite (Ouchene-Khelifi *et al.*, 2015). Dans la zone d'étude (Laghouat), les chèvres sont très importantes pour les moyens de subsistance de la population locale, représentant une source de revenus, de lait et de viande. Selon les résultats de l'étude 1, deux races locales dominent dans la région d'étude, à savoir la race Arabia et la Mekatia, néanmoins, elles manquent de caractérisation. La présente étude vise à caractériser phénotypiquement ces deux races selon des facteurs liés à l'animal (sexe et âge), et ce afin d'établir une stratégie de conservation dans le cadre d'un programme d'amélioration génétique des caprins en Algérie et à Laghouat en particulier.

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

### III.1.2. Matériel et Méthodes

#### III.1.2.1. Collecte de données

L'enquête menée dans l'étude 1 a permis d'identifier la diversité génétique caprine dans la région de Laghouat, trois populations ont été recensées : races locales (Arabia et Mekatia), races exotiques (Saanen et Alpine principalement) et les croisés (entre races locales ou locales et exotiques). La présente étude a été réalisée de janvier à mai 2015, sur un échantillon aléatoire de 312 caprins provenant de 84 troupeaux contenant tous des races locales, âgées d'au moins un an. L'échantillon était composé de 58 femelles de race Mekatia (Figure 28) et 254 individus de race Arabia dont 44 mâles (Figure 29) et 210 femelles (Figure 30). Malheureusement, dans la zone d'étude, nous n'avons pas pu trouver des mâles de race Mekatia. Généralement, les femelles Mekatia sont croisées avec d'autres populations principalement Saanen, par conséquent, l'étude a été faite uniquement sur les femelles.



Figure 28 : Chèvre de race Mekatia élevée dans le système zero-paturage (Photo personnelle, 2015)



Figure 29 : Bouc de race Arabia élevé dans le système pastoral extensif (Photo personnelle, 2015)

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT



Figure 30 : Chèvre de la race Arabia élevée dans le système pastoral extensif (Photo personnelle, 2015)

L'âge des animaux a été estimé par l'examen de la dentition (Figure 31) selon la méthode décrite par Wilson et Durkin (1984). Trois groupes d'animaux ont été formés en fonction de l'âge : le premier groupe les individus âgés d'un an, le deuxième groupe âgés de deux ans et dans le troisième groupe les caprins sont âgés de trois ans ou plus.

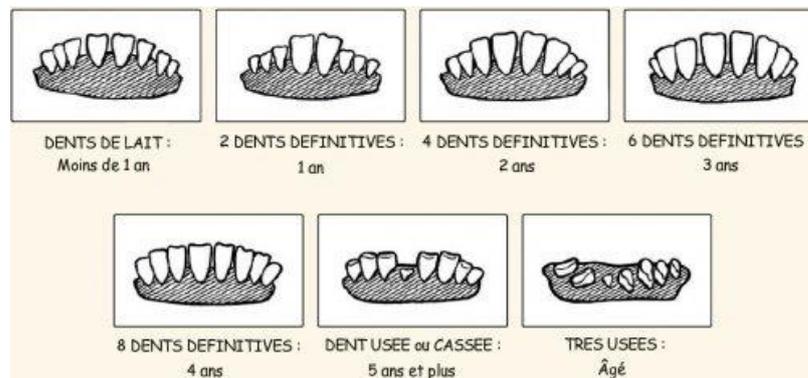


Figure 31 : Estimation de l'âge des animaux par l'examen de la dentition selon Wilson et Durkin (1984)

Des données sur 14 variables qualitatives (Tableau 11) et 19 mesures quantitatives (Tableau 12 et Figure 32) ont été recueillies conformément aux directives fournies par la FAO (2012) pour la caractérisation phénotypique des ressources zoogénétiques.

Afin de diminuer les biais dus aux erreurs de mesures, nous avons suivi la démarche suivante :

- Pour éviter les effets de l'alimentation et de l'abreuvement sur l'état d'engraissement et la conformation de l'animal, les mesures ont été faites tôt le matin à l'aide d'un ruban métrique.

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

- Toutes les mesures ont été effectuées par la même personne pour éviter les variations liées aux opérateurs.
- Seuls les animaux sains et non gravides ont été inclus dans l'étude.

Tableau 11 : Caractères qualitatifs considérés dans cette étude

Variables	Modalités
Motif de la robe	Unie / Panachure / Moucheté
Couleur de la robe	1 couleur / 2 couleurs / $\geq 3$ couleurs
Couleur de la tête	1 couleur / 2 couleurs / $\geq 3$ couleurs
Couleur des pattes	1 couleur / 2 couleurs / $\geq 3$ couleurs
Type de poils	Long / Semi-long / Court
Présence de cornes	Oui / Non
Forme des cornes	Droite / Courbée / Spiralée
Orientation des cornes	Latérale / Vers le haut / En arrière
Orientation des oreilles	Dressée / Horizontale / Semi-pendante / Pendante
Profil facial	Droit / Concave / Convexe
Profil du dos	Droit / Concave / descend vers la croupe
Présence de crinière	Oui / Non
Présence de barbiche	Oui / Non
Présence de pendeloques	Oui / Non

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Tableau 12 : Mesures quantitatives considérées pour la caractérisation des deux races

Variabiles	Codes	Définitions
Longueur du corps	LC	Distance horizontale entre la pointe de l'épaule et l'ischion (pointe de la fesse)
Longueur de la tête	LT	Distance entre la nuque et le bout de nez
Longueur du cou	LCO	Distance entre la pointe d'attachement entre la mâchoire inférieure et la gorge jusqu'au la pointe de l'épaule
Longueur des cornes	LCOR	sur son coté extérieur, depuis sa racine sur la nuque jusqu'à la pointe.
Longueur des oreilles	LO	Externe depuis sa base sur la nuque jusqu'à la pointe
Longueur des poils	LP	Au niveau de la ligne du dos de la racine à l'extrémité
Longueur du bassin	LB	Distance entre la pointe des hanches et la pointe des fesses
Longueur de la queue	LQ	Distance entre la pointe d'attachement et l'extrémité
Largeur de la tête	LrT	Distance entre les arcs zygomatiques
Ecart entre les pointes de l'épaule	LrE	Distance entre les deux pointes de l'épaule
Largeur du bassin	LrB	Distance entre les deux pointes des hanches
Largeur aux ischions	LrI	Distance entre les deux pointes des fesses
Hauteur au garrot	HG	Distance entre la partie inférieure du pied (sol) et la pointe la plus haute du garrot
Hauteur au dos	HD	Distance entre le sol et le milieu du dos
Hauteur au sacrum	HS	Distance entre le sol et la pointe de la hanche
Profondeur de la poitrine	PP	Distance entre la pointe la plus haute du garrot et le passage des sangles
Tour du museau	TM	Circonférence de museau à sa base à l'endroit le plus large, tout en gardant la bouche de l'animal fermée
Tour de poitrine	TP	Circonférence du corps immédiatement derrière l'omoplate (épaule) dans un plan vertical et au passage des sangles
Tour du canon	TC	Circonférence du canon à un travers de main au-dessus de la partie inférieure de l'attachement de genou

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

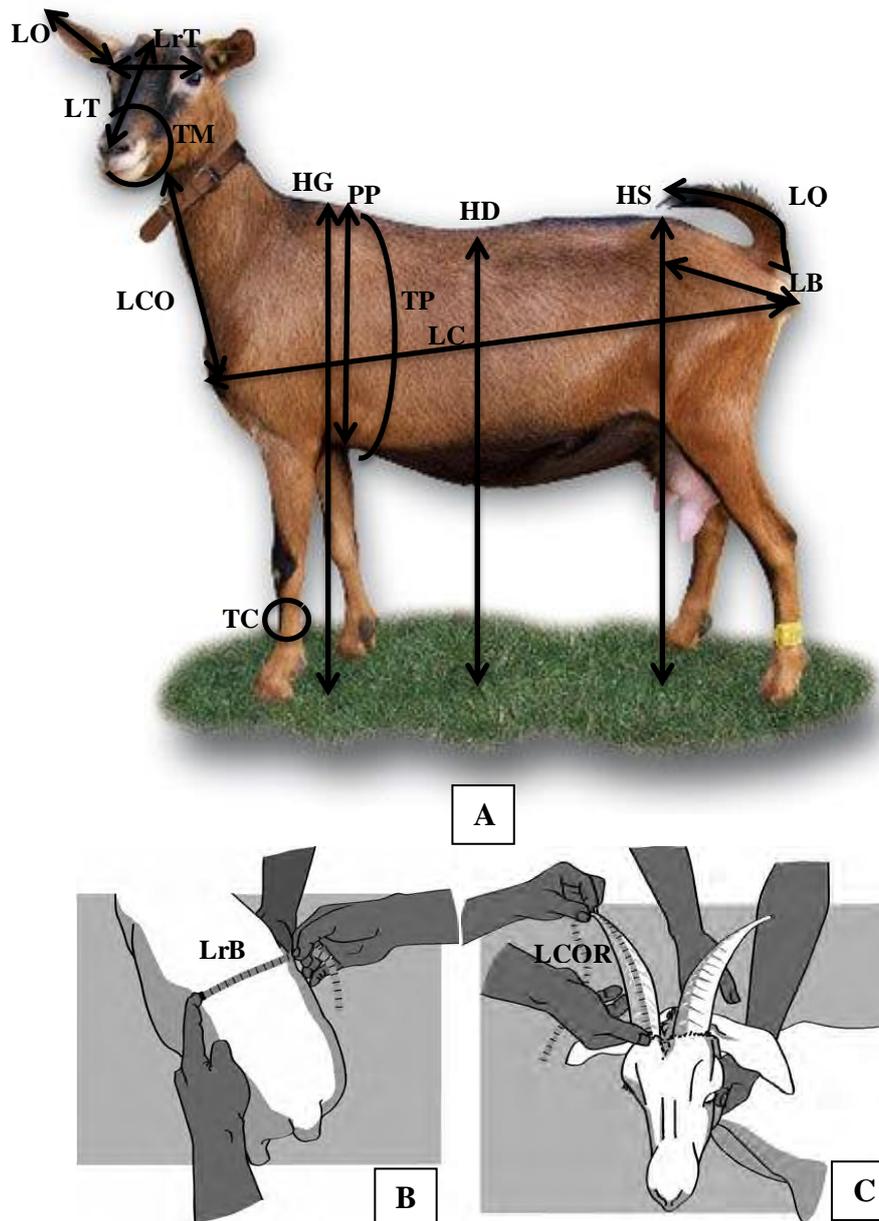


Figure 32 : Schéma démonstratif des mesures corporelles effectuées (A : Photo personnelle, B et C : FAO 2012; voir Tableau 12 pour la signification des codes)

### III.1.2.3. Analyses statistiques des données

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (version 9, 2002). Les fréquences ont été utilisées pour décrire les traits qualitatifs. La procédure du Modèle Linéaire Général (GLM) est utilisée pour analyser des données quantitatives où le sexe et l'âge sont considérés comme des effets fixes. Les moyennes des moindres carrés et leurs erreurs correspondantes ont été obtenues pour chaque mesure. Le modèle général utilisé était le suivant :

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Pour la race Arabia :  $Y_{ijk} = \mu + \text{sexe}_i + \text{âge}_j + \varepsilon_{ijk}$

Pour la race Mekatia :  $Y_{jk} = \mu + \text{âge}_j + \varepsilon_{jk}$

Où:

- $Y_{ijk}, Y_{jk}$  : variables quantitatives (LC, LT, LCO, LCOR, LO, LP, LB, LQ, LrT, LrE, LrB, LrI, HG, HD, HS, PP, TM, TP, TC)
- $\mu$  : moyenne générale
- $\text{Age}_j$  : effet fixe de l'âge j (trois classes: une année, deux ans et  $\geq$  trois ans)
- $\text{Sexe}_i$  : effet fixe du sexe (deux classes : mâle, femelle)
- $\varepsilon_{jk}, \varepsilon_{ijk}$  : effet aléatoire résiduel

### III.1.3. Résultats

#### III.1.3.1. Caractères qualitatifs

Les caractéristiques morphologiques qualitatives des femelles Mekatia et leurs fréquences sont montrées dans le tableau 13. Plus de la moitié des animaux présentaient trois couleurs ou plus (55,18%) avec prédominance du noir, blanc et brun. Les poils étaient courts dans 96,55%, les cornes étaient présentes (67,24%), courbées (97,37%) et dirigées en arrière (92,11%). La crinière et les pendeloques étaient rarement présentes (3,45% et 6,90% respectivement) alors que la barbiche était présente chez 50% des chèvres. Les oreilles semi-pendantes et pendantes sont les plus représentées (48,28% et 31,03% respectivement). Le profil droit de la tête était le dominant (98,28%), cependant le profil du dos peut être droit (51,72%) ou concave (48,28%).

Concernant la race Arabia, les fréquences phénotypiques selon le sexe sont présentées dans le tableau 13. Plus de la moitié des variables montrent les mêmes tendances chez les deux sexes. Cependant, la forme des cornes en spirale avec orientation latérale était plus présente chez les mâles (90%), tandis que la forme courbée (92,26%) avec orientation vers l'arrière (97,02%) était plus observée chez les femelles. Le profil facial était droit (52,25%) ou convexe (47,75%) chez les mâles, mais presque toutes les femelles avaient un profil droit (96,67%), il en est de même pour le dos, le profil droit était dominant chez les femelles (66,7%), alors que chez les mâles, le profil concave était le plus représenté (56,82%). La crinière et les pendeloques étaient principalement absentes chez les mâles (90,91% et 93,18% respectivement) et les femelles (99,42% et 86,67% respectivement), mais la plupart d'entre eux présentaient une barbiche (100% chez les mâles et 83,81% chez les femelles).

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Tableau 13 : Fréquences, en %, des caractères qualitatifs pour les races Mekatia et Arabia

Variables	Modalités	Fréquences (%)		
		Femelles de race Mekatia (N=58)	Mâles de race Arabia (N=44)	Femelles de race Arabia (N=210)
Motif de la robe	Unie	22,41	13,64	7,62
	Panachure	77,59	86,36	92,38
Couleur de la robe	1 couleur	22,41	13,64	6,67
	2 couleurs	22,41	45,45	37,62
	≥3 couleurs	55,18	40,91	55,71
Couleur de la tête	1 couleur	25,86	20,45	10,48
	2 couleurs	34,48	65,91	61,43
	≥3 couleurs	39,66	13,64	28,09
Couleur des pattes	1 couleur	34,48	25,00	19,05
	2 couleurs	41,38	50,00	47,62
	≥3 couleurs	24,14	25,00	33,33
Type de poils	Court	96,55	0,00	0,00
	Semi-long	3,45	0,00	7,62
	Long	0,00	100,00	92,38
Présence des cornes	Non	32,76	31,82	20,00
	Oui	67,24	68,18	80,00
Forme des cornes	Droite	2,63	3,33	3,57
	Courbée	97,37	6,67	92,26
	Spiralée	0,00	90,00	4,17
Orientation des cornes	Latérale	0,00	90,00	1,19
	Vers le haut	7,89	0,00	1,79
	En arrière	92,11	10,00	97,02
Orientation des oreilles	Dressée	3,45	0,00	0,00
	Horizontale	17,24	2,27	0,95
	Semi-pendante	48,28	18,18	23,33
	Pendante	31,03	79,55	75,72
Profil facial	Droit	98,28	52,25	96,67
	Convexe	1,72	47,75	3,33
Profil du dos	Droit	51,72	43,18	66,70
	Concave	48,28	56,82	33,30
Présence de crinière	Non	96,55	90,91	99,42
	Oui	3,45	9,09	0,58
Présence de barbiche	Non	50,00	0,00	16,19
	Oui	50,00	100,00	83,81
Présence de pendeloques	Non	93,10	93,18	86,67
	Oui	6,90	6,82	13,33

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Les figures de 33 à 38, montrent certains traits qualitatifs exprimés par les caprins dans la présente étude.

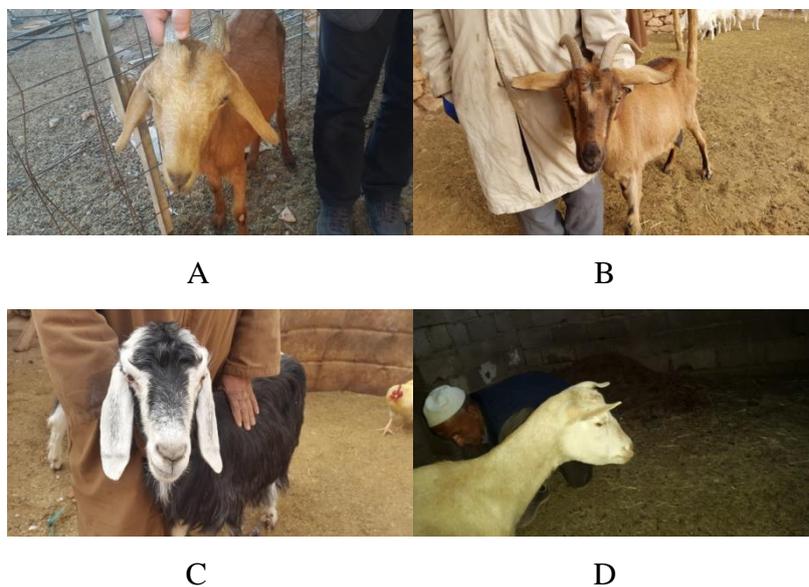


Figure 33 : Orientation des oreilles (A : Forme semi-pendante, B : Forme horizontale, C : Forme pendante, D : Forme dressée) (Photos personnelles, 2015)



Figure 34 : Une chèvre tricolore (Noir, Blanc et Marron) (Photo personnelle, 2015)



Figure 35 : Un bouc avec une barbiche (Photo personnelle, 2015)

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT



Figure 36 : Une chèvre avec deux pendeloques (Photo personnelle, 2015)



Figure 37 : Un bouc avec profil facial convexe (Photo personnelle, 2015)



A

B

C

Figure 38 : Forme et orientation des cornes (A : Droite dirigée vers le haut, B : Oblique dirigée vers l'arrière, C : Spiralée dirigée en latérale) (Photos personnelles, 2015)

### III.1.3.2. Caractères quantitatifs

Les caractéristiques morphométriques des femelles de race Mekatia par groupe d'âge sont présentées dans le tableau 14. Un effet significatif de l'âge a été observé sur la longueur de la tête, des cornes et du bassin, la largeur du bassin, les hauteurs au garrot, au dos et au sacrum, la profondeur de la poitrine, le tour de museau et de poitrine. Dans l'ensemble, il y a une augmentation des valeurs avec l'âge. La longueur des cornes et du bassin, la largeur

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

du bassin, la profondeur de la poitrine, le tour de museau et de poitrine ont significativement augmenté entre les groupes 1 et 3, mais entre les groupes 1 et 2 ou 2 et 3, la différence était non significative pour ces mesures (Tableau 14). Concernant les mesures de la hauteur, la différence était significative entre les groupes d'âge 1 et 3 ou 2 et 3 mais entre les groupes 1 et 2, la différence n'était pas significative.

Tableau 14 : Moyennes des moindres carrées  $\pm$  erreurs standards des mesures corporelles par groupe d'âge pour la race Mekatia

MC	Effet de l'âge			Valeur P
	1 an	2 ans	$\geq 3$ ans	
LC	72,36 $\pm$ 2,67	73,97 $\pm$ 1,71	76,87 $\pm$ 1,21	ns
LT	20,43 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup>	22,47 $\pm$ 0,42 <sup>b</sup>	23,06 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>	**
LCO	29,86 $\pm$ 2,10	32,94 $\pm$ 1,35	32,41 $\pm$ 0,97	ns
LCOR	16,80 $\pm$ 2,90 <sup>a</sup>	21,59 $\pm$ 1,96 <sup>ab</sup>	24,81 $\pm$ 1,42 <sup>b</sup>	*
LO	16,43 $\pm$ 0,89	17,18 $\pm$ 0,57	17,87 $\pm$ 0,40	ns
LP	4,28 $\pm$ 0,82	5,94 $\pm$ 0,53	5,65 $\pm$ 0,37	ns
LB	21,57 $\pm$ 0,88 <sup>a</sup>	22,71 $\pm$ 0,57 <sup>ab</sup>	23,83 $\pm$ 0,41 <sup>b</sup>	*
LQ	12,36 $\pm$ 0,97	11,75 $\pm$ 0,64	11,97 $\pm$ 0,44	ns
LrT	12,57 $\pm$ 1,32	13,41 $\pm$ 0,85	15,39 $\pm$ 0,61	ns
LrE	14,28 $\pm$ 2,34	16,73 $\pm$ 1,50	18,32 $\pm$ 1,08	ns
LrB	14,14 $\pm$ 0,68 <sup>a</sup>	15,09 $\pm$ 0,43 <sup>ab</sup>	15,91 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>	*
LrI	6,78 $\pm$ 0,77	7,53 $\pm$ 0,51	7,67 $\pm$ 0,36	ns
HG	66,71 $\pm$ 1,51 <sup>a</sup>	68,68 $\pm$ 0,97 <sup>a</sup>	71,79 $\pm$ 0,68 <sup>b</sup>	**
HD	69,50 $\pm$ 1,28 <sup>a</sup>	71,00 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>	73,85 $\pm$ 0,59 <sup>b</sup>	**
HS	64,78 $\pm$ 1,39 <sup>a</sup>	68,06 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>	70,91 $\pm$ 0,64 <sup>b</sup>	***
PP	30,57 $\pm$ 1,26 <sup>a</sup>	33,47 $\pm$ 0,81 <sup>ab</sup>	34,53 $\pm$ 0,58 <sup>b</sup>	*
TM	24,75 $\pm$ 1,55 <sup>a</sup>	28,10 $\pm$ 1,38 <sup>ab</sup>	29,26 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>	*
TP	74,50 $\pm$ 2,22 <sup>a</sup>	78,79 $\pm$ 1,42 <sup>ab</sup>	80,87 $\pm$ 1,01 <sup>b</sup>	*
TC	7,71 $\pm$ 0,34	7,91 $\pm$ 0,22	7,88 $\pm$ 0,16	ns

MC : Mesures corporelles, LC : Longueur du corps (n=58), LT : Longueur de la tête (n=58), LCO : Longueur du cou (n=57), LCOR : Longueur des cornes (n=37), LO : Longueur des oreilles (n=58), LP : Longueur des poils (n=58), LB : Longueur du bassin (n=57), LQ : Longueur de la queue (n=57), LrT : Largeur de la tête (n=57), LrE : Ecart entre les pointes des épaules (n=57), LrB : Largeur du bassin (n=57), LrI : Largeur aux ischions (56), HG : Hauteur au garrot (n=58), HD : Hauteur au dos (n=57), HS : Hauteur au sacrum (n=57), PP : Profondeur de la poitrine (n=57), TM : Tour du museau (n=26), TP : Tour de poitrine (n=58), TC : Tour du canon (n=57), ns : non significatif (p>0,05), \* : p<0,05, \*\* : p<0,01, \*\*\* : p<0,001, a,b : Les moyennes sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes (p<0,05).

Pour la race Arabia, les moyennes des moindres carrés pour les mesures corporelles selon les facteurs sexe et âge sont indiquées dans le tableau 15. Concernant l'effet du sexe, à l'exception de la longueur des oreilles et de la largeur des ischions où la différence n'était pas significative, toutes les autres mesures étaient significativement plus élevées chez les

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

mâles par rapport aux femelles. Un effet significatif de l'âge est montré pour la majorité des variables à l'exception de la longueur du cou, des oreilles et du bassin, avec une tendance à l'augmentation pour la majorité des caractères. Les mesures de la longueur du corps et des cornes, de la largeur de tête, des épaules et du bassin, de la hauteur au garrot et au sacrum, de la profondeur de poitrine, de la circonférence du museau, du canon et de poitrine ont présenté une différence significative à partir du 1<sup>er</sup> groupe d'âge. Cependant, pour la longueur des poils et de la queue ainsi que la largeur des ischions, la différence n'était significative qu'à partir du 2<sup>ème</sup> groupe. Pour certaines mesures (longueur des cornes, largeur des épaules, hauteur au garrot, profondeur de la poitrine, tour de poitrine et tour de canon), la différence était significative entre les trois groupes d'âge.

Tableau 15 : Moyennes des moindres carrées ± erreurs standards des mesures corporelles par groupe d'âge et par sexe pour la race Arabia

MC	Effet du sexe			Effet de l'âge			
	Femelles	Mâles	P	1 an	2 ans	≥3 ans	P
LC	68,43±0,70	83,08±1,24	***	71,21±1,54 <sup>a</sup>	77,19±1,12 <sup>b</sup>	78,86±0,77 <sup>b</sup>	***
LT	20,71±0,22	23,83±0,38	***	21,08±0,48 <sup>a</sup>	22,54±0,35 <sup>b</sup>	23,19±0,24 <sup>b</sup>	***
LCO	31,31±0,45	36,88±0,72	***	33,39±0,98	34,21±0,68	34,68±0,47	ns
LCOR	19,17±0,71	36,53±1,19	***	20,89±1,52 <sup>a</sup>	29,79±1,10 <sup>b</sup>	32,88±0,76 <sup>c</sup>	***
LO	20,23±0,32	21,47±0,62	ns	20,41±0,74	21,46±0,52	20,69±0,37	ns
LP	10,88±0,27	14,15±0,48	***	12,53±0,59 <sup>ab</sup>	13,10±0,44 <sup>a</sup>	11,91±0,29 <sup>b</sup>	*
LB	21,18±0,26	25,56±0,42	***	22,51±0,57	23,81±0,40	23,79±0,27	ns
LQ	12,26±0,24	13,35±0,42	*	12,64±0,52 <sup>a</sup>	12,02±0,38 <sup>a</sup>	13,74±0,26 <sup>b</sup>	***
LrT	12,32±0,15	14,31±0,24	***	12,52±0,32 <sup>a</sup>	13,50±0,22 <sup>b</sup>	13,93±0,15 <sup>b</sup>	***
LrE	13,58±0,28	17,12±0,44	***	13,49±0,59 <sup>a</sup>	15,69±0,41 <sup>b</sup>	16,86±0,29 <sup>c</sup>	***
LrB	13,16±0,18	14,17±0,29	**	12,20±0,40 <sup>a</sup>	14,22±0,27 <sup>b</sup>	14,57±0,19 <sup>b</sup>	***
LrI	5,88±0,22	5,38±0,37	ns	4,73±0,49 <sup>a</sup>	5,35±0,34 <sup>a</sup>	6,80±0,24 <sup>b</sup>	***
HG	69,28±0,46	81,72±0,81	***	72,50±1,00 <sup>a</sup>	75,63±0,74 <sup>b</sup>	78,36±0,51 <sup>c</sup>	***
HD	73,04±0,45	80,84±0,72	***	74,51±0,97 <sup>a</sup>	77,93±0,67 <sup>b</sup>	78,38±0,46 <sup>b</sup>	**
HS	69,83±0,46	77,40±0,74	***	71,48±1,00 <sup>a</sup>	74,29±0,69 <sup>b</sup>	75,08±0,48 <sup>b</sup>	**
PP	32,22±0,38	38,96±0,61	***	32,63±0,82 <sup>a</sup>	36,27±0,57 <sup>b</sup>	37,86±0,39 <sup>c</sup>	***
TM	26,62±0,39	30,29±0,57	***	26,18±0,85 <sup>a</sup>	29,18±0,59 <sup>b</sup>	30,00±0,36 <sup>b</sup>	***
TP	75,29±0,52	88,43±0,92	***	76,92±1,14 <sup>a</sup>	82,57±0,83 <sup>b</sup>	86,10±0,58 <sup>c</sup>	***
TC	7,69±0,10	9,48±0,16	***	8,12±0,21 <sup>a</sup>	8,63±0,15 <sup>b</sup>	9,00±0,10 <sup>c</sup>	***

MC : Mesures corporelles, LC : Longueur du corps (n=254), LT : Longueur de la tête (n=254), LCO : Longueur du cou, LCOR : Longueur des cornes (n=167), LO : Longueur des oreilles (n=246), LP : Longueur des poils (n=248), LB : Longueur du bassin (n=217), LQ : Longueur de la queue (n=254), LrT : Largeur de la tête (n=217), LrE : Ecart entre les pointes des épaules (n=213), LrB : Largeur du bassin (n=217), LrI : Largeur aux ischions (n=212), HG : Hauteur au garrot (n=253), HD : Hauteur au dos (n=253), HS : Hauteur au sacrum (n=217), PP : Profondeur de la poitrine (n=217), TM : Tour du museau (n=163), TP : Tour de poitrine (n=254), TC : Tour du canon (n=217), ns : non significatif (p>0,05), \* : p<0,05, \*\* : p<0,01, \*\*\* : p<0,001, a,b : Les moyennes sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes (p<0,05).

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

### III.1.4. Discussion

#### III.1.4.1. Caractères qualitatifs

Les résultats des caractères qualitatifs des deux races de la zone d'étude Laghouat ont montré que la race Mekatia se caractérise par des poils courts et la race Arabia par des poils longs. Cela concorde avec les résultats antérieurs rapportés par Khemici et *al.* (1995) dans la même région, Ouchene-Khelifi et *al.* (2015) en Algérie et Fantazi et *al.* (2017) pour la race Mekatia. Selon Acharya et *al.* (1995), les chèvres aux poils courts sont moins résistantes au rayonnement solaire que celles aux poils longs. A cet égard, et selon les éleveurs de la région, la race Mekatia résiste moins au stress thermique en comparaison avec la race Arabia.

La présence des cornes chez la majorité des individus de l'étude était déjà rapportée par Ouchene-Khelifi et *al.* (2015), Fantazi et *al.* (2017). C'est une indication de leur capacité à se défendre et à survivre dans des environnements difficiles où ils sont élevés. Aussi, la présence des cornes chez les boucs est un indice de meilleures performances reproductives comparativement aux boucs sans cornes (Hasan et Shaker, 1990; Al- Ghalban et *al.*, 2004; Kridli et *al.*, 2005).

La grande variation des couleurs de la robe observée dans cette étude est une indication d'une population traditionnelle et pourrait résulter d'un mouvement non contrôlé d'animaux à travers divers marchés de bestiaux. Un pourcentage élevé de la couleur blanche offre une meilleure résistance au stress thermique dans des environnements caractérisés par un haut rayonnement solaire (Hansen, 1990). La dominance de la couleur blanche, seule ou en association avec d'autres couleurs, pourrait être une forme d'adaptation à l'environnement en raison du fort ensoleillement et des températures élevées (surtout en été) et des pratiques d'élevage par le long séjour des animaux sur les parcours étendus ce qui les expose au soleil sur une longue période (Katongole et *al.*, 1994; Traore et *al.*, 2006). Selon Robertshaw (2006), Les animaux à robe noire ont une meilleure adaptation au climat froid saisonnier ou aux nuits froides, car la pigmentation foncée ou sombre aide à se réchauffer tôt par rapport aux autres couleurs de la robe. Dans notre étude, la prédominance des deux couleurs noire et blanche est une sorte de sélection naturelle et d'adaptation au climat de la région qui se caractérise par un hiver très froid et un été très chaud.

Cette étude indique également que les oreilles semi-pendantes sont les plus observées chez la Mekatia, ce qui est différent des résultats obtenus par Ouchene-Khelifi et *al.* (2015) où

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

les oreilles droites étaient les plus signalées (68,73%). Cette différence pourrait être partiellement expliquée par les connaissances limitées des éleveurs sur les caractéristiques de la race Mekatia (beaucoup d'entre eux la confondent avec la race Saanen) et la zone d'étude (différences liées aux autres régions d'Algérie dans l'étude d'Ouchene-khelifi et *al.*, 2015). Cependant, pour la race Arabia, la même tendance a été signalée par plusieurs autres auteurs à propos de la forme des oreilles pendantes (74,37% dans l'étude d'Ouchene-khelifi et *al.*, 2015; 96,05% pour les femelles et 95,92% pour les mâles dans l'étude de Fantazi et *al.*, 2017; 96% chez les mâles et 85% chez les femelles dans l'étude de Djouza et Chehma, 2018). Les oreilles longues et pendantes ont l'avantage d'offrir une meilleure défense contre le stress thermique en facilitant l'exportation des calories issues du métabolisme par échange de chaleur (Robertshaw, 1982). Ce résultat reflète l'adaptation de la race Arabia aux conditions environnementales de la steppe et du désert.

Les pendeloques étaient essentiellement absentes et la barbe était principalement présente chez les mâles (100%) et les femelles (83,81%) de race Arabia, ce résultat concorde avec les résultats de l'étude de Djouza et Chehma (2018). En contrepartie, Fantazi et *al.* (2017) ont trouvé que 100% des animaux de race Arabia et Mekatia étaient barbus et pédonculés. La présence de la barbe chez tous les mâles indique que le gène codant pour la barbe est dominant chez les mâles (Yakubu et *al.*, 2010). Osinowo et *al.* (1988), Shongjia et *al.* (1992), Yakubu et *al.* (2010) ont indiqué que la présence de la barbe et des pendeloques est un signe de supériorité productive en termes de prolificité et de production laitière.

### III.1.4.2. Caractères quantitatifs

Selon Cam et *al.* (2010), les mesures morphométriques et la relation entre elles peuvent définir approximativement le statut de production et les caractéristiques de la race.

En utilisant la classification de Devendra et Burns (1983) basée sur la hauteur au garrot (>65cm pour les grandes races, 51-65cm pour les petites et 50cm pour les naines), nous pouvons déduire que les races Mekatia et Arabia de la présente étude sont classées comme grandes (Tableaux 14 et 15) chez les deux sexes et pour les différents âges des animaux. Une tendance similaire a été observée dans les études de Manallah et Dekhili (2011) pour la population caprine de la région semi-aride de Sétif ( $66,89 \pm 8,48$  cm), Ouchene-Khelifi et *al.* (2015) pour les races Mekatia ( $65,11 \pm 6,49$  cm) et Arabia ( $71,07 \pm 4,34$  cm) ainsi que Fantazi et *al.* (2017) pour la race Mekatia ( $64,3 \pm 0,2$  cm) et la race Arabia ( $67,8 \pm 0,1$  et  $70,7 \pm 0,2$  cm pour les femelles et les mâles respectivement). Les caprins élevés sous un

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

système intensif paraissaient bas au garrot, avec de petites membres et circonférence thoracique que les animaux du système extensif ou des pâturages (Martini et *al.*, 2010).

L'effet significatif de l'âge sur l'augmentation des valeurs de la plupart des mesures corporelles concorde avec les observations antérieures de Fajemilehin et Salako (2008) et Hagan et *al.* (2012), selon lesquelles la forme et la taille des animaux augmentent avec l'âge. Nos résultats indiquent que l'âge moyen de maturité pour les deux races se situe autour de deux ans et trois ans ou plus, ce qui est en accord avec les conclusions de Jeffery et Berg (1972), Fajemilehin et Salako (2008), qui ont observé que les caprins atteignaient leur pleine maturité à trois ans et plus.

L'effet significatif du facteur sexe trouvé dans notre étude a été rapporté chez les caprins en Algérie dans l'étude de Fantazi et *al.* (2017). L'influence du sexe sur les traits morphométriques est probablement liée à la différence de physiologie entre les mâles et les femelles en relation avec l'action des hormones sexuelles qui entraînent des taux de croissance différents (Carneiro et *al.*, 2010; Frandson et Elmer, 1981). Ceci est en accord avec des rapports antérieurs sur les caprins (Vargas et *al.*, 2007), les ovins (Yakubu et Akinyemi, 2010) et les bovins (Polák et Frynta, 2010). Nos résultats confirment également les travaux antérieurs (Devendra et Burns, 1983; Ifut et *al.*, 1991; Akpa et *al.*, 1998) qui affirment que le sexe influençait significativement les mesures linéaires du corps. Il a été rapporté chez les ovins également que les femelles ont un taux de croissance plus lent que les mâles et atteint une taille plus faible en raison de l'effet restreignant des œstrogènes sur la croissance des os longs du corps (Sowande et Sobola, 2008).

### III.1.5. Conclusions

Cette première partie de l'étude sur la morphologie des caprins de race locale caractérise les deux races indigènes de la région de Laghouat, à savoir la Mekatia et la Arabia. Ces deux races sont décrites comme grandes avec une plus grande taille chez les mâles de la race Arabia. L'âge adulte a été fixé entre deux ou trois ans. Certains traits morphologiques trouvés, notamment le type de poils et la forme des oreilles reflètent l'adaptation de ces races au contexte environnemental de la région. La caractérisation des mêmes races dans d'autres régions de l'Algérie est recommandée pour décrire pleinement la diversité phénotypique existant.

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

### **Partie 2 : Etude de la variabilité biométrique de la chèvre Arabia à Laghouat par l'Analyse en Composantes Principales**

#### **III.2.1. Introduction**

Au cours de ces dernières années, les ressources génétiques caprines locales en Algérie subissent un réel danger de brassage génétique à cause de l'introduction de races exotiques considérées par les éleveurs comme étant plus productives. Malgré cela, la chèvre Arabia a pu persister depuis des décennies, elle est la plus dominante en Algérie. Son aire d'extension s'étalerait du nord jusqu'à la limite sud de la steppe (khemici et *al.*, 1995) et par ailleurs, elle présente des caractéristiques intéressantes sur le plan résistance au climat et à la marche sur de longues distances (Laouadi et *al.*, 2018).

Cependant, l'une des difficultés de la conservation d'une ressource génétique est le manque de caractérisation et de connaissance des meilleurs systèmes de production pour l'élever. La caractérisation phénotypique est par conséquent une étape importante dans le programme de conservation et d'identification de la race (Mwacharo et *al.*, 2006; Dossa et *al.*, 2007).

Selon Baccini (2010), la statistique descriptive multidimensionnelle (Analyse en Composantes Principales, Analyse Factorielle des Correspondances, Analyse des Correspondances Multiples) fait référence à toutes les méthodes statistiques qui analysent simultanément plusieurs mesures chez un même individu et qui sont interdépendantes. Elle a été largement utilisée dans les études sur la caractérisation des races et la diversité génétique car elle fournit une analyse descriptive des différences entre les populations, en considérant toutes les variables ensemble et en fournissant un aperçu des données (Cazar, 2003; Dossa et *al.*, 2007). Les résultats de l'Analyse en Composantes Principales ont un impact non seulement sur la gestion des animaux mais aident aussi dans la conservation et la sélection de traits multiples par les éleveurs (Yunusa et *al.*, 2013). De même, l'utilisation des indices morphologiques constitue une alternative plus facile pour déterminer le type et la fonction d'un animal (Mwacharo et *al.*, 2006).

C'est dans cet ordre d'idée que le présent travail a été réalisé et vise à caractériser morphologiquement la chèvre Arabia en utilisant l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et ceci dans le but de vérifier s'il existe des sous populations au sein de la même race.

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

### III.2.2. Matériel et Méthodes

Les résultats de Laouadi et *al.* (2018) ont montré que la chèvre de race Arabia était la plus dominante dans la région de Laghouat. Dans la première partie de l'étude 2, nous avons pu montrer que le dimorphisme sexuel existe et que l'âge de la maturité se situe entre deux ou trois ans. C'est sur cette base que la présente étude a été conduite sur 111 femelles de race Arabia âgées d'au moins trois ans afin de chercher s'il existe des sous populations et une diversité phénotypique au sein de la même race. Seules les variables quantitatives ont été considérées dans cette étude. Une matrice de corrélation a été préalablement réalisée afin d'éliminer les variables fortement corrélées, il s'agissait de la hauteur au dos, la largeur du bassin et la profondeur de la poitrine. Par conséquent, 14 variables ont été retenues pour l'analyse (Tableau 16)

Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel statistique R (version 3.3.1). L'Analyse en Composantes Principales (ACP) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été effectuées pour établir une typologie qui consiste à identifier les individus semblables entre eux. La différence entre les classes a été testée au moyen de l'ANOVA à un facteur.

Le test de Shapiro-Wilk a été préalablement réalisé afin de vérifier la normalité des données. Celles qui ne suivent pas une loi normale ont subi une transformation logarithmique. Il s'agit des données correspondant aux variables HS, LarT, LB, LO, Lpoils, Lqueue, LrI, LT et TC. Dans l'Analyse en Composantes Principales, les variables sont souvent normalisées. Ceci est particulièrement recommandé lorsque les variables sont mesurées dans différentes unités (par exemple : kilogrammes, kilomètres, centimètres, ...); sinon, le résultat de l'ACP obtenue sera biaisé.

Tableau 16 : Mesures quantitatives considérées pour l'Analyse en Composantes Principales

Variabes	Codes	Variabes	Codes
Longueur de tête	LT	Largeur de la tête	LarT
Longueur du corps	LC	Ecart entre les pointes de l'épaule	LrEp
Longueur du cou	Lcou	Largeur aux ischions	LrI
Longueur des oreilles	LO	Hauteur au garrot	HG
Longueur des poils	Lpoils	Hauteur au sacrum	HS
Longueur du bassin	LB	Tour de poitrine	TP
Longueur de la queue	Lqueue	Tour du canon	TC

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Dans un but de déterminer le type et la fonction de la race, pour chaque cluster obtenu, sept indices morphologiques ont été calculés (Tableau 17) à partir des mesures corporelles selon les travaux d'Alderson (1999) et Salako (2006).

Tableau 17 : Indices morphologiques calculés

Indices	Calcul	Signification
Indice céphalique (ICP)	LrT/LT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dolichocéphale: animal avec une tête plus longue que large</li> <li>• Brachycéphale: animal avec une tête plus large que longue</li> </ul>
Indice corporel (IC)	LC/TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IC &gt;0,90: animal longiligne</li> <li>• IC entre 0,85 et 0,89: animal médioligne</li> <li>• IC &lt;0,85: animal bréviligne</li> </ul>
Indice de longueur corporel (ILC)	LC/HG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,90 &gt; ILC &lt; 1,10: forme du corps carrée</li> <li>• ILC &gt; 1,10: forme du corps oblongue</li> </ul>
Indice de développement thoracique (DT)	TP/HG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DT &gt; 1,2: l'animal a un développement thoracique important</li> </ul>
Ratio corporel (RC)	HG/HS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RC &gt; 1,05: animal descend vers la croupe</li> <li>• 0,95 &gt; RC &lt; 1,05: ligne du dos droite</li> <li>• RC &lt; 0,95: animal descend à partir du garrot</li> </ul>
Indice de l'épaisseur du canon (IEC)	(TC/HG)*100	/
Indice du dactyle thoracique (IDT)	(TC/TP)*100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il ne doit pas dépasser 10,5 chez les animaux légers</li> <li>• IDT &gt; 10,8 chez les animaux intermédiaires</li> <li>• IDT &gt; 11,00 chez les animaux légèrement à viande</li> <li>• IDT &gt; 11,5 chez les animaux à viande lourd</li> </ul>

### III.2.3 Résultats

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée sur 14 variables quantitatives. Selon le critère de Kaiser, on ne retient que les axes dont l'inertie est supérieure à l'inertie moyenne, qui est égale à 1; par conséquent, on retiendra trois axes. Cependant, dans la pratique on ne retient en fait que les axes que l'on sait interpréter i.e. les deux premiers axes.

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Le pourcentage cumulatif de la variance fourni par les trois premiers axes était 60,50% (31,02% pour l'axe 1, 20,04% pour l'axe 2 et 9,44% pour l'axe 3). Les variables qui contribuent le plus à l'axe 1 sont : LrEp, TP, HS, LarT, Lqueue, LrI, LT et TC. Les variables qui contribuent le plus à l'axe 2 sont : LC, Lcou, HG, TP, LB, LO et LrI. Les variables qui contribuent le plus à l'axe 3 sont : LrEp, HG, HS, LO, Lpoils et LT (Tableau 18 et Figure 39).

Tableau 18 : Contributions et Corrélations des variables dans les trois premières dimensions

Variables	Dim1		Dim2		Dim3	
	Contri	Cor	Contri	Cor	Contri	Corr
LC	4,21	0,43	<b>15,30</b>	<b>0,65</b>	1,12	/
Lcou	0,10	/	<b>19,58</b>	<b>0,74</b>	0,36	/
LrEp	<b>10,00</b>	<b>0,66</b>	0,66	/	<b>14,64</b>	<b>0,44</b>
HG	3,47	0,39	<b>11,11</b>	<b>0,56</b>	<b>26,12</b>	<b>-0,59</b>
TP	<b>9,18</b>	<b>0,63</b>	<b>9,00</b>	<b>0,50</b>	5,38	-0,27
HS	<b>12,98</b>	<b>0,75</b>	0,62	/	<b>9,48</b>	<b>-0,35</b>
LarT	<b>13,18</b>	<b>0,76</b>	1,35	-0,19	0,27	/
LB	0,02	/	<b>10,03</b>	<b>0,53</b>	0,08	/
LO	2,21	0,31	<b>7,86</b>	<b>0,47</b>	<b>13,61</b>	<b>0,42</b>
Lpoils	0,22	/	8,09	0,48	<b>12,70</b>	<b>0,41</b>
Lqueue	<b>9,04</b>	<b>0,63</b>	4,88	-0,37	0,00	/
LrI	<b>9,63</b>	<b>0,65</b>	<b>9,36</b>	<b>-0,51</b>	0,22	/
LT	<b>11,25</b>	<b>0,70</b>	0,23	/	<b>13,39</b>	<b>0,42</b>
TC	<b>14,49</b>	<b>0,79</b>	1,91	-0,23	2,61	/
Moyenne	7,14	/	7,14	/	7,14	/

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

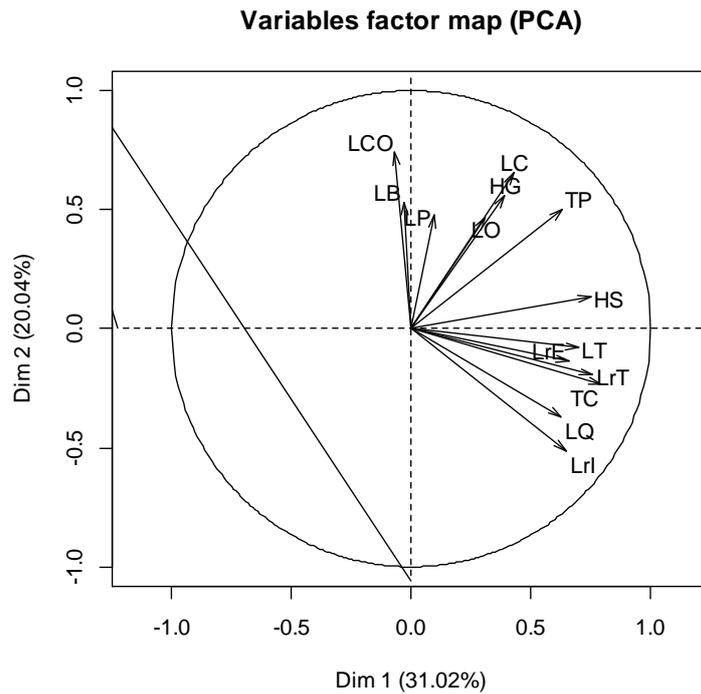


Figure 39 : Distribution des variables sur les axes 1 et 2 (Voir tableau 16 pour signification des codes)

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de classer notre population de chèvre Arabia en trois sous populations (Figure 40).

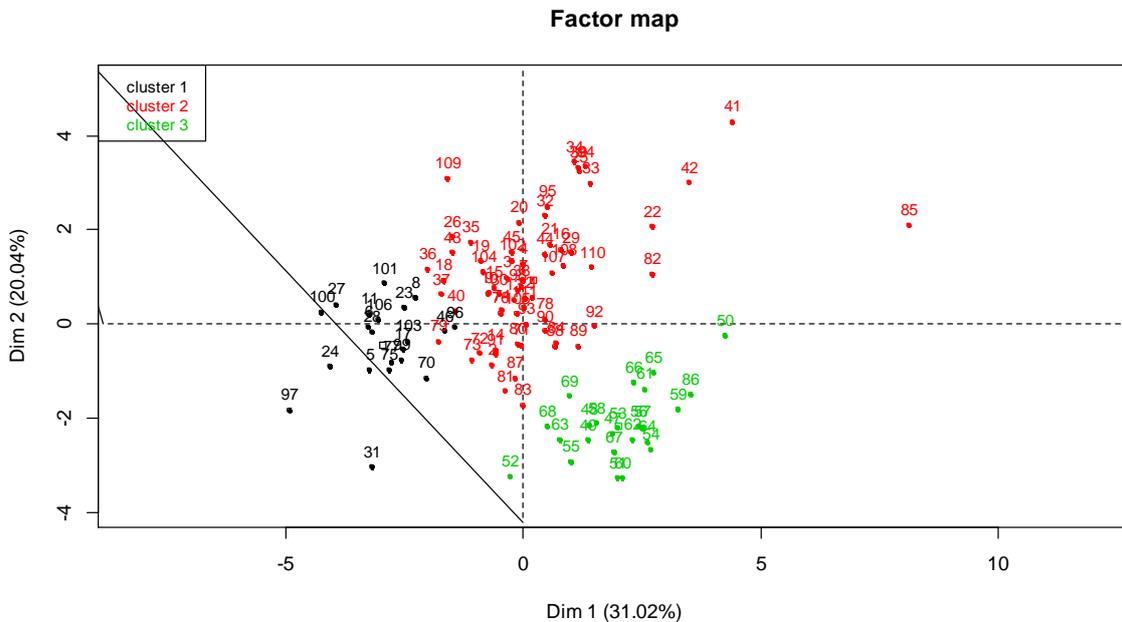


Figure 40 : Projection des groupes d'animaux obtenus selon les deux premières dimensions

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

Les valeurs moyennes ainsi que la différence entre les individus de chaque cluster sont représentées dans le tableau 19.

Tableau 19 : Caractéristiques des individus selon les trois classes

Variables	Cluster 1 N=30	Cluster 2 N=56	Cluster 3 N=25	ANOVA 1 Facteur
LC	69,30±5,02 <sup>a</sup>	76,82±5,81 <sup>b</sup>	71,68±5,44 <sup>a</sup>	***
Lcou	32,07±4,00 <sup>b</sup>	33,26±4,32 <sup>b</sup>	27,84±2,59 <sup>a</sup>	***
LarEp	12,97±1,40 <sup>a</sup>	14,61±2,26 <sup>b</sup>	18,40±1,98 <sup>c</sup>	***
HG	69,55±3,33 <sup>a</sup>	74,43±3,37 <sup>b</sup>	70,16±4,04 <sup>a</sup>	***
TP	75,05±3,26 <sup>a</sup>	82,64±4,85 <sup>c</sup>	79,04±6,30 <sup>b</sup>	***
HS	66,82±2,37 <sup>a</sup>	72,76±3,53 <sup>b</sup>	73,36±4,18 <sup>b</sup>	***
LarT	11,53±1,14 <sup>a</sup>	12,91±1,08 <sup>b</sup>	14,56±1,56 <sup>c</sup>	***
LB	22,90±9,04 <sup>b</sup>	22,94±1,80 <sup>b</sup>	18,56±3,94 <sup>a</sup>	**
LO	19,22±2,76 <sup>a</sup>	21,28±3,89 <sup>b</sup>	20,00±3,39 <sup>ab</sup>	*
Lpoils	10,43±2,57	10,19±2,26	9,76±2,38	ns
LQueue	11,07±2,68 <sup>a</sup>	12,71±2,39 <sup>b</sup>	16,68±1,97 <sup>c</sup>	***
LrI	5,18±1,25 <sup>a</sup>	6,88±1,40 <sup>b</sup>	9,96±1,95 <sup>c</sup>	***
LT	20,70±1,49 <sup>a</sup>	22,13±1,70 <sup>b</sup>	24,68±2,03 <sup>c</sup>	***
TC	7,07±0,61 <sup>a</sup>	8,16±0,74 <sup>b</sup>	9,32±0,94 <sup>c</sup>	***

**Cluster 1** (n=30; 27,03% du total) : les chèvres de ce groupe semblent être les plus petites, les valeurs des mesures de largeur (LrEp, LarT et LrI), de tour (TC et TP) et de certains os courts (LT et LQueue) diffèrent significativement par rapport aux deux autres groupes.

**Cluster 2** (n=56; 50,45% du total) : les animaux de ce groupe constituent la majorité de la population étudiée. Ils se caractérisent par des valeurs correspondant à la longueur du corps, à la hauteur au garrot et au tour de poitrine les plus élevées ( $p < 0,05$ ).

**Cluster 3** (n=25; 22,52% du total) : les chèvres de ce groupe sont caractérisées par des mesures de largeur (LrEp, LarT et LrI) et de tour de canon les plus importantes par rapport aux autres groupes ( $p < 0,05$ ).

Après la réalisation de l'ACP et de la CHA, les individus appartenant à chaque cluster ont subi d'autres calculs d'indices morphologiques. Les résultats obtenus ainsi que la

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

différence entre chaque groupe apparaissent dans le tableau 20. Les indices RC, IDT et IEC ont montré une différence significative entre les 3 groupes surtout avec le groupe 3.

Tableau 20 : Indices morphologiques calculés pour les chèvres de chaque groupe  
(Moyenne  $\pm$  Ecart-type)

Indices	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	ANOVA 1 facteur
ICP	0,56 $\pm$ 0,06	0,59 $\pm$ 0,06	0,59 $\pm$ 0,08	ns
IC	0,92 $\pm$ 0,07	0,93 $\pm$ 0,07	0,91 $\pm$ 0,07	ns
ILC	1,00 $\pm$ 0,09	1,03 $\pm$ 0,09	1,02 $\pm$ 0,08	ns
DT	1,06 $\pm$ 0,04	1,08 $\pm$ 0,07	1,07 $\pm$ 0,07	ns
RC	1,04 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	1,02 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,96 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	***
IEC	10,17 $\pm$ 0,88 <sup>a</sup>	10,98 $\pm$ 1,32 <sup>b</sup>	13,29 $\pm$ 1,26 <sup>c</sup>	***
IDT	9,41 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>	9,90 $\pm$ 0,97 <sup>b</sup>	11,80 $\pm$ 1,02 <sup>c</sup>	***

**L'indice céphalique (ICP)** n'a montré aucune différence significative entre les trois groupes, les valeurs enregistrées étaient supérieures à 0,50.

**L'indice corporel (IC)**, les trois groupes ne montrent pas une différence significative et les valeurs enregistrées étaient supérieures à 0,90.

**L'indice de longueur corporel (ILC)** était compris entre 0,90 et 1,10 pour les trois clusters avec une différence non significative.

Pour **l'indice du développement thoracique (DT)**, les trois groupes n'enregistrent pas une différence significative avec des valeurs ne dépassant pas 1,2.

Pour **le ratio corporel (RC)**, la différence était significative avec le groupe 3, alors qu'entre les groupes 1 et 2, la différence était non significative. Les deux premiers groupes enregistrent des valeurs supérieures à 1 tandis que pour le groupe 3, l'indice était inférieur à 1, mais ils étaient tous compris entre 0,95 et 1,05.

**L'indice de l'épaisseur du canon (IEC)** était significativement le plus élevé dans le cluster 3 (13,29 $\pm$ 1,26) par rapport aux deux autres groupes.

Enfin, pour **l'indice du dactyle thoracique (IDT)**, la valeur la plus élevée était aussi enregistrée dans le 3<sup>ème</sup> groupe (11,80 $\pm$ 1,02). Pour le 1<sup>er</sup> groupe, l'indice était inférieur à 10,5 alors que pour le 2<sup>ème</sup> groupe il était compris entre 10,8 et 11 (10,98 $\pm$ 1,32).

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

### III.2.4. Discussion

L'évaluation du type de race par l'utilisation des mesures corporelles est plus objective que celle obtenue par l'examen visuel, bien que les deux soient inférieures à la notion de « fonction » comme critère de sélection des reproducteurs (Salako, 2006). Les corrélations phénotypiques élevées entre le poids corporel et d'autres mesures linéaires du corps indiquent que la sélection des animaux par l'utilisation des mesures corporelles est plus favorable que celle utilisant le poids vif (Khargharia et al., 2015).

L'analyse multi-variée menée dans cette étude par l'ACP et la CHA a permis de mettre en évidence l'hétérogénéité de la population caprine locale Arabia et indique la présence de types génétiques variés. En effet, il est très difficile voire inexact de parler de « caprin de race locale » en tant que groupe supposé homogène, formant une entité génétique relativement isolée. Les trois groupes obtenus diffèrent significativement du point de vue statistique ( $p < 0,05$ ), les chèvres du 1<sup>er</sup> groupe ont la taille la plus petite. Cette différence pourrait être attribuée à plusieurs facteurs liés à l'environnement ou aux pratiques d'élevage. Il nous paraît important de signaler qu'en analysant le milieu naturel où sont élevés ces animaux, que ceux du 3<sup>ème</sup> groupe appartiennent à la zone de l'Atlas Saharien où le massif forestier est dominant avec des altitudes allant de 1000 à 1700 mètres, alors que pour les deux premiers groupes les chèvres sont élevées dans la zone des hauts plateaux et les plateaux sahariens où les étendues steppiques sont les plus dominantes, avec des altitudes allant de 700 à 1000 mètres. Cette différence du milieu naturel pourrait influencer les caractéristiques et la fonction des animaux.

Les performances d'un animal surtout celles en relation avec la production viandeuse peuvent être évaluées par certaines mesures corporelles telles que la largeur des épaules, du bassin et la profondeur de la poitrine car elles sont moins associées à la croissance osseuse (Salako, 2006). La mesure LrEp utilisée dans la présente étude nous montre que le 3<sup>ème</sup> groupe est le plus réputé pour la production de la viande, vient ensuite le 2<sup>ème</sup> groupe et enfin le 1<sup>er</sup> groupe.

En ce qui concerne la longueur des poils, nous avons constaté que l'analyse statistique n'a révélée aucune différence significative ce qui prouve que la race Arabia est caractérisée par des poils longs quel que soit sa localisation et le milieu dans lequel elle est élevée.

Concernant les indices morphologiques calculés :

**L'indice céphalique (ICP)** a permis de classer la chèvre Arabia comme étant Dolichocéphale, c'est-à-dire la tête est plus longue que large.

### CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

L'**indice corporel (IC)** a permis de caractériser la chèvre Arabia comme longiligne ( $IC > 0,90$ ).

L'**indice de longueur corporel (ILC)** était compris entre 0,90 et 1,10 pour les trois clusters, ce qui classe la chèvre Arabia dans la catégorie des animaux avec un corps carré. Autrement dit, les deux mesures (HG et LC) sont très proches.

Pour l'**indice du développement thoracique (DT)**, les trois groupes ne montrent pas un développement important ( $DT < 1,2$ ). Le développement thoracique est un bon indicateur de la condition physique d'un animal et de son système respiratoire, il donne l'indication de la finesse squelettique; il est plus important chez les animaux à viande que chez les animaux laitiers (Khargharia et al., 2015). Vu que la chèvre Arabia est utilisée surtout pour la production de viande, la différence était non significative entre les trois groupes.

Pour le **ratio corporel (RC)**, malgré que la différence soit significative entre les deux premiers groupes et le 3<sup>ème</sup> groupe, les trois sont classés dans la catégorie des animaux avec une ligne du dos droite ( $0,95 > RC < 1,05$ ). Cependant, pour le 3<sup>ème</sup> groupe le RC était inférieur à 1 ce qui fait que les animaux de ce groupe présentent une hauteur au sacrum légèrement supérieure à la hauteur au garrot.

L'**indice de l'épaisseur du canon (IEC)** était plus élevé dans le 3<sup>ème</sup> cluster, ensuite le 2<sup>ème</sup> groupe et enfin le 1<sup>er</sup> groupe. Ce critère permet de détecter la robustesse de l'animal, les animaux du 3<sup>ème</sup> groupe montrent des jambes plus fortes que les autres groupes, cela pourrait être due au milieu naturel plus difficile dans lequel ils sont élevés (massif forestier). Concernant la différence entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> groupe, elle pourrait être attribuée au système d'élevage, en effet, 73% des animaux du 2<sup>ème</sup> groupe sont élevés dans le système pastoral, ce qui nécessite des jambes et des caractéristiques du corps plus fortes car ils pâturent dans un milieu plus difficile que le 1<sup>er</sup> groupe où 50% sont élevés dans un système agro-pastoral.

Enfin, pour l'**indice du dactyle thoracique (IDT)**, les valeurs enregistrées nous permettent de classer le 1<sup>er</sup> groupe dans la catégorie des animaux légers ( $IDT < 10,5$ ), le 2<sup>ème</sup> groupe dans les animaux intermédiaires ( $IDT > 10,8$ ) tandis que pour le 3<sup>ème</sup> groupe ( $IDT > 11,5$ ) les animaux sont à vocation viandeuse par excellence. L'enquête menée dans l'étude 1 a montré que la race Arabia est utilisée exclusivement pour la viande. Cet objectif pourrait être une des raisons de l'introduction des races exotiques (qui se caractérisent par une croissance plus rapide) et le croisement avec la chèvre Arabia et ce afin d'améliorer

## CHAPITRE III (ETUDE 2) : CARACTÉRISATION DES CAPRINS DE RACES LOCALES DANS LA RÉGION DE LAGHOUAT

son potentiel de production et bénéficier du phénomène de complémentarité entre les deux races.

### III.2.5. Conclusions

A l'issue des résultats de la 2<sup>ème</sup> partie de l'étude 2, nous pouvons confirmer l'existence de sous populations au sein de la même race. En effet, on ne peut pas parler d'homogénéité de la race Arabia. La différence entre les trois sous populations trouvées pourrait être attribuée au milieu et au système d'élevage dans lesquels elles sont élevées, comme elle pourrait être due aux croisements avec les races exotiques (certains individus de la race Arabia étudiées seraient des croisés et non pures).

A travers les indices morphologiques, il nous paraît que le 3<sup>ème</sup> groupe présente des caractéristiques demandées et importantes pour la production viandeuse, cependant, sur le terrain la totalité de la race est utilisée pour la production de viande.

**CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION  
PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE  
ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT :  
EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

### IV.1. Introduction

Afin de combler le déficit en protéines d'origine animale en Algérie, les populations à faibles revenus recourent généralement à la consommation de lait parce que, d'une part, le lait sur la base de son contenu nutritionnel est considéré comme étant l'un des aliments le plus complet et le mieux équilibré et peut suppléer à d'autres produits coûteux tels que la viande. D'autre part, il est subventionné par l'État (Amellal, 1995). Sa consommation n'a pas cessé d'augmenter, elle est passée de 35 litres/an/habitant en 1967 à plus de 147 litres en 2012 ce qui classe l'Algérie au 1<sup>er</sup> rang parmi les pays du Maghreb (Makhlouf et *al.*, 2015). A cet égard, la filière lait doit avoir une intention particulière dans les programmes de développement choisis par l'Etat.

La politique adoptée en Algérie réside dans le développement du secteur de l'élevage bovin, par l'importation de génisses à haut potentiel de production, malheureusement, cette politique n'a pas abouti à des résultats satisfaisants qui assurent la sécurité alimentaire en lait et les importations absorbent annuellement un budget croissant (18,63% de la facture alimentaire totale en 2014, soit l'équivalent de 2,05 milliards de dollars). La subvention de l'état dans le secteur de l'élevage bovin, malgré encourageante n'a pas réussi, car 99% des exploitations laitières sont de type familial et traditionnel, l'insuffisance des ressources fourragères ainsi que les conditions hydro-pédo-climatiques et la concurrence entre le marché de viande et de lait (Makhlouf et Montaigne, 2017). Ces constats soulignent l'intérêt de l'exploitation d'autres espèces animales concurrentielles à la vache.

Dans les pays en voie de développement, le lait de chèvre constitue pour beaucoup de familles rurales le seul moyen de compléter la ration minimale par un apport régulier en matières grasses, en protéines et en hydrates de carbone (Robinet, 1967), et ainsi de réduire la malnutrition. Il s'agit de lait d'un grand intérêt nutritionnel et diététique (Freund, 1996), ses fortes teneurs en vitamines justifient qu'il soit préconisé pour lutter contre la malnutrition chez l'enfant (Belewu et Adewole, 2009). Il contient rarement des bacilles tuberculeux mais il est riche en globules gras de petite taille ce qui en facilite la digestion (Gefu et *al.*, 1994; Egwu et *al.*, 1995). Il est par ailleurs hypoallergénique et a une forte teneur en caséine de haute valeur nutritive (Belewu et Adewole, 2009). C'est pour cette raison qu'on le conseille aux personnes allergiques au lait de vache (Haenlein, 2004). Selon Park (1994), 40 à 100 % des personnes allergiques au lait de vache ne le sont pas au lait de chèvre. Le lait de chèvre peut être consommé à l'état frais, caillé ou après

## **CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

transformation en d'autres types d'aliments tels que le beurre, les fromages traditionnels, la crème glacée et le yaourt (Robinet, 1967; Missohou et *al.*, 2000; Ataşo lu et *al.*, 2009).

En Algérie, il est connu depuis longtemps que le lait de chèvre fait partie intégrante du mode de vie des familles d'éleveurs ruraux, et que sa valorisation reste très restreinte à l'échelle commerciale et industrielle (Boumendjel et *al.*, 2017). Dans la région d'étude (Laghouat), l'utilisation du lait de chèvre et des produits à base du lait de chèvre dans le cadre commercial n'est pas très répandue (Laouadi et *al.*, 2018). Parmi les facteurs influençant le développement d'une chaîne de production laitière caprine locale, le facteur alimentaire occupe un volet prépondérant. Les parcours naturels constituent la principale source d'alimentation des caprins dans cette région. La question qui se pose dans cette optique est la suivante : est-ce que ce système alimentaire, basé sur l'offre fourragère gratuite des parcours naturels assure une production laitière satisfaisante tant au niveau quantitatif qu'au niveau qualitatif?

Pour répondre à cette question, la présente étude a été mise en œuvre avec deux objectifs, le premier étant l'identification des plantes steppiques communément consommées par les chèvres dans la zone d'étude, ainsi que leurs valeurs alimentaires afin de répertorier les espèces les plus performantes; et le deuxième objectif était de vérifier si cette ration alimentaire est suffisante pour couvrir les besoins d'un lait de qualité physico-chimique satisfaisante chez la chèvre Arabia qui est la plus dominante à Laghouat (Laouadi et *al.*, 2018).

### **IV.2. Matériel et Méthodes**

#### **IV.2.1. Présentation de la région d'étude**

L'étude s'est déroulée dans une ferme privée appartenant à la commune de Tadjmout daïra d'Ain Madhi, située à 48 km au Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat. Le système d'élevage adopté par cette ferme est un système extensif sédentaire, mixte (Agriculture-Elevage).

#### **IV.2.2. Matériel végétal**

Trois types d'aliments ont été prélevés afin de réaliser les analyses fourragères, un fourrage cultivé : la luzerne en vert, 14 plantes naturelles herbacées des parcours steppiques pâturés par les chèvres et deux aliments complémentaires distribués à la bergerie : l'orge en grain et le son de blé.

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

### IV.2.3. Matériel animal

Cette étude a porté sur le lait de neuf chèvres adultes (âge  $\geq$  2ans), multipares, de race Arabia, cette race est la plus répandue dans la région d'étude (Laouadi et *al.*, 2018) (Figure 41).



Figure 41: Une chèvre de race Arabia au début de lactation (Photo personnelle, 2016)

### IV.2.4. Méthodes

#### IV.2.4.1. Analyses fourragères

La première étape lors de l'analyse d'un fourrage est le prélèvement des échantillons. Ces derniers sont prélevés de manière à être les plus représentatifs possible d'où prélèvements dans plusieurs endroits des parcours pâturés par les animaux. Les aliments distribués par les éleveurs ont été également prélevés. Ces échantillons ont été stockés dans un sac hermétiquement fermé. Une fois arrivés au laboratoire, ils ont été séchés à l'étuve, broyés puis conservés dans des récipients fermés en vue d'analyses.

Afin d'évaluer la composition chimique de ces aliments, des analyses fourragères ont été réalisées conformément aux normes françaises AFNOR (1985) au sein du laboratoire d'alimentation de l'université Amar Telidji de Laghouat pour l'analyse de la matière sèche (MS), la matière minérale (MM) et la matière organique (MO). Les analyses de la cellulose brute (CB) se sont déroulées au laboratoire de l'ITELV de Baba Ali-Alger, enfin et pour la MAT les analyses ont été réalisées au laboratoire d'alimentation de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.

## **CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

### ***IV.2.4.2. Calcul et prévision de la valeur alimentaire***

La connaissance de la valeur alimentaire des fourrages, est une donnée technique et économique de premier plan pour rentabiliser un élevage moderne. Pour être en mesure de la calculer, il est nécessaire de connaître deux paramètres : la digestibilité de ses composants et l'ingestion. En pratique, ce travail est difficilement envisageable dans une démarche de routine. La solution fréquemment adoptée par les chercheurs consiste à prédire par des modèles mathématiques reliant ces deux paramètres mesurés *in vivo* à des caractéristiques botaniques ou chimiques des fourrages, plus faciles à observer ou à mesurer (Andrieu et Weiss, 1981). Pour chaque aliment analysé, la valeur UFL a été calculée à partir des équations établies par INRA (2018). Les détails de ces équations sont montrés dans l'annexe N°4. Cette valeur énergétique (UFL) est déterminée à partir du calcul séquentiel de l'énergie brute (EB), de l'énergie digestible (ED), de l'énergie métabolisable (EM) et enfin de l'énergie nette pour la lactation (ENL). La valeur azotée (PDI) n'est pas calculée par manque de données nécessaires pour la réalisation de tous les calculs.

### ***IV.2.4.3. Analyses physico-chimiques du lait***

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur le lait de toutes les chèvres de l'étude, il a été collecté tous les 15 jours à partir du 2<sup>ème</sup> jour de la mise-bas jusqu'au 90<sup>ème</sup> jour de lactation, pendant la période allant de décembre 2015 à avril 2016. Les flacons stériles contenant le lait collecté ont été conservé au frais à -20°C jusqu'au jour des analyses. Les dosages ont été réalisés au niveau du laboratoire central de l'ITELV de Baba Ali à l'aide d'un appareil EKOMILK (Figure 42). Les analyses réalisées étaient l'extrait sec total (EST), l'extrait sec dégraissé (ESD), la densité (D), le taux butyreux (TB), le taux protéique (TP) et le point de congélation (PC). Toutes les analyses chimiques sont réalisées en double pour chaque échantillon et la moyenne a été prise.

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE



Figure 42 : EKOMILK utilisé pour l'analyse physico-chimique du lait (Photo personnelle, ITELV 2016)

### IV.2.5. Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été groupés dans un fichier Excel (2007), et puis une analyse descriptive (moyenne, écart type, minimum, maximum et coefficient de variation) a été réalisée. Le test de corrélation de Pearson a été effectué à l'aide du logiciel R (version 3.1.1) afin de comparer les résultats d'analyse physico-chimique du lait ainsi que la corrélation entre la valeur énergétique (UFL) et certains composants chimiques (MAT et CB).

### IV.3. Résultats et Discussions

#### IV.3.1. Identification des espèces prélevées dans les parcours steppiques

L'identification des plantes prélevées dans les parcours steppiques a été très difficile vu le stade de végétation précoce de ces espèces au moment du prélèvement (stade végétatif). Sur les 14 plantes steppiques récoltées, nous avons recensé neuf familles botaniques, ce résultat montre une grande diversité floristique dans la région d'étude (Tableau 21).

**CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

Tableau 21 : Les plantes prélevées dans les parcours steppiques de la région d'étude

N° de la plante	Famille botanique	Espèce (Nom scientifique)	Nom Vernaculaire	Photo de la plante
1	<i>Non identifiée</i>	<i>Non identifiée</i>	Non identifié	
2	<i>Rubiaceae</i>	<i>Rubia peregrina</i>	الفوة	
3	<i>Asteraceae</i>	<i>Launea sp.</i>	العشبة الصفراء او الحرشاية	
4	<i>Malvaceae</i>	<i>Malva sylevestris</i>	الخبيز	
5	<i>Chenopodiaceae</i>		السلق	
6	<i>Apiaceae</i>	<i>Foeniculum vulgrae Mill</i>	الشمر البري	

**CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

7	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)	القرمير	
8	<i>Non identifiée</i>	<i>Non identifiée</i>	لسان الفرد	
9	<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus armatus</i>	Guendele	
10	<i>Poaceae</i>	<i>Lygeum spartum</i> (le sparte)	السناغ	
11	<i>Brassicaceae</i>	<i>Moricandia arvensis</i>	البجيق او لكرمب	
12	<i>Brassicaceae</i>	<i>Non identifiée</i>	الشوحية	

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

13	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Arthrophytum scoparium</i>	الرمث	
14	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Anabasis articulata</i>	البافل	

### IV.3.2. Composition chimique et valeur alimentaire de la ration

Les résultats des analyses chimiques (MS, MM, MO, CB et MAT) ainsi que les résultats de la valeur énergétique exprimée en unité fourragère lait (UFL) de tous les échantillons étudiés apparaissent dans le tableau 22. Les échantillons de 1 à 14 sont identifiés dans le tableau 21 alors que les échantillons 15, 16 et 17 correspondent respectivement à la luzerne en vert, l'orge en grain et le son de blé.

**CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

Tableau 22 : Composition chimique et valeur énergétique des aliments étudiés (MS en % ; MM, MO, MAT et CB en g/kg de MS)

Échantillons	MS	MM	MO	MAT	CB	UFL/kg de MS
1	12,21	155	845	243,1	159,8	1,23
2	14,57	115	885	155,2	169,2	1,14
3	14,48	125	875	303,9	88,5	1,43
4	20,32	125	875	233,9	113,1	1,32
5	11,77	120	880	187,8	105,8	1,29
6	15,87	105	895	210,2	94,8	1,34
7	46,75	60	940	51,5	383,6	0,70
8	15,85	100	900	76,8	98,2	1,21
9	60,58	50	950	72,9	433	0,65
10	49,03	70	930	47,9	421,1	0,64
11	33,35	95	905	111	313,9	0,86
12	36,21	105	895	158,9	163,3	1,16
13	45,43	75	925	173,3	220,2	1,07
14	46,77	150	850	104	226,1	1,00
15	23,99	75	925	241,4	146,4	1,15
16	88,64	30	970	112,6	52,7	1,03
17	86,18	50	950	164,6	83,4	1,05
Moyenne ± écart-type	36,59±24,57	94,41±35,88	905,59±35,88	155,82±74,81	192,54±123,08	1,07±0,24
Max-Min	11,77-88,64	30-155	845-970	47,9-303,9	52,7-433	0,64-1,43
CV (%)	67,16	38,00	3,96	48,01	63,92	22,39
Corrélation de Pearson CB-UFL	-0,88 ( $P < 0,001$ )					
Corrélation de Pearson MAT-UFL	0,83 ( $P < 0,001$ )					

Il apparait à travers les résultats du tableau 22 une grande dispersion des composants chimiques. Le coefficient de variation était le plus élevé pour la MS et la CB ce qui montre

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

une grande variation des valeurs entre les échantillons, suivi par la MAT et la MM et enfin la MO qui présente un taux de variation faible (3,96%). Les compléments distribués à l'étable avaient des valeurs élevées en MS (88,64 et 86,18% respectivement pour l'orge et le son de blé). Pour le reste des échantillons, c'est la famille de *Poaceae* (échantillons 7 et 10), de *Fabaceae* (échantillon 9) et d'*Amaranthaceae* (échantillons 13 et 14) qui ont enregistrées les valeurs de MS les plus élevées. La MO était très élevé dans les aliments complémentaires mais aussi dans les échantillons 7, 9, 10 et 13 (entre 925 et 970 g/kg de MS). Les taux de MM (30-155 g/kg de MS) varient avec le type de sol, le climat et le stade de la maturité (Fahey, 1994).

Concernant la MAT, la valeur moyenne enregistrée était bonne ( $155,82 \pm 74,81$  g/kg de MS). En se basant sur le niveau minimal de MAT requis pour un bon fonctionnement du rumen (70-80 g/kg de MS) afin d'assurer une activité métabolique maximale et une alimentation convenable des ruminants (Voutquenne et *al.*, 2002), nous pouvons distinguer deux groupes au sein de la ration étudiée :

Le **1<sup>er</sup> groupe** (composé de 13 aliments) est caractérisé par une teneur élevée en MAT (104 à 303,9 g/kg de MS), il s'agit des échantillons 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 17;

Le **2<sup>ème</sup> groupe** (composé de 4 aliments) est caractérisé par des teneurs faibles en MAT (<80 g/kg de MS), il est représenté par les échantillons 7, 8, 9 et 10.

L'utilisation des espèces du 1<sup>er</sup> groupe (13 aliments dont 10 sont steppiques) serait indiquée comme supplément protéique aux fourrages de mauvaise qualité. Cependant, l'utilisation des espèces du 2<sup>ème</sup> groupe comme fourrage, exigerait une supplémentation azotée pour améliorer leur ingestion par les chèvres et fournir un maximum d'azote alimentaire nécessaire au fonctionnement du microbiote ruminal.

Les résultats de cette étude montrent que les valeurs de CB les plus élevées sont enregistrés dans les plantes 7, 9, 10 et 11 (Tableau 22), signifiant probablement une mauvaise digestibilité, en effet, la digestibilité d'un fourrage est d'autant plus faible que son taux en CB est plus élevé (INRA, 1984; Soltner, 1986 et 1994). Le contenu en CB d'un fourrage joue un rôle important dans la sélection qui est faite par l'animal. Les fourrages qui contiennent une grande quantité de fibres sont habituellement mieux acceptés par les bovins que les ovins et les caprins, mais cela dépend également des proportions des différents composants des fibres végétales: cellulose, hémicellulose, ADF et NDF ainsi que d'autres critères tel que les qualités organoleptiques du fourrage (Le Houérou, 1980).

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

Concernant la valeur énergétique calculée et exprimée en UFL/kg de MS, les résultats obtenus ne présentent pas une grande variabilité entre les aliments (CV = 22,39%), et varient de 0,64 à 1,43 UFL/kg de MS (Tableau 22). Cependant, en analysant chaque aliment seul, nous avons divisé ces espèces en deux groupes; un **1<sup>er</sup> groupe** composé de 13 aliments et représenté par les échantillons 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16 et 17, qui sont les plus riches en énergie (>1 UFL/kg de MS) et un **2<sup>ème</sup> groupe** composé de 4 aliments et constitué par les échantillons 7, 9, 10 et 11, leurs valeurs énergétiques étaient plus faibles (de 0,64 à 0,86 UFL/kg de MS).

Il ressort également que les échantillons les plus riches en énergie, correspondent à ceux qui étaient riches en MAT; corrélation positive (0,83) et significative ( $p < 0,001$ ) entre MAT et UFL, cependant ils sont pauvres en CB; corrélation négative (-0,88) et significative ( $p < 0,001$ ) entre CB et UFL et par-là, plus digestibles (Tableau 22). Ces résultats confirment les travaux d'Andrieu et Weiss (1981); Koné (1987); Richard (1987) et Chehma et *al.*, (2003), qui ont noté que la valeur énergétique des plantes est corrélée positivement à leur teneur en matières azotées et négativement à leur teneur en cellulose brute et en parois.

### VI.3.3. Production laitière permise par la ration

Notons qu'il est difficile de connaître avec exactitude la quantité d'aliments consommée sur les parcours steppiques (Morand-Fehr et Sauvart, 1988; Morand-Fehr, 2005). Les quantités totales ingérées varient entre 0,57 et 1,36 kg de MS/jour et elle est de 0,5 à 1,2 kg de MS/jour sur les parcours naturels composés de fourrages verts (Goby et *al.*, 1994). Par ailleurs, les dépenses énergétiques sur parcours sont significativement plus importantes qu'en confinement, en raison des déplacements importants que les animaux sont obligés de faire entre les parcours alimentaires (Lachica et Aguilera, 2003 et 2005), ce qui réduit d'autant plus les flux énergétiques vers la mamelle pour la production laitière.

Dans le but de vérifier est ce que la ration consommée par les chèvres de cette étude, renferme l'énergie suffisante pour la production laitière, nous avons réalisé des calculs selon la démarche suivante :

- Nous considérons que les chèvres consommeraient en moyenne 0,54kg de MS entre parcours steppiques et fourrage en vert (luzerne) avec une moyenne d'UFL de  $1,08 \pm 0,26$  UFL/kg de MS, l'énergie fournie serait donc égale à **0,58 UFL**.

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

- Les aliments complémentaires (orge en grain et son de blé) sont consommés à raison de 1kg/jour (selon les réponses des éleveurs questionnés) et ils fournissent une moyenne de 1,04 UFL/kg de MS, le total de l'énergie fournie par ce type d'aliment serait donc égale à **1,04 UFL**.
- Au total, l'énergie fournie par la ration alimentaire dans cette étude serait égale à **1,62UFL/jour (0,58 + 1,04 UFL)**.
- Après soustraction des besoins d'entretien donnés par INRA, 2018 ( $0,0406*PV^{0.75}$ , soit 0,61 UFL/jour pour une chèvre Arabia qui pèse en moyenne 37,50 kg selon Ouchène-Khelifi et *al.*, 2015) et des besoins de déplacement en horizontale (0,03 pour 1km selon Leborgne et *al.*, 2004, soit 0,21UFL pour 7km dans le cas de notre étude), les UFL qui restent pour la production laitière seraient de **0,80 UFL** ( $1,62-0,61-0,21$ ). Selon les tables de l'INRA (2018), cette valeur énergétique ne permet de produire que **2kg** de lait, ce qui est faible pour une chèvre en début de lactation.

La seule vraie mesure de la qualité d'un fourrage est la performance en production d'un animal, ce qui est digéré par l'animal est transformé en gain de poids ou en lait (Gentesse, 2010). Bien que les aliments du 1<sup>er</sup> groupe aient présenté une bonne valeur énergétique ainsi qu'une teneur élevée en MAT, suffisante pour un bon fonctionnement de la microflore du rumen, la ration ingérée (après la réalisation des calculs de rationnement) reste déficitaire en énergie et ne permet pas de couvrir entièrement les besoins de production de lait des chèvres en début de lactation.

### IV.3.4. Résultats des analyses physico-chimiques du lait

Le 2<sup>ème</sup> but de cette étude était de vérifier si ce déficit énergétique de la ration pourrait agir sur la composition et la qualité du lait produit par les chèvres.

Les résultats des analyses physico-chimiques ainsi que les principales corrélations retenues entre les paramètres analysés, apparaissent dans les tableaux 23 et 24 respectivement. Notons qu'à ce jour, il n'existe pas de normes et de valeurs limites reconnues d'une manière générale au niveau internationale pour définir la qualité du lait de chèvre. Seules des exigences concernant la qualité hygiénique sont définies (Maurer et *al.*, 2013). Cependant, selon INRA (2018), le lait de chèvre standard présente des teneurs de 35g, 31g et 45g respectivement pour les lipides, les protéines et le lactose.

**CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

Tableau 23 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait au cours des trois premiers mois de lactation (exprimés en %)

Paramètres		EST	ESD	D	PC	TB	TP
<b>Jours après mise-bas</b>							
<b>J12</b>	Moy ± écart-type	18,08±3,33	9,24±1,42	1,026±0,005	-0,556±0,06	8,81±2,41	3,55±0,54
	Max	23,80	11,8	1,037	-0,465	8,85	4,49
	Min	13,91	6,78	1,018	-0,666	5,94	2,62
<b>J15</b>	Moy ± écart-type	12,47±3,92	6,64±1,10	1,022±0,009	-0,442±0,07	5,82±3,38	2,56±0,41
	Max	19,05	8,28	1,045	-0,270	11,6	3,12
	Min	7,25	4,38	1,012	-0,543	2,87	1,71
<b>J30</b>	Moy ± écart-type	8,96±1,52	5,89±1,20	1,018±0,004	-0,300±0,27	3,07±0,97	2,25±0,43
	Max	11,42	7,75	1,025	-0,230	4,52	2,93
	Min	5,97	3,73	1,011	-0,511	1,92	1,47
<b>J45</b>	Moy ± écart-type	10,28±1,59	6,61±0,70	1,020±0,002	-0,434±0,05	3,70±0,97	2,50±0,26
	Max	12,58	7,55	1,023	-0,323	5,03	2,88
	Min	7,09	5,12	1,016	-0,501	1,97	1,96
<b>J60</b>	Moy ± écart-type	10,93±2,84	6,53±1,01	1,020±0,003	-0,431±0,06	4,41±2,02	2,50±0,38
	Max	16,7	7,94	1,024	-0,352	8,33	3,03
	Min	8,06	5,23	1,015	-0,521	1,99	2,02
<b>J75</b>	Moy ± écart-type	10,22±1,84	6,38±1,04	1,020±0,003	-0,422±0,07	3,64±1,02	2,43±0,38
	Max	13,82	7,90	1,024	-0,292	5,92	3,01
	Min	7,43	4,44	1,013	-0,520	2,79	1,73
<b>J90</b>	Moy ± écart-type	11,09±1,87	7,21±0,46	1,023±0,001	-0,475±0,03	3,89±1,64	2,74±0,17
	Max	15,04	7,75	1,025	-0,435	7,39	2,94
	Min	9,29	6,52	1,020	-0,506	2,30	2,49
<b>J2-J90</b>	Moyenne ± écart-type de 90 jours de lactation	11,72±3,00	6,93±1,09	1,021±0,003	-0,437±0,08	4,76±1,98	2,65±0,42

**CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

Tableau 24: Quelques corrélations entre les paramètres analysés

Corrélations	Jours de lactations							Moyenne de 90 jours de lactation (J2-J90)
	J2	J15	J30	J45	J60	J75	J90	
<b>EST-TB</b>	0,92 <sup>***</sup>	0,96 <sup>***</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>***</sup>	0,96 <sup>***</sup>	0,96 <sup>***</sup>	0,98 <sup>***</sup>	0,99 <sup>***</sup>
<b>EST-TP</b>	0,79 <sup>**</sup>	0,66 <sup>*</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>***</sup>	0,90 <sup>**</sup>	0,94 <sup>***</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>***</sup>
<b>ESD-D</b>	0,95 <sup>***</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>***</sup>	0,94 <sup>***</sup>	0,92 <sup>***</sup>	0,98 <sup>***</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>***</sup>

**IV.4.1. Extrait sec total (EST)**

L'EST est proportionnel à la quantité de matière grasse et de matière protéique que le lait contient. Une corrélation positive et significative est observée entre EST-TB et EST-TP (Tableau 24). De ce fait, l'augmentation ou la diminution de ce taux serait plus expliqué par le TB et le TP.

Après la mise-bas, l'EST était très élevé (18,08±3,33), puis rechute à J15, atteint un minimum au 1<sup>er</sup> mois, il augmente légèrement à partir de J45 où il reste stable jusqu'à J75 et commence à augmenter de nouveau à partir de J90 (Tableau 23). A l'exception de la valeur à J2, les résultats de l'EST (à différents stades de lactation ainsi que la moyenne) étaient inférieurs à ceux obtenus par d'autres auteurs (13 et 14% pour respectivement Amiot et *al.*, 2002 et Rollan, 2008). Cependant, ils étaient comparables à celles trouvées par Moualek (2010) à Tizi Ouzou (10,93%).

**IV.4.2. Densité (D)**

Les résultats de la densité (en moyenne et à différents stades de lactation) étaient faibles en comparaison à ceux trouvés par d'autres auteurs. Les valeurs trouvées étaient de 1,030 dans l'étude d'Amroun et Zerrouki (2014) à Tizi-Ouzou, et 1,032 récemment dans l'étude de Djouza et Chehma (2018) à Biskra. La corrélation entre ESD et D est élevée et significative ( $r = 0,94^{***}$ , tableau 24), ce résultat exprime que plus la teneur en solides non gras est élevée, plus la densité du lait serait élevée, ce résultat concorde avec la bibliographie (Amiot et *al.*, 2002).

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

### IV.4.3. Point de congélation (PC)

La mesure du point de congélation du lait est couramment utilisée pour contrôler l'absence du mouillage lors de la traite, de conservation ou de la collecte (Parguel et *al.*, 1994). Les résultats du tableau 23 montrent que seul le point de congélation enregistré à J2 ( $-0,556 \pm 0,06$ ) correspond à la fourchette décrite par Lapointe-Vignola en 2002 ( $-0,530$  à  $-0,575$ ). Cependant, les autres prélèvements (J15, J30, J60, J75 et J90) présentent des valeurs nettement supérieures. L'explication la plus plausible de ces résultats serait la teneur importante de l'eau que contiennent ces laits au moment du prélèvement ce qui fait que plus le lait est riche en eau, plus la température de congélation se rapproche de  $0^{\circ}\text{C}$ .

### IV.4.4. Taux butyreux (TB)

Les résultats du TB (Tableau 23 et Figure 43) au cours des trois premiers mois de lactation nous permettent de constater que le maximum est enregistré à J2 et le minimum est obtenu à J30. Au-delà, le TB tend à augmenter (J45 et J60) puis à diminuer (J75 et J90). Étant donné que l'éleveur laisse les chevreaux sous leurs mères, la mesure de la quantité du lait produite n'était pas possible, le TB varie de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite (Chilliard et Bocquier, 2000), il augmente en raison de la moindre production de lait. Cela nous laisse supposer que dans notre cas, le pic de lactation serait atteint à J30, et sera suivi de la phase de décroissance.

En comparant la moyenne de nos résultats ( $4,76 \pm 1,98$ ) à celle des autres travaux (Tableau 25), nous constatons qu'elle est supérieure aux résultats obtenus dans d'autres études réalisées en Algérie, et inférieure aux résultats des études des pays étrangers (Maroc, Grèce, et Espagne). Cependant, les valeurs dépendent toujours du stade de lactation et de la production laitière correspondante.

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

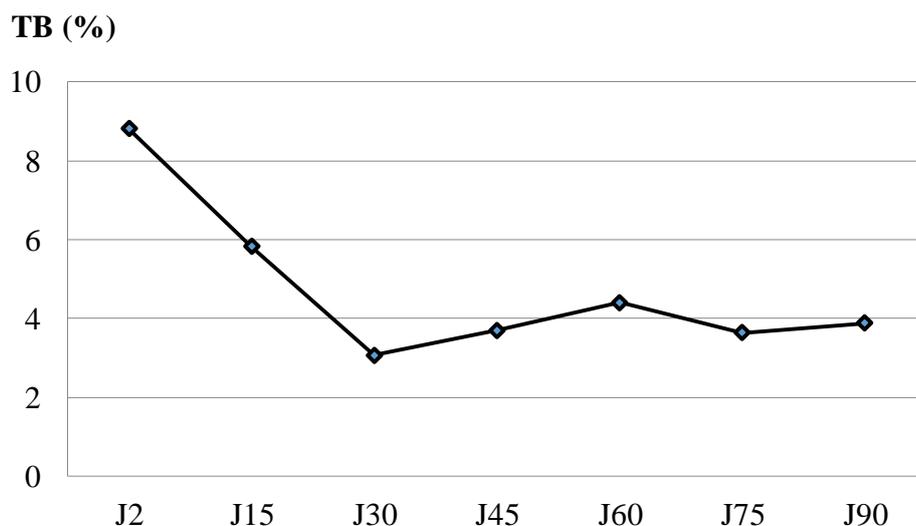


Figure 43 : Evolution du taux butyreux au cours des trois premiers mois de lactation

Tableau 25 : Taux Butyreux (TB) enregistrés en Algérie et dans d'autres pays du monde

Auteurs	Pays	TB (%)
Amroun et Zerrouki, 2014	Algérie (Tizi Ouzou)	3,18
Moualek, 2011	Algérie (Tizi Ouzou)	3,07
Amroun et Zerrouki, 2011	Algérie (Béchar)	3,11 (race Arabia)
Djouza et Chehma, 2018	Algérie (Biskra)	3,48 (race Arabia)
Kouniba et <i>al.</i> , 2007	Maroc	4,81 (race locale), 3,69 (race Alpine)
Doyon et <i>al.</i> , 2005	Canada	3,54
Analla et <i>al.</i> , 1996	Espagne	5,4 (race Mruciana)
Ciappesoni et <i>al.</i> , 2004	République de Tchèque	3,72
Voutsinas et <i>al.</i> , 1990	Grèce	5,32 à 7,78 (races locales)

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

### IV.4.5. Taux protéique (TP)

L'évolution du TP au cours des trois premiers mois de lactation (Tableau 23 et Figure 44) suit la même tendance enregistrée par le TB c'est-à-dire un maximum à J2, un minimum à J30, puis une augmentation et une stabilisation entre J45, J60 et J75 et enfin une augmentation vers J90. Les valeurs moyennes enregistrées ( $2,65 \pm 0,42$ ) étaient comparables à certains résultats trouvés en Algérie (Tableau 26), mais faibles par rapport aux résultats d'autres études dans le monde. Ceci pourrait être lié à un régime alimentaire pauvre en énergie. Une ration alimentaire déficitaire en énergie ne fournit pas aux microorganismes du rumen l'énergie nécessaire pour l'exploitation complète de l'azote alimentaire. Les matières azotées du lait sont le principal facteur qui influence le rendement fromager (Jenot et *al.*, 2000). Dans ce cas, il apparaît que le lait des chèvres de notre étude ne favoriserait pas un bon rendement fromager.

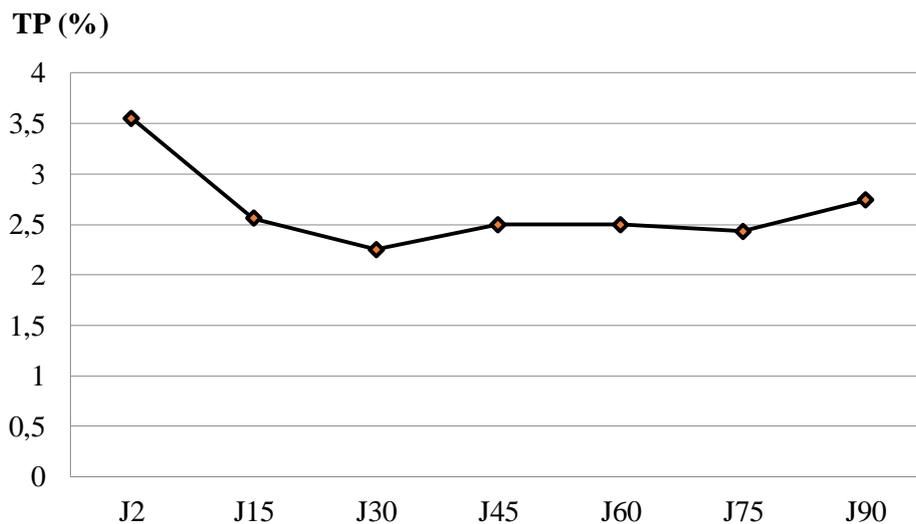


Figure 44 : Evolution du taux protéique au cours des trois premiers mois de lactation

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

Tableau 26 : Taux Protéiques (TP) enregistrés en Algérie et dans quelques pays du monde

Auteurs	Pays	TP (%)
Amroun et Zerrouki, 2014	Algérie (Tizi Ouzou)	4,38
Moualek, 2011	Algérie (Tizi Ouzou)	2,73
Roudj et <i>al.</i> , 2005	Algérie (Oran)	2,08
Djouza et Chehma, 2018	Algérie (Biskra)	3,01 (race Arabia)
El Otamani et <i>al.</i> , 2013	Maroc	3,9 (Beni Arouss)
Analla et <i>al.</i> , 1996	Espagne	3,5 (race Mruciana)
Ciappesoni et <i>al.</i> , 2004	République de Tchèque	2,84
Institut de l'élevage, 2016	France	3,29 (Alpine et Saanen)

La race a une influence sur le rendement laitier, les races des régions tempérées produisent plus de lait que celles des régions tropicales (Guney et *al.*, 2006; Norris et *al.*, 2011). Les races tropicales ont une faible production laitière à cause de leur potentiel génétique et de l'environnement. Cette faible production entraîne par conséquent une augmentation des TB et TP (Schmidely et *al.*, 2002; Zahraddeen et *al.*, 2005).

La quantité et la qualité du lait produit par les chèvres sont influencées également par plusieurs autres facteurs, notamment la prolificité, la parité, le stade de lactation, l'état sanitaire, la saison de mise-bas, l'alimentation et le stress de l'environnement (Mellado et *al.*, 2003). Etant donné que les conditions d'élevage des chèvres de cette étude étaient les mêmes, la seule explication des variations enregistrées pourrait être attribuée au stade physiologique et à la valeur alimentaire de la ration utilisée pour nourrir ces chèvres. En effet, un régime alimentaire riche en énergie entraîne une baisse du TB alors que le TP et la production laitière restent élevés. Le TB étant négativement corrélé au bilan énergétique de la chèvre (Chilliard et *al.*, 2003) mais le TP est positivement corrélé au bilan énergétique (Bocquier et Caja, 2001). Nos résultats sont contradictoires à cela (TB élevés et TP faibles avec probablement une faible production laitière). De même, les deux aliments

## CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE

complémentaires reconnus pour être riches en énergie ne sont pas distribués en quantité suffisante (1kg pendant toute l'année) ce qui ne permet pas la couverture des besoins élevés en début de lactation, phase où l'appétit de la chèvre est encore faible.

### IV.4. Conclusions et recommandations

Au terme des résultats de la **1<sup>ère</sup> partie** relative à l'étude de la composition chimique des plantes fourragères, nous avons pu recenser neuf familles botaniques, ce qui montre une grande diversité floristique. Il apparaît aussi à travers la composition chimique et la détermination de la valeur énergétique de ces plantes, que les aliments qui ont été riches en énergie sont aussi riches en MAT et pauvres en CB, et qu'un nombre important de plantes steppiques (10 sur 14) présentent une bonne valeur énergétique ( $\geq 1\text{UFL}$ ). Par ailleurs, et afin de vérifier si la ration alimentaire consommée par les chèvres contient la quantité de l'énergie suffisante pour une bonne production laitière, nous avons réalisé des calculs de rationnement, les résultats font ressortir que l'énergie totale consommée par les chèvres et par jour était égale à **1,62UFL**. Cette valeur énergétique est insuffisante et ne permet de couvrir que les besoins de production de 2 litres de lait/jour (selon les tables de l'INRA 2018). Ce déficit énergétique de la ration avait son influence sur la qualité physico-chimique du lait qui a été montré dans la **2<sup>ème</sup> partie** de l'étude.

Concernant la **2<sup>ème</sup> partie** relative à la composition physico-chimique du lait des chèvres, l'EST était proportionnel à la quantité de matière grasse et protéique que le lait contient; de même pour la densité qui était liée à la teneur en ESD. Par ailleurs, plus la teneur de ce dernier est élevée et plus la densité du lait sera élevée aussi. Le point de congélation montre que tous les prélèvements sauf celui de J2, avaient des valeurs qui rapprochent le 0°C. Concernant le TB, les résultats ont permis d'estimer que le pic de lactation était atteint à J30 (TB minium) suivi d'une phase de décroissance, ce qui correspond à une augmentation en parallèle de TB. Cependant, pour le TP, les valeurs enregistrées étaient faibles, ceci serait lié au déficit énergétique du régime alimentaire basé essentiellement sur les parcours steppiques. Ce déficit énergétique ne permet pas à la microflore ruminale de fonctionner correctement afin d'exploiter totalement l'azote alimentaire d'où des taux faibles de protéines dans le lait.

À travers tous ces résultats, nous pouvons conclure que l'alimentation agit sur la qualité physico-chimique du lait à travers les matières protéiques, un déficit énergétique de la

#### **CHAPITRE IV (ETUDE 3) : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE ARABIA DANS LA REGION DE LAGHOUAT : EFFET DU FACTEUR ALIMENTAIRE**

ration entraîne de faibles taux protéiques et probablement une faible production laitière qui entraîne en parallèle une augmentation de matières grasses.

Vu que les chevreaux étaient sous leurs mères, et que la ration alimentaire ingérée était déficitaire en énergie, la réelle performance laitière des chèvres de race Arabia n'a pas été montrée d'où l'intérêt de continuer cette étude sur un plus grand effectif, sur toute une lactation, tout en associant d'autres facteurs pouvant affecter la quantité et la qualité du lait de chèvre notamment la saison et l'alimentation afin de déterminer le vrai potentiel génétique des performances laitières de la chèvre Arabia. La levée de la contrainte alimentaire pourrait permettre de maximiser les performances potentielles de la production laitière de cet animal.

**CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME  
DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION  
DE LAGHOUAT**

## **CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT**

### **V.1. Introduction**

En Algérie, l'élevage caprin, géré généralement de manière traditionnelle et extensif subit les affres des aléas climatiques, nutritionnels et pathologiques (Madani et *al.*, 2015). Bien que les caprins soient généralement très résistants, leur productivité optimale est rarement atteinte en milieu traditionnel. Les parasitoses gastro-intestinales seraient une des causes principales de la productivité suboptimale de ces animaux (Chiejina, 1986) en raison de l'exploitation de pâturages infestés par des formes libres de parasites évoluant durant des périodes climatiques propices. Ces parasites digestifs sont responsables de baisses importantes de production de lait et de viande, et peuvent causer des mortalités dans les élevages caprins (Chartier et Hoste, 1994). La maîtrise de ce type de parasitose fréquemment subclinique, est considérée comme un élément essentiel de gestion de la santé d'un troupeau (Cabaret, 2004).

Les résultats de Laouadi et *al.* (2018) ont montré que les infestations parasitaires dans la région de Laghouat font une intention particulière par les éleveurs (82,0% des éleveurs enquêtés pratiquent un traitement antiparasitaire). Ainsi, pour gérer durablement le parasitisme digestif en élevage caprin dans cette région et connaître les groupes à risque afin d'établir un schéma de traitement et de prophylaxie efficace, la présente étude a été initiée. Elle s'est déroulée en deux principales étapes; d'abord, dans une première étape une identification des principaux parasites à élimination fécale rencontrés dans certains élevages de la région de Laghouat. Ensuite et dans un second lieu, déterminer la prévalence générale de chaque type de parasite ainsi que l'influence de certains facteurs liés à l'animal (sexe, âge et race) et à l'éleveur (type d'élevage) sur le taux de parasitisme.

### **V.2. Matériel et Méthodes**

#### **V.2.1. Zone et période de l'étude**

Cette étude a été réalisée dans sept (07) sites de la région de Laghouat : Khenag, BenNaceur Ben Chohra, M'sekka, Hamda, Bordj Senouci, Dakhlla et Laghouat-ville (Figure 45). Le choix de ces sites était lié à la disponibilité des éleveurs coopératifs, le nombre des effectifs caprins au sein des cheptels et nos possibilités de déplacement. L'étude s'est déroulée sur une période de deux mois Février et Mars 2018.

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

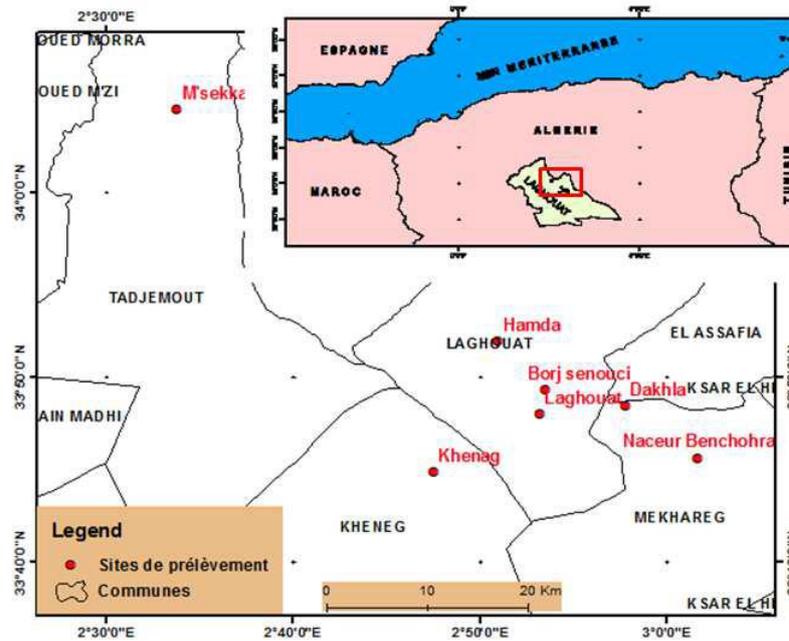


Figure 45 : Situation géographique des sites de l'étude

### V.2.2. Matériel animal

La population caprine étudiée était composée de 97 têtes, les animaux ont été classés selon le sexe (Mâle ou Femelle), l'âge (3 classes d'âge ont été définies :  $\leq 1$  an, [1an– 3ans [,  $\geq 3$ ans), la race (3 types de races ont été étudiées : la race locale Arabia, la race exotique Saanen ou Alpine et la population croisée) et le type d'élevage (2 types ont été rencontrés : extensif et intensif). Le tableau 27 donne les détails sur les animaux utilisés.

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

Tableau 27 : Caractéristiques des animaux utilisés dans l'étude

Facteurs	Age	Sexe	Race			Type d'élevage					
			Age1	Age2	Age3	M	F	Locale	Croisé	Exotique	Extensif
<b>Laghouat</b>	5	1	0	4	1	4	0	2	3	0	5
<b>ville</b>	9	6	1	2	4	5	0	0	9	0	9
	8	3	2	3	1	7	0	1	7	0	8
	9	0	2	7	1	8	0	6	3	0	9
<b>Khenag</b>	6	3	2	1	2	4	0	6	0	0	6
<b>Bordj Senouci</b>	11	7	1	3	4	7	0	0	11	0	11
	2	0	1	1	0	2	1	1	0	2	0
<b>Dakhla</b>	12	4	0	8	0	12	12	0	0	12	0
<b>Hamda</b>	20	4	3	13	3	17	7	9	4	0	20
<b>M'eskka</b>	8	1	2	5	2	6	5	2	1	0	8
<b>BBC</b>	7	1	2	4	2	5	2	3	2	7	0
<b>Total</b>	97	30	16	51	20	77	27	30	40	21	76

Age 1 : ≤ 1 an; Age 2: [1ans-3ans [; Age 3: ≥ 3 ans

M : Mâles; F : Femelles

BBC : Benaceur Ben Chohra

### V.2.3. Identification des animaux

Après une bonne contention de l'animal, nous avons effectué un examen général afin de déterminer le sexe, l'âge par l'examen de la dentition, la race, les signes cliniques et la température corporelle.

### V.2.4. Réalisation des prélèvements

**Nature et conditions des prélèvements** : les prélèvements sont des matières fécales fraîchement émises présentant des signes de diarrhée ou non.

**Lieu et modalité de prélèvement** : pour le recueil des matières fécales, un fouillé rectale par les doigts était pratiqué à partir du rectum en utilisant une main gantée.

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

**Etiquetage** : après la récupération des fèces, celles-ci ont été placées dans des boîtes de prélèvement stériles et étiquetées (la date du prélèvement, l'âge, le sexe et éventuellement la race de l'animal).

**Les fiches techniques** : pour chaque animal examiné et prélevé et pour chaque élevage visité, des fiches ont été remplies dans le but de rassembler le maximum d'informations qui nous seront utiles pour l'interprétation des résultats obtenus.

**Acheminement et transport** : les prélèvements sont transportés jusqu'au laboratoire d'analyse de parasitologie du département de Biologie de l'Université Amar Telidji de Laghouat dans une glacière munie d'accumulateurs de froid pour bloquer l'évolution des œufs de parasites.

**Réception au laboratoire** : arrivés au laboratoire, les échantillons qui ne sont pas analysés le jour même, sont conservés au congélateur jusqu'au moment de l'analyse.

Au total, 97 échantillons de fèces ont été collectés, les différentes étapes de prélèvement sont illustrées par la Figure 46.

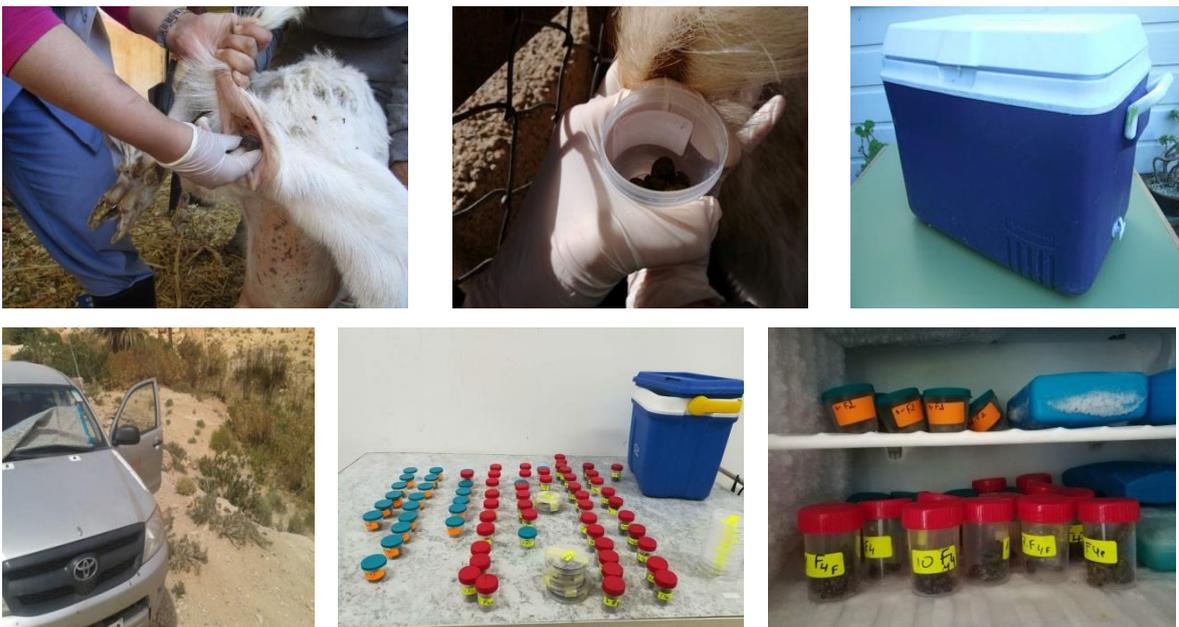


Figure 46 : Les étapes de l'expérimentation (Photos personnelles, 2018)

### V.2.5. Les différentes techniques coprologiques utilisées au laboratoire

**L'examen macroscopique** consiste à observer à l'œil nu les selles afin de noter leur couleur, leur abondance, leur aspect (en billes, en fragment moulées, pâteuse, semi liquides ou liquides, homogènes ou hétérogènes), la présence d'éléments nutritionnels, et/ou d'éléments parasites.

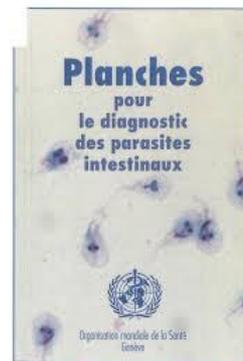
## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

L'examen microscopique constitue une étape essentielle de la recherche des parasites dans les selles. Elle comprend :

- L'examen direct.
- Technique de Willis ou de Flottation.
- Technique de Sédimentation.
- Technique de Ziehl-Neelsen modifiée par Henriksen et Pohlenz (1981).

Les détails de ces techniques sont décrits dans l'annexe N°5.

**V.2.6. Clés d'identification utilisées :** les guides suivants ont été utilisés pour identifier les parasites.



### V.2.7. Calcul des indices parasitaires (Prévalence)

C'est le rapport en pourcentage **P (%)** du nombre d'hôtes infestés par une espèce donnée de parasite **HP** sur le nombre total d'hôtes examinés **HE** (Margolis et al., 1982).

$$P (\%) = \frac{HP}{HE} \times 100$$

### V.2.8. Traitement statistique des données

Les résultats enregistrés ont été regroupés dans un fichier Excel 2007 pour le calcul des prévalences. L'effet des facteurs de variation a été analysé à l'aide du logiciel R (version 3.3.1) en utilisant le test khi-deux et/ou le test de Fisher. La différence est considérée significative à un seuil de  $p < 0,05$ .

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

### V.3. Résultats

#### V.3.1. Identification microscopique des parasites à élimination fécale

L'examen parasitologique des selles a mis en évidence six genres de parasites appartenant à trois familles :

**Famille des Coccidies** (deux genres) : *Eimeria spp* (Figure 47) et *Cryptosporidium spp* (Figure 48).

**Famille des Nématodes** (trois genres) : *Nematodirus spp* (Figure 49), *Trichuris spp* (Figure 50) et *Cooperia spp* (Figure 51).

**Famille des Trématodes** (un genre) : *Fasciola hepatica* (Figure 52).



Figure 47 : Œuf d'*Eimeria spp* (non sporulé) (Technique de Flottation G x 400) (Photo personnelle, 2018)



Figure 48 : Oocystes de *Cryptosporidium spp* observés sous microscope optique (Coloration de Ziehl-Neelsen G x 100) (Photo personnelle, 2018)

**CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS  
DANS LA REGION DE LAGHOUAT**

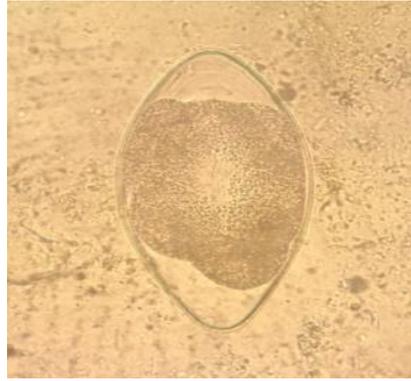


Figure 49 : Œuf de *Nematodirus spp* (Technique de Flottation G x 400) (Photo personnelle, 2018)



Figure 50 : Œuf de *Trichuris spp* (Technique de Flottation G x 400) (Photo personnelle, 2018)



Figure 51 : Œuf de *Cooperia spp* (Technique de Flottation G x 400) (Photo personnelle, 2018)

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

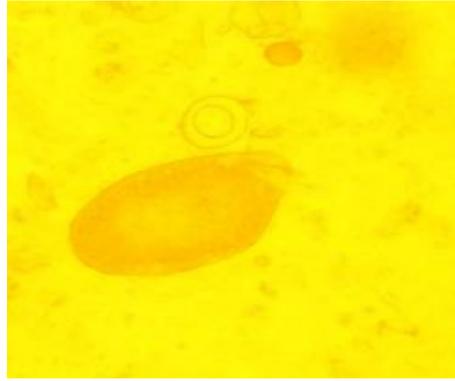


Figure 52 : Œuf de *Fasciola hepatica* (Technique de Sédimentation G x 400) (Photo personnelle, 2018)

### V.3.2. Prévalence des parasites identifiés

Sur les 97 caprins étudiés, 31 étaient infestés par les parasites digestifs, soit une prévalence générale de 31,96%. Les fréquences de chaque genre de parasite trouvé est illustré dans le tableau 28. Les pourcentages les plus élevés sont enregistrés pour la famille des coccidies: *Cryptosporidium spp* et *Eimeria spp* (25,77 et 9,28% respectivement) alors que pour les autres types parasitaires, les taux étaient relativement faibles.

Tableau 28 : Les prévalences des différents types de parasites digestifs observés

Parasites	Nombre d'animaux infestés	Prévalences (%)
<i>Eimeria spp</i>	9	9,28
<i>Cryptosporidium spp</i>	25	25,77
<i>Nematodirus spp</i>	4	4,12
<i>Trichuris spp</i>	2	2,06
<i>Cooperia spp</i>	1	1,03
<i>Fasciola hepatica</i>	1	1,03

### V.3.3. Effet des facteurs de variation sur la prévalence générale

L'analyse statistique a révélé un effet significatif ( $p < 0,05$ ) du facteur « type d'élevage » sur l'infestation parasitaire. Les animaux élevés en mode extensif sont les plus touchés par

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

les parasites par rapport aux autres modes. Les autres facteurs n'ont montré aucun effet significatif ( $p > 0,05$ ) (Tableau 29).

Tableau 29 : Effet des facteurs de variation sur la prévalence générale

Facteurs	Modalités	Absence		Présence		Valeur <i>p</i>
		N	%	N	%	
Sexe	Mâle	14	67,5	6	32,5	<i>ns</i>
	Femelle	52	70,0	25	30,0	
Age	≤ 1an	18	62,1	11	37,9	<i>ns</i>
	[1an-3ans[	13	81,2	3	18,8	
	≥3ans	35	67,3	17	32,7	
Race	Locale	15	55,6	12	44,1	<i>ns</i>
	Exotique	30	75,0	10	25,0	
	Croisé	21	70,0	9	30,0	
Mode d'élevage	Extensif	10	47,6	11	52,4	*
	Intensif	56	73,7	20	26,3	

*ns* : écart non significatif ( $p > 0,05$ ); \* : écart significatif ( $p < 0,05$ ); \*\* : écart très significatif ( $p < 0,01$ ); \*\*\* : écart hautement significative ( $p < 0,001$ )

### V.4. Discussion

Le taux de la prévalence générale de 31,96% obtenu dans cette étude est inférieur aux résultats d'autres travaux réalisés dans la même région (Mechraoui et Rezigui en 2017 avec 44,26%; Taouti et Tadj en 2017 avec 51,0%; Hocini en 2015 avec 89,0%) ou même hors de l'Algérie (Islam et Taimur en 2008 au Bangladesh avec 74,55%). Ce taux relativement modéré serait lié aux conditions défavorables aux parasites de la région de Laghouat (climat généralement sec) et à l'utilisation d'antiparasitaires par les éleveurs comme nous avons pu le constater lors de nos visites d'élevages. Exception faite pour

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

*Cryptosporidium spp* où le traitement antiparasitaire n'était pas efficace d'où son taux le plus élevé.

Concernant *Eimeria spp*, nous avons enregistré un taux de 9,28%, ce résultat approche celui de Mechraoui et Rezigui (2017) (13,11%) qui ont réalisé leur étude à Laghouat et à la même période que la nôtre (février et mars). Les oocystes d'*Eimeria* sont très résistants dans le milieu extérieur après sporulation sous les conditions de température et d'humidité élevées (Meradi, 2012). Notre étude a été réalisée pendant la période du printemps où les températures étaient modérées et le taux d'humidité faible, ces conditions ne sont pas favorables à la sporulation d'où un taux faible. Aussi nous avons noté l'administration régulière d'antiparasitaires dans les élevages visités. Par ailleurs, les taux d'*Eimeria spp* enregistrés par d'autres auteurs ayant travaillé à Laghouat et dans la même période étaient largement supérieurs au notre: 45,7% et 89% enregistrés respectivement par Taouti et Tadj (2017) et par Hocini (2015). Ceci serait lié à une hygiène défectueuse et à une prévention antiparasitaire moins rigoureuse dans les élevages visités par ces derniers. Hocini (2015) a bien souligné ce manque d'hygiène dans les étables qu'il a enquêtées.

Pour *Cryptosporidium spp*, nous avons constaté que le taux trouvé dans notre étude (25,77%) est proche de celui trouvé par Mechraoui et Rezigui (2017) dans la même région (27,87%), mais inférieur à celui donné par Hocini (2015) à Laghouat également (70%) et par Baroudi et *al.* (2011) à Alger (44,46%). Cette divergence pourrait être expliquée par la cohabitation de plusieurs espèces animales (volailles, équidés, ovins, canidés) dans les élevages enquêtés par Hocini (2015). D'après Sischo et *al.*, 2000; Hoar et *al.*, 2001, la promiscuité entre les élevages bovins, caprins et ovins au sein d'une même exploitation augmente son exposition ainsi que leur transmission aux différentes maladies infectieuses et virales d'où la diminution immunitaire et par conséquent une infestation parasitaire. Cependant, le faible taux (1,58%) enregistré par Sahli et Belakhal à Laghouat en 2016 est justifié par le fait que les animaux étudiés étaient tous des adultes, ce qui converge avec la recherche théorique. Les adultes sont plus résistants que les jeunes d'où la maturité de leur système immunitaire où il joue un rôle fondamental sur la gravité et la durée de la maladie (Chambon, 1990; Naciri, 1994; Fayer, 2004).

Concernant *Nematodirus spp*, la prévalence enregistrée dans la présente étude était de 4,12%. Elle est inférieure à celles rapportées par Mechraoui et Rezigui (2017) (13,11%), et par Hocini (2015) (14%) dans la même région d'étude, elle est aussi très faible par rapport à celle enregistrée par Meradi (2012) à Batna (31,6%). Il est bien établi que le

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

développement de certains nématodes chez l'hôte est favorisé par les conditions climatiques qui prévalent dans le milieu extérieur (Levine et Todd, 1975; Mage, 1998). La durée du développement larvaire est retardée ou même arrêtée dans la muqueuse (hypobiose). Le genre *Nematodirus* est le strongle le plus résistant parmi les strongles digestifs aux conditions les plus défavorables, comme les températures élevées et le manque de pluies, car la larve infestante se trouve protégée par la double membrane de la coque de l'œuf et par l'exuvie résultant de la deuxième mue (Hoste *et al.*, 1999). Cependant, ce qui précède comme explication concerne des taux élevés ou moyens en *Nematodirus spp* et non un taux aussi faible comme le nôtre (4,12%), pourrait être expliqué par un déparasitage permanent et répondant aux normes des élevages de notre étude car ces derniers sont suivis par le même vétérinaire.

Pour *Trichuris spp*, la prévalence de 2,06% enregistrée dans notre étude se rapproche de celles rapportées par Mechraoui et Rezigui (2017) (1,64%) et par Hocini (2015) (0%) dans la même région et la même période; par ailleurs, elle est nettement inférieure à celles enregistrées au Bangladesh (Islam et Taimur, 2008) avec un taux de 8,03%, en Guinée par Barry *et al.* (2002) avec un taux de 55% et en Côte d'Ivoire par Achi *et al.* (2003) avec un taux de 29%. Le développement larvaire de *Trichuris spp* dans le milieu extérieur s'effectue à l'intérieur de l'œuf en trois semaines si les conditions sont satisfaisantes (Bahama, 2008). Ce très faible taux observé dans la région de Laghouat ne pourrait pas être expliqué par les conditions climatiques du milieu car les larves infestantes sont protégées par les œufs et peuvent survivre plusieurs années dans le milieu extérieur (Cockenpot, 2013) mais plutôt par le traitement antiparasitaire.

La faible prévalence de *Cooperia spp* (1,03%) concorde avec le résultat trouvé au Togo par Bastiaensen *et al.*, (2003) (2%), mais diverge avec ceux d'autres auteurs: 55% par Barry *et al.* (2002) en Guinée et 29% par Achi *et al.* (2003) en Côte d'Ivoire. La très faible prévalence de la présente étude aurait comme cause la sécheresse qu'a connue la région de Laghouat l'année en cours; par contre, les climats chauds associés à des taux d'humidité élevés pourraient favoriser l'éclosion des larves infectantes puisque les conditions optimales pour leur évolution sont réunies: température élevée et pluviométrie supérieure à 50mm (Levine, 1963).

Pour *Fasciola hepatica*, le très faible taux obtenu dans le présent travail (1,03%) serait dû aux caractéristiques climatiques de la région d'étude. Une pluviométrie permanente et suffisante associée à des températures élevées sont les conditions favorables à la survie et

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

au développement de ce parasite (Khallaayoune et El Hari, 1991). La maturation des œufs ne peut se faire que dans l'eau (Guillaume, 2007). Toutes ces conditions ne sont pas assurées dans la région de Laghouat d'où un taux très faible.

En ce qui concerne l'effet des facteurs de variation (sexe, âge, race et mode d'élevage) sur le taux général d'infestation parasitaire, aucune influence significative n'a pu être révélée à l'exception du facteur **mode d'élevage** ( $p < 0,05$ ). En effet, tous les caprins infestés étaient de race Arabia élevés en mode d'élevage extensif. Ceci serait beaucoup plus lié au mode d'élevage qu'à la race Arabia puisque la « coïncidence » a fait que ces animaux élevés presque exclusivement à l'extérieur étaient de race locale. Le parasitisme est lié au caractère traditionnel ou industriel de l'élevage et au mode d'élevage. Les risques de transmission sont augmentés lorsque les animaux malades ne sont pas isolés du reste du troupeau (Causapé et *al.*, 2002; Delafosse et *al.*, 2006; Trotz-Williams *et al.*, 2007), c'est le cas du système d'élevage extensif. Pour le facteur **âge**, il est rapporté en général que les chevreaux sont plus sensibles que les adultes, en raison de l'immaturité de leur système immunitaire. De même, Bendiaf (2011) rapporte qu'il y aurait un effondrement du système immunitaire avec l'âge. Pour nos résultats, malgré que l'effet âge est non significative, mais les cas positifs étaient plus enregistrés chez les jeunes ( $< 1$  an) ou les plus âgés ( $\geq 3$  ans). Le facteur **sexe** n'a montré aussi aucun effet significatif à cause peut être de l'effectif des mâles qui était plus faible par rapport à celui des femelles.

### V.5. Conclusions et Perspectives

Le but de la présente étude n'était pas seulement d'obtenir des informations sur la composition de la faune parasitaire à élimination fécale dans les élevages caprins de la région de Laghouat mais plutôt une connaissance des relations qui peuvent exister entre les trois modérateurs : l'hôte (caprin), le parasite et l'environnement. Les résultats de cette étude nous ont permis de démontrer que le taux de parasitisme est lié plutôt aux facteurs de l'environnement qu'à l'animal lui-même. Les conditions climatiques de la région (climat généralement sec avec un faible taux d'humidité) ne favorisent pas le développement et la survie de certains parasites. L'homme joue un rôle très important dans la détermination de ce taux, à travers d'une part la pratique régulière des traitements antiparasitaires et d'autre part par le choix du système d'élevage. Un mode d'élevage traditionnel extensif expose plus les animaux au risque de contamination dans les parcours. Une gestion efficace de ce système d'élevage (le plus important selon les résultats de l'étude 1) par l'exploitation

## CHAPITRE V (ETUDE 4) : LE PARASITISME DIGESTIF CHEZ LES CAPRINS DANS LA REGION DE LAGHOUAT

raisonnée du pâturage et des parcours steppiques est nécessaire pour assurer sa durabilité au profit de la race locale Arabia.

Une intention particulière devrait être envisagée envers *Cryptosporidium spp* qui enregistre le taux le plus élevé (25,77%) à cause de sa grande résistance dans le milieu extérieur et les difficultés de traitement ou de prévention en l'absence de molécules véritablement efficaces et autorisées chez les caprins, ce qui rend cette infection difficile à gérer. Les données sont généralement étayées chez les bovins mais rares ou absentes chez les caprins alors que cette pathologie revêt une gravité particulière chez le chevreau (Hoste et al., 2012).

Enfin, nous recommandons d'approfondir cette étude en travaillant sur un échantillon plus important, réparti sur tous les étages bioclimatiques de Laghouat, et d'élargir la durée de l'étude sur toute l'année pour vérifier l'effet de la saison. Il serait aussi souhaitable d'étudier la charge parasitaire car c'est elle qui décide de l'état de morbidité de l'animal. L'étude de l'effet du parasitisme sur les performances zootechniques est aussi souhaitable. Par la connaissance des types de parasites existants, un schéma de traitement sélectif des animaux infestés devrait être envisagé, en ciblant particulièrement les animaux élevés en mode extensif.

## **CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES**

## CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

### Conclusions générales

L'objectif assigné à cette thèse était de connaître les ressources génétiques caprines locales de Laghouat, leur gestion et leur place dans leur territoire naturel. Le choix de la région de Laghouat comme site d'étude est lié à sa vocation agro-pastorale, caractérisée par de vastes étendues steppiques offrant des unités fourragères gratuites à l'élevage des petits ruminants, composante animale la plus dominante de la région. De manière spécifique, il s'agissait d'effectuer une caractérisation phénotypique des ressources caprines locales en passant par deux étapes, d'abord une caractérisation primaire par l'étude des systèmes de production et des caractéristiques morpho-biométriques des caprins locaux trouvés. Ensuite, une caractérisation avancée par l'étude des caractéristiques qualitatives de production laitière chez la race la plus dominante dans la région. Selon la pré-enquête accomplie au début de cette thèse, il ressort des réponses des acteurs de la filière (éleveurs et vétérinaires) que le parasitisme digestif était le plus communément rencontré dans les élevages, d'où la mise en place d'une quatrième étude descriptive de la faune parasitaire digestive et sa relation avec les systèmes d'élevage distingués.

Les systèmes de production animale constituent le contexte dans lequel les ressources génétiques animales sont utilisées et développées. Au fur et à mesure que les systèmes de production changent, de nouvelles exigences sont imposées sur les ressources zoogénétiques, des menaces peuvent survenir et de nouvelles opportunités d'utilisation durable peuvent émerger (FAO, 2015). Dans ce contexte, la première étude avait pour objectif de répondre à la question de recherche posée dans l'introduction : Qu'en est-il actuellement des variétés des ressources caprines locales qui sillonnent ce périmètre de sud algérien ? Ces ressources ont-elles évolué avec les transformations des systèmes et des pratiques d'élevage ? Les résultats ont permis de repérer une diversité génétique caprine composée de trois populations, une population locale représentée par la race Arabia (dominante) et la race Mekatia (difficilement repérée), une population exotique représentée principalement par les races Saanen et Alpine, et enfin une population croisée issue du mélange entre les différentes races. La population caprine locale de Laghouat peut être qualifiée de traditionnelle. Ainsi, selon Tixier-Boichard et *al.* (2008), les populations traditionnelles sont principalement locales, présentent une grande diversité phénotypique, sont gérées par des fermiers et des éleveurs pastoraux avec une faible intensité de sélection, mais peuvent être soumises à une forte pression de sélection naturelle, le pedigree peut être partiellement connu. Trois systèmes d'élevage gèrent la composante caprine de la région (analyse multi-variée, ACM) : le système pastoral (27,9%), le système mixte agro-pastoral

## CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

(57,7%) et le système zéro-pâturage (14,4%). La steppe algérienne a été pendant des siècles un vaste territoire partagé entre des tribus nomades pratiquant principalement l'élevage pastoral ovin-caprin transhumant (Benchrif, 2013). En analysant nos résultats, nous constatons que le système d'élevage pastoral, transhumant régulièrement et à pieds, cède désormais la place au système d'élevage agro-pastoral, transhumant occasionnellement le plus souvent par des camions. Cette sédentarisation des ménages est une tendance croissante dans la région, en relation avec la privatisation des terres, la scolarisation des enfants (Deleule, 2016) et l'insécurité.

L'aspect traditionnel de ces élevages s'étend jusqu'aux pratiques. En effet, le système de lutte libre avec renouvellement du matériel animal au sein du même troupeau ou à l'extérieur conduit à un important brassage des races indigènes. D'après une étude récente d'Ouchene-khelifi et *al.* (2018) sur l'homogénéité génétique des caprins dans le nord-africain, il a été trouvé que parmi les quatre races existantes en Algérie, la Arabia et la Mekatia semblent être les plus mélangées, elles présentent un chevauchement de leurs aires de répartition, ce qui pourrait favoriser les croisements. Le système alimentaire non équilibré basé sur le pâturage dans les parcours steppiques en permanence contribue en partie aux faibles performances de production laitière des chèvres indigènes, et par conséquent les éleveurs ne sont pas motivés pour à développer une chaîne de commercialisation du lait de chèvre. En effet, le lait produit par les chèvres de la région est utilisé uniquement à l'échelle familiale, ce qui entraîne l'abandon progressif de la race Mekatia réputée pour sa bonne production laitière. Il ressort également de cette 1<sup>ère</sup> étude que l'association des caprins avec les ovins est une sorte de sécurité et de pérennité des systèmes d'élevage. Ainsi, Il est connu en Algérie que pour le même coût de production, la valeur d'un agneau est supérieure à celle d'un chevreau, ce qui pousse l'éleveur à planifier la vente des ovins pendant le pic de demande, correspondant à la fête religieuse de l'Aïd el-Kabîr alors que les caprins sont vendus durant toute l'année en cas des besoins monétaires. Les caprins jouent un rôle clé de sécurisation des systèmes de production en permettant aux familles de surmonter les passages difficiles. Un rapport de questionnaire de la FAO déclare que les changements économiques et de modes de vie ont créé des alternatives d'emploi en dehors de l'élevage (FAO, 2015) d'où le taux faible des jeunes intégrés dans l'activité d'élevage caprin dans notre cas.

La deuxième étude, qui a ciblée 84 troupeaux contenant tous des races locales, a cerné la variabilité phénotypique en utilisant 14 variables qualitatives et 19 variables quantitatives chez un total de 312 individus avec l'étude de l'effet des facteurs liés à l'animal, qui sont le

## CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

sexe et l'âge. Concernant le dimorphisme sexuel, nos résultats ne diffèrent pas de ceux précédemment cités dans la bibliographie (Devendra et Burns, 1983 ; Ifut et *al.*, 1991 ; Akpa et *al.*, 1998 ; Vargas et *al.*, 2007 ; Fantazi et *al.*, 2017), les femelles ont une croissance plus lente et par conséquent la taille est plus importante chez les mâles. L'âge de maturité est estimé entre deux et trois ans pour les deux races. Certains traits morphologiques reflètent l'adaptation de ces races au contexte environnemental de la région. En effet, les poils longs de la race Arabia contribuent en partie à sa résistance au climat chaud de la région. De même, les oreilles longues et pendantes de cette race offrent une meilleure défense contre le stress thermique en facilitant l'exportation des calories issues du métabolisme par échange de chaleur (Robertshaw, 1982). Les traits morphologiques les plus caractéristiques de la femelle Mekatia étaient les poils courts, les cornes courbées et dirigées en arrière, les oreilles semi-pendantes et le profil facial droit. Les autres traits caractéristiques de la race Arabia étaient les cornes spiralées et en latérale chez les mâles, courbées et dirigés en arrière chez les femelles, un profil facial convexe ou droit chez les mâles, et droit chez les femelles. A part l'âge et le sexe, la variabilité intra-population ne résulte pas uniquement de l'adaptation de cette espèce à des conditions environnementales spécifiques (FAO, 2012), mais également à des pratiques d'élevage qu'elle a subi depuis son existence et des systèmes de gestion de ces derniers qui influencent le développement corporel de l'animal et par conséquent les mesures (Riva et *al.*, 2004, Alade et *al.*, 2008). C'est dans ce contexte que nous avons voulu dans la 2<sup>ème</sup> partie de cette étude vérifier la variabilité morphologique qui existe au sein de la race Arabia après élimination des facteurs liés à l'animal (sexe et âge). Pour cela, une Analyse en Composantes Principales (ACP) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été effectuées. Les résultats montrent qu'il existe des groupes au sein de la même race ce qui complique l'évaluation de la diversité des ressources zoogénétiques.

Dans les régions chaudes notamment méditerranéennes, des races locales ou des animaux croisés sont souvent utilisés et pourront avoir des besoins spécifiques. Leurs niveaux de production varient avec la disponibilité des aliments. En outre, la proportion de ruminants nourris au pâturage y est plus élevée que dans les zones tempérées. Le pâturage joue donc un rôle majeur dans la conversion des ressources en produits animaux tel que le lait (INRA, 2018). C'est dans cette optique que la troisième étude a été mise en place, elle a pour objectif la caractérisation des performances laitières de la variété Arabia, la plus dominante de la région. Une coordination avec des éleveurs de la région nous a permis de faire un suivi des caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre produit durant les

## CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

trois premiers mois de lactation et de vérifier l'effet d'un facteur capital de la quantité et de la qualité du lait, qui est l'alimentation et plus particulièrement celle fournie par les parcours steppiques. Les résultats ont montré un taux protéique faible reflétant un déficit énergétique de la ration et par conséquent le vrai potentiel génétique de la race n'est pas montré. Malgré cela, nous avons recensés dix plantes steppiques caractérisées par une bonne valeur énergétique et azotée et qui méritent d'être sélectionnés pour faire le pâturage dans les zones de pousse de cette diversité floristique. Cependant, l'écosystème steppique a été fortement perturbé dans les zones arides et semi arides, cette perturbation touche l'ensemble des composantes vivantes de cet écosystème, mais la végétation prend l'une des premières places car sa destruction est le plus souvent irréversible, par conséquent, on se dirige vers une transformation des zones steppiques en zones désertiques. En effet, la disponibilité fourragère n'est pas en mesure de satisfaire les besoins des effectifs animaux, cette insuffisance de production des pâturages est due essentiellement au déséquilibre écologique créé par la sédentarisation qui provoque le surpâturage, auquel il faut ajouter la sécheresse cyclique entraînant une dégradation de plus en plus dangereuse du tapis végétal, provoquant ainsi le phénomène de désertification. Cette situation alarmante incite à intervenir d'urgence pour lutter contre ce processus qui met en péril le patrimoine végétal de la steppe.

La gestion de la santé de l'élevage caprin n'a pas été écartée de cette thèse. Une quatrième étude a été mise en œuvre sur le parasitisme digestif, problème le plus fréquent chez les caprins dans la région. Les résultats ont montré que la prévalence du parasitisme digestif est plutôt liée aux facteurs extrinsèques à l'animal (environnement et système d'élevage) qu'aux facteurs intrinsèques. Le climat sec de la région freine entre autres le développement de la faune parasitaire. La race Arabia qui est réputée par sa rusticité apparaît comme la plus infestée et ceci est lié plutôt au système d'élevage extensif où elles sont élevées qu'à la race elle-même, d'où l'intérêt de sélectionner ce mode d'élevage comme privilège dans le traitement antiparasitaire.

### **Perspectives**

Préserver la diversité des ressources génétiques caprines locales est un privilège pour faire face aux nouveaux challenges tel que les changements climatiques, les nouvelles maladies, diminution de la disponibilité des ressources naturelles, changements des demandes de marché (FAO, 2015). Cela justifie l'émergence d'intérêt pour conserver et améliorer cette population locale qui est une partie intégrante du patrimoine socio-économique de la

## CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

région de Laghouat. Les résultats et discussions issus des différentes études présentées ci-hauts nous inspirent quelques pistes de réflexions en termes de perspectives pour compléter certaines de nos études et/ou pour contribuer à la mise en place des programmes de conservation, de sélection et d'amélioration de nos ressources caprines locales. Ainsi, nous fournissons les recommandations de recherche suivantes :

- Poursuivre l'étude de caractérisation sur les mêmes races locales (Mekatia et Arabia) mais dans d'autres régions de l'Algérie afin de comparer la variabilité phénotypique.
- Procéder à une étude plus poussée sur l'alimentation steppique et son effet sur les caractéristiques de production laitière et viandeuse.
- Transfert de nouvelles technologies modernes qui existent en Algérie dans l'espèce caprines, il s'agit de la conservation des semences et l'insémination artificielle. L'application de ces biotechnologies en réel protège les ressources indigènes du risque de brassage génétique et de la consanguinité.
- L'aspect économique des systèmes d'élevage traditionnels est d'une importance capitale, il permet d'évaluer la rentabilité des systèmes adoptés par les communautés rurales. Pour cela, nous proposons la conduite d'une autre étude qui prendra en compte cet aspect.
- Relancement de l'artisanat locale en utilisant les produits caprins délaissés tel que le cuir et les poils, afin que ce domaine occupe une place importante dans les exportations.
- Le problème du parasitisme ne doit pas être négligé et il est recommandé de vérifier dans les futures études l'effet sur les performances animales.
- Le manque voire l'absence de vulgarisation est l'une des causes du déclin de la diversité génétique animale locale ce qui entrave la durabilité du système d'élevage traditionnel de cette communauté rurale. La caractérisation et la gestion des ressources génétiques caprines locales en Algérie nécessitent la coordination et la mise en place d'un travail collectif dont l'acteur central est l'éleveur. Ce dernier contribuera à l'évolution et à la conservation des ressources animales locales selon son objectif principal de production et qui est d'avoir plus de revenu en espèce, il pratique des croisements non contrôlés ce qui entraîne un déclin des races pures. Ceci contribue à discréditer les races locales de manière quasi définitive, considérées comme des races peu productives lorsqu'elles sont comparées aux races étrangères (notamment européennes), surtout si on ne tient pas compte de la

## CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

différence du milieu d'élevage. De ce fait, une sensibilisation de l'éleveur apparaît comme primordiale.

- Une association des éleveurs caprins apparaît comme capitale afin de préserver cette richesse génétique qui pourrait être perdue avant d'être utilisée pour aider les agriculteurs et éleveurs à relever les défis de productions animales actuels et futurs.
- Promouvoir aux niveaux national et régional le besoin d'un diagnostic d'ensemble de l'état des ressources génétiques animales domestiques, une analyse des priorités de conservation et d'exploitation/sélection, ainsi qu'une mise en congruence des politiques de conservation et de développement de l'élevage, couplée aux nécessaires actions de communication vers les parties prenantes.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Acharya R.M., Gupta U.D., Sehgal J.P. et Singh M., 1995. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. *Small Ruminant Research*, 18(3), 245-248.
- 2) Achi Y.L., Zinsstag J., Yèò N., Dea V. et Dorchie P.H., 2003. Epidémiologie des helminthoses des moutons et des chèvres dans la région des savanes du Nord de la Côte d'Ivoire. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 154(3), 179-188.
- 3) AFNOR, 1985. Aliments des animaux: méthodes d'analyses françaises et communautaires: recueil de normes françaises. *Association Française de Normalisation*, Paris, France, 399p.
- 4) Akpa G.N., Duru S. et Amos T.T., 1998. Influence of strain and sex on estimation of within-age-group body weight of Nigerian Maradi goats from their linear body measurements. *Tropical Agriculture-London (Trinidad and Tobago)*, 75(4), 462-467.
- 5) Alade N.K., Mbap S.T. et Kwari I.D., 2008. Breed and environmental effects on linear measurements of goats in a semi-arid region of Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(6), 689-694.
- 6) Alderson G.L.H., 1999. The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. *Ressources Génétiques Animales*, 25, 45-55.
- 7) Alexandre G., Arquet R., Fleury J., Troupé W., Boval M., Archimède H., Mahieu M. et Mandonnet N., 2012. Systèmes d'élevage caprins en zone tropicale: analyse des fonctions et des performances. *Productions Animales*, 25(3), 305.
- 8) Al-Ghalban A.M., Tabbaa M.J. et Kridli R.T., 2004. Factors affecting semen characteristics and scrotal circumference of Damascus bucks. *Small Ruminant Research*, 53(1-2), 141-149.
- 9) Amellal R., 1995. La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000, *Option Méditerranéennes*, B, 14, 229-238.
- 10) Amiot J, Lapointe-Vignola C., Fondation de technologie laitière de Québec et al., 2002. Science et technologie du lait: transformation du lait. *Presses internationales Polytechniques*, 600p.
- 11) Ammar H., Bodas R., Younes M.B. et López S., 2011. Goat breeding systems in the South of Tunisia (Tataouine). Economic, social and environmental sustainability in sheep and goat production systems. Zaragoza CIHEAM/FAO/CITADGA, *Options Méditerranéennes*, A, 100, 283-288.

- 12) Amroun .T.T. et Zerrouki N., 2011. Influence des saisons et de l'alimentation sur la composition du lait de chèvres bédouines (*capra hircus*). Le 22<sup>ème</sup> Forum des Sciences Biologiques de l'Association Tunisienne des Sciences Biologiques (ATSB), du 28 au 31 mars 2011, 4 pages.
- 13) Amroun T.T. et Zerrouki N., 2014. Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Rencontres Recherches Ruminants*, 21, 293.
- 14) Analla M., Jiménez-Gamero I., Muñoz-Serrano A., Serradilla J. M. et Falagán A., 1996. Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and protein contents of milk from Murciano-Granadina goats. *Journal of Dairy Science*, 79(10), 1895-1898.
- 15) ANDI, 2013. Wilaya de Laghouat. Agence Nationale de Développement de l'Investissement, 20p.
- 16) Andrieu J. et Weiss P., 1981. Prévion de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses. In Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants, *Edition INRA Publications*, Versailles, France. pp. 61-79.
- 17) ANIREF, 2013. Rubrique Monographie Wilaya: Wilaya de Laghouat. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière, 9p.
- 18) Arandas J.K.G., da Silva N.M.V., Nascimento R.D.B., Pimenta Filho E.C., Albuquerque Brasil L.H.D. et Ribeiro M.N., 2017. Multivariate analysis as a tool for phenotypic characterization of an endangered breed. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 152-158.
- 19) Ataşođlu C., Uysal-Pala C. et Karagül-Yüceer Y., 2009. Changes in milk fatty acid composition of goats during lactation in a semi-intensive production system. *Archives Animal Breeding*, 52(6), 627-636.
- 20) Ba Diao M., Gueye A. et Seck, M., 1994. Facteurs de variation de la production laitière des caprins en milieu peul. In Proceedings of the third Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network (Eds. Lebbie S.H.B., Kagwini E.), UICC, Kampala, Uganda 5-9 December 1994. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya, 326p.
- 21) Bagley M.N., 2006. Meat goat breeds. Breeding Management and 4-H Market Goat Management. *Journal of Dairy Science*, 28, 30-5.
- 22) Banerjee A. K., Animut G. et Ermias E., 2000. Selection and breeding strategies for increased productivity of goats in Ethiopia. *The opportunities and challenges of enhancing goat production in east Africa*, 10, 70-79.

- 23) Baroudi D., Khelef D., Goucem R., Adjou K., Bendali F. et Xiao L., 2011. La cryptosporidiose du chevreau dans quelques bergeries de la région d'Alger. *Rencontres Recherches Ruminants*, 18, 276.
- 24) Barret J.P., 2012. Zootechnie générale. Edition Paris Tec et Doc-Lavoisier, 339p.
- 25) Barry A.M., Pandey V.S., Bah S. et Dorny P., 2002. Etude épidémiologique des helminthes gastro-intestinaux des caprins en Moyenne Guinée. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 55(2), 99-104.
- 26) Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A. et Hendrickx G., 2003. Parasitisme des petits ruminants dans la zone périurbaine de Sokodé, Togo. II. Caprins. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 56(1-2), 51-56.
- 27) Belew M.A. et Adewole A.M., 2009. Goat milk: A feasible dietary based approach to improve the nutrition of orphan and vulnerable children. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(10), 1711-1714.
- 28) Benaissa M.E-H., 2008. Contribution à l'étude des performances zootechniques de deux populations caprines locales (Arbia et Cherkia) dans la région des Oasis Est Algérien. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieur Vétérinaire d'Alger.
- 29) Bencheikh F. et Oulad Belkhir A., 2015. Caractérisation phénotypique des populations caprines dans la zone d'Ouargla. Mémoire de Master, université Kasdi Merbah d'Ouargla, Algérie, 48p.
- 30) Bencherif S., 2013. L'élevage agropastoral de la steppe algérienne dans la tourmente: enquêtes et perspectives de développement. *Mondes en Développement*, 1(161), 93-106.
- 31) Bendiaf H., 2011. Contribution à l'étude de la distomatose à *fasciola hepatica* (Linné, 1758): Aspects parasitologique et sérologique. Mémoire de Magister, université Mentouri de Constantine, Algérie, 117p.
- 32) Bensaadi M., 2016. Caractérisation phénotypique des populations caprines dans la région d'Oued Souf. Mémoire de Master, université Kasdi Merbah d'Ouargla, Algérie, 37p.
- 33) Benyoub K.Q., 2016. Caractérisation morphologique, typologie de l'élevage caprin et étude physico chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Master, université de Tlemcen, Algérie, 100p.
- 34) Bey D. et Laloui S., 2005. Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (Biskra). Mémoire de Docteur Vétérinaire, université de Batna, 60p.

- 35) Bocquier F. et Caja G., 2001. Production et composition du lait de brebis: effets de l'alimentation. *Productions Animales*, 2 (14), 129-140.
- 36) Boukhobza M.H., 1982. L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie. *Edition Office des Publications Universitaires (O.P.U.)*, Alger, 458p.
- 37) Boumendjel M., Feknous N., Mekidèche F., Dalichaouche N., Feknous I, Touafchia L., Metalaoui N. et Zenki R., 2017. Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products*, 5(2), 492-506.
- 38) Boyazoglu J., Hatziminaoglou I. et Morand-Fehr P., 2005. The role of the goat in society: past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research*, 60(1-2), 13-23.
- 39) Cabaret J., 2004. Parasitisme helminthique en élevage biologique ovin: réalités et moyens de contrôle. *Productions Animales*, 2 (17), 145-154.
- 40) Cam M.A., Olfaz M. et Soydan E., 2010. Possibilities of using morphometrics characteristics as a tool for body weight prediction in Turkish hair goats (Kilkeci). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(1), 52-59.
- 41) Camps G., 1978. Origines de la domestication en Afrique du nord et au Sahara. *Outre-Mers, Revue d'histoire*, 65(240), 363-376.
- 42) Carneiro H., Louvandini H., Paiva S.R., Macedo F., Mernies B. et McManus C., 2010. Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. *Small Ruminant Research*, 94(1-3), 58-65.
- 43) Causapé A.C., Quilez J., Sánchez-Acedo C., del Cacho E. et López-Bernad F., 2002. Prevalence and analysis of potential risk factors for *Cryptosporidium parvum* infection in lambs in Zaragoza (northeastern Spain). *Veterinary Parasitology*, 104(4), 287-298.
- 44) Cazar R.A., 2003. An exercise on chemometrics for a quantitative analysis course. *Journal of Chemical Education*, 80(9), 1026-1029.
- 45) Chaker S. et Espérandieu G., 1994. Chèvre. Encyclopédie berbère. *Editions Peeters*, p. 1913-1918.
- 46) Chambon F., 1990. La cryptosporidiose du chevreau: enquête et essai thérapeutique. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, université de Nantes, 145p.
- 47) Chartier C. et Hoste H., 1994. Anthelmintic treatments against digestive-tract nematodes in grazing dairy goats with high or low levels of milk production. *Veterinary Research*, 25, 450-457.

- 48) Chehma A., Longo H.F. et Belbey A., 2003. Utilisation digestive de régimes à base de rebuts de dattes chez le dromadaire et le mouton. *Revue Courrier du Savoir*, 3, 17-21.
- 49) Chellig R., 1978. La production animale de la steppe. In Congrès sur le nomadisme en Afrique, Addis-Abbéba, 6-10 février 1978, 96-112.
- 50) Chiejina S.N., 1986. The epizootiology and control of parasitic gastroenteritis of domesticated ruminants in Nigeria. *Helminthological Abstracts*, 55(11), 413-429).
- 51) Chilliard Y. et Bocquier F., 2000. Direct effects of photoperiod on lipid metabolism, leptin synthesis and milk secretion in adult sheep. 9<sup>th</sup> international Symposium on Ruminant Physiology, Pretoria (ZAF), 18-22/10/1999, In Cronjé P.B. (Ed), *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*, 205-223.
- 52) Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J. et Lamberet G., 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86(5), 1751-1770.
- 53) Ciappesoni G., Pribyl J., Milerski M. et Mares V., 2004. Factors affecting goat milk yield and its composition. *Czech Journal of Animal Science*, 49(11), 465-473.
- 54) Cockenpot A., 2013. Etude des facteurs de variation de l'excrétion parasitaire mesurée par analyse coproscopique chez le mouflon méditerranéen (*Ovis Gmelini Musimon X Ovis Sp.*) dans le massif du Caroux-Espinouse. Thèse de Docteur Vétérinaire, Campus Vétérinaire de Lyon, VETAGRO SUP, 152p.
- 55) Commission Nationale AnGR, 2003. Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 46p.
- 56) Daget P. et Godron, M., 1995. Pastoralisme: troupeaux, espaces et sociétés. Ouvrage collectif, Hatier-UREF/AUPELF, 510p.
- 57) de Almeida A.M. et Cardoso L.A., 2008. Animal production and genetic resources in Guinea Bissau: II- Tombali province. *Tropical Animal Health and Production*, 40(7), 537-543.
- 58) Degen A.A., 2007. Sheep and goat milk in pastoral societies. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 7-19.
- 59) Decaen C. et Turpault J., 1969. Essai d'implantation d'un troupeau de chèvres de race Alpine en MITIZA. INRAA.MARA.
- 60) Dekkiche Y., 1987. Etude des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et de deux populations locales (Mekatia et Arabia) en élevage intensif dans une zone steppique (Laghout). Thèse Ingénieur en Agronomie (Productions Animales), ENSA, El-Harrach, 120p.

- 61) Delafosse A., Castro-Hermida J.A., Baudry C., Ares-Mazás E. et Chartier C., 2006. Herd-level risk factors for *Cryptosporidium* infection in dairy-goat kids in western France. *Preventive Veterinary Medicine*, 77(1-2), 109-121.
- 62) Deleule M, 2016. Evolution des systèmes d'élevage dans les steppes du Maghreb: enjeux et perspectives. Mémoire de Master 2, GIEBIOTE, Université de Sherbrooke, Canada, 95p.
- 63) Delgado J.V., Barba C., Camacho M.E., Sereno F.T.P.S., Martínez A. et Vega-Pla J.L., 2001. Caracterización de los animales domésticos en España. *Animal Genetic Recursos genéticos animales*, 29, 7-18.
- 64) Demarquilly C. et Weiss P., 1970. Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages, *Inra Éditions*, Versailles, France, 64 p.
- 65) Devendra C. et Burns M., 1983. Goat production in the tropics. Commonwealth agricultural Bureaux, *Farnham Royal Bucks England*, 183p.
- 66) Diffloth P., 1926. Zootechnie: Mouton, chèvre, porc. Encyclopédie Agricole, *Edition Baillière*, Paris, 418p.
- 67) Dilmi Bouras A., 2008. Filière lait: Exemple de l'Algérie. In Séminaire internationale Filière lait: Productions et Biotechnologies, les 02 et 03 décembre 2008, Chlef, Algérie, 24p.
- 68) Djari M.S. et Ghribeche M.T., 1981. Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'étude ITA, Mostaganem, 170p.
- 69) Djouza L. et Chehma A., 2018. Caractéristiques phénotypiques de la chèvre «Arbia» élevée dans le Sud-Est Algérien. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 19(5), 17p.
- 70) Dossa L.H., Wollny C. et Gaulty M., 2007. Spatial variation in goat populations from Benin as revealed by multivariate analysis of morphological traits. *Small Ruminant Research*, 73(1-3), 150-159.
- 71) Doyon A., Tremblay G., Cinq-Mars D. et Chouinard Y., 2005. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre: revue des travaux récents. In Colloque sur la chèvre: L'innovation, un outil de croissance!, vendredi 7 octobre 2005, Saint-Hyacinthe, Québec, Canada, CRAAQ, 23p.
- 72) DPAT, 2010. Monographie de Laghouat. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire, 20p.

- 73) Dunne J., di Lernia S., Chødnicki M., Kherbouche F., Evershed R.P., 2018. Timing and pace of dairying inception and animal husbandry practices across Holocene North Africa. *Quaternary International*, 471, 147-159.
- 74) Dulphy J.P., Jouany J.P., Martin-Rosset W. et Thériez M., 1994. Aptitudes comparées de différentes espèces d'herbivores domestiques à ingérer et digérer des fourrages distribués à l'auge. *Annales de Zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 43(1), 11-32.
- 75) Dupuy C., Bernezat O., Boccazzia A. et Van Albada A.M., 2002. Les relations entre les humains et les animaux domestiques dans l'art rupestre du Sahara. Colloque de Domestication Animale, Villeurbanne, France, p. 19-23.
- 76) Egwu G.O., Onyeyili P.A., Chibuzo G.A. et Ameh J.A., 1995. Improved productivity of goats and utilisation of goat milk in Nigeria. *Small Ruminant Research*, 16(3), 195-201.
- 77) El Otmani S., Hillal S. et Chentouf M., 2013. Milk production and composition of «Beni Arouss» North Moroccan local goat. In 8<sup>th</sup> International Seminar FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats, Tangier, Morocco, *Options Méditerranéennes*, A, 108, 457-460.
- 78) Epstein H., 1953. The dwarf goat of Africa. *East African Agricultural Journal*, 18(3), 123-32.
- 79) Epstein H., 1971. The origin of the domestic animals of Africa. *Africana publishing corporation*, Londres, p. 2-719.
- 80) Escareño L., Salinas-González H., Wurzinger M., Iñiguez L., Sölkner J. et Meza-Herrera C., 2013. Dairy goat production systems: status quo, perspectives and challenges. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 17-34.
- 81) Espérandieu G., 1975. Art animalier dans l'Afrique antique. Imprimerie officiel 7 et 9, Tue Tollier, Alger, p. 10-12.
- 82) Fahey G.C., 1994. Forage quality, evaluation, and utilization. In National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization, 13-15 April 1994, university of Nebraska, American Society of Agronomy. *Crop Science Society of America*, 998p.
- 83) Fajemilehin O.K.S. et Salako A.E., 2008. Body measurement characteristics of the West African Dwarf (WAD) Goat in deciduous forest zone of Southwestern Nigeria *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2521-2526.
- 84) Fantazi K., 2004. Contribution à l'étude du polymorphisme des caprins d'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister, ENSA, El-Harrach, Algérie, 94p.

- 85) Fantazi K., Tolone M., Amato B., Sahraoui H., di Marco L.P.V., La Giglia M., Gouar S.B.S et Vitale M., 2017. Characterization of morphological traits in Algerian indigenous goats by multivariate analysis. *Genetics and Biodiversity Journal*, 1(2), 20-30.
- 86) FAO, 2007. Plan d'action mondial pour les ressources zoogénétiques et déclaration d'Interlaken. Conférence technique internationale sur les ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, Interlaken, Suisse 3-7 septembre 2007. Rome, Italie, 42p.
- 87) FAO, 2011. Draft guidelines on phenotypic characterization of animal genetic resources. Commission on genetic resources for food and agriculture. Thirteenth regular session, Food and Agriculture Organization of the United States, Rome, Italy, 78p.
- 88) FAO, 2012. Phenotypic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines, Rome, Italy, 11, 142p.
- 89) FAO, 2014a. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: Ouvrir l'agriculture familiale à l'innovation. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 12p.
- 90) FAO, 2014b. Characterization and value addition to local breeds and their products in the Near East and North Africa. In Regional Workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 2012, *Animal Production and Health*, Report No. 3 (Rome), 1-39.
- 91) FAO, 2015. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: protection sociale et agriculture, briser le cercle vicieux de la pauvreté rurale. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 6p.
- 92) FAO, 2016. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 191p.
- 93) FAO, 2017. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. <http://www.fao.org/publications/sofa/2017/fr>
- 94) FAOSTAT. 2019. Statistics of Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA.%20Accessed%20%20September%202019>
- 95) Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J. et Hemptienne J-L., 2011. Ecologie: Approche scientifique et pratique. Lavoisier, 6<sup>ème</sup> édition, 488p.
- 96) Faye B., Saint-Martin G., Bonnet P., Bengoumi M. et Dia M.L., 2007. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, Sanofi, 126p.
- 97) Fayer R., 2004. Cryptosporidium: a water-borne zoonotic parasite. *Veterinary parasitology*, 126(1-2), 37-56.

- 98) Flamant J.C. et Morand-Fehr P., 1987. Le matériel animal dans ses rapports avec les systèmes de production: conséquences pour son évaluation. In *Symposium «PHILOETIOS», Santarem (Portugal), September (1987), 23-25.*
- 99) Frandson R.D. et Elmer, H.W., 1981. Anatomy of the male Reproductive system. In *Frandsen RD Ed, Anatomy and Physiology of farm Animals, 430-442.*
- 100) Freund G., 1996. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque n 81 sur le lait de chèvre, un atout pour la santé, Niort, France, *Editions INRA, 193p.*
- 101) Galal S., 2005. Biodiversity in goats. *Small Ruminant Research, 60(1-2), 75-81.*
- 102) Galaty J.G et Johnson D.L., 1990. Introduction: Pastoral systems in global perspective. In *The world of pastoralism: Herding systems in comparative perspective, 1-31.*
- 103) Gefu J.O., Adu I.F., Alawa C.B.I. et Magaji S.O., 1994. Characteristics of smallholder sheep and goat management practices in South East Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Production, 21, 127-135.*
- 104) Guelmaoui S. et Abderrahmani H., 1995. Contribution à la connaissance des races caprines algériennes: cas de la race M'ZAB. Thèse d'Ingénieur en Agronomie, ENSA, El-Harrach, Alger, Algérie.
- 105) Gentesse N., 2010. Les bases de l'alimentation fourragère. *Belisle Solution-Nutrition Inc. 65p.*
- 106) Geoffroy St.H., 1919. L'élevage dans l'Afrique du Nord: Algérie-Maroc-Tunisie. *Edition Challamel, Paris, 530p.*
- 107) Goby J.P., Rochon J.J. et Schmid J., 1994. Étude du pâturage de caprins en sous-bois de chênes lièges dans les Pyrénées Orientales (France). In *Grazing behaviour of goats and sheep (Gordon I.J et Rubino R.), CIHEAM, Zaragoza, Spain. Cahiers Options Méditerranéennes, 5, 69-82.*
- 108) Gopalakrishnan C.A. et Lal G.M.M., 1993. Livestock and poultry enterprises for rural development. *Vikas Publishing House, New Delhi, India, 1096p.*
- 109) Guillaume V., 2007. Parasitologie, fiches pratiques: Auto-évaluation, Manipulation. De Boeck, 1<sup>ère</sup> édition, 183p.
- 110) Güney O., Torun O., Özuyanık O. et Darcan N., 2006. Milk production, reproductive and growth performances of Damascus goats under northern Cyprus conditions. *Small Ruminant Research, 65(1-2), 176-179.*

- 111) Habbi W., 2014. Caractérisation phénotypique de la population caprine de la région de Ghardaïa. Thèse d'ingénieur en Agronomie, université Kasdi Merbah, Ouargla, 43p.
- 112) Hadbaoui I., 2013. Les parcours steppiques dans la région de M'Sila: quelle gestion pour quel devenir. Mémoire de Magister, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 139p.
- 113) Haenlein G.F.W., 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155-163.
- 114) Hagan J.K., Apori S.O., Bosompem M., Ankobea G. et Mawuli A., 2012. Morphological characteristics of indigenous goats in the coastal savannah and forest eco-zones of Ghana. *Journal of Animal Science Advances*, 2(10), 813-821.
- 115) Hansen P.J., 1990. Effects of coat colour on physiological responses to solar radiation in Holsteins. *Veterinary record*, 127(13), 333-334.
- 116) Hassan N.I. et Shaker B., 1990. Goat resources in Arab States. *The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)*, Damascus, Syria, 148p.
- 117) Hassan F.A., Blench R.M. et MacDonald K.C., 2000. Climate and cattle in North Africa: a first approximation. In *The origins and development of African livestock: Archaeology, Genetics, Linguistics and Ethnography*. London: University College London Press, p. 61-86.
- 118) Hellal F., 1986. Contribution à la connaissance des races caprines algériennes: Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord. Thèse d'Ingénieur en Agronomie, ENSA, El-Harrach, Algérie, 78p.
- 119) Henriksen S.A. et Pohlenz J.F.L., 1981. Staining of cryptosporidia by a modified Ziehl-Neelsen technique. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 22(3-4), 594-596.
- 120) Hirst K.K., 2018. The domestication of goats. <https://www.thoughtco.com/the-domestication-history-of-goats-170661>
- 121) Hoar B.R., Atwill E.R., Elmi C. et Farver T.B., 2001. An examination of risk factors associated with beef cattle shedding pathogens of potential zoonotic concern. *Epidemiology et Infection*, 127(1), 147-155.
- 122) Hocini R., 2015. Enquête sur les parasitoses chez les caprins a Laghouat. Mémoire de Master, université Amar Téliidji de Laghouat, 49p.
- 123) Hoste H., Le Frileux Y., Pommaret A., Gruner L., Van Quackebecke E. et Kock C., 1999. Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France. *Productions Animales*, 5 (12), 377-389.
- 124) Hoste H., Ehrhardt N., Paraud C., Rieux A., Mercier P., Valas S., Andreoletti O., Corbiere F., Schelcher F., Lacroux C., de Cremoux R. et Alvinerie M., 2012. Recherche en

pathologie caprine: applications et perspectives. *INRA Productions Animales*, 25(3), 245-258.

125) Huart du Plessis, 1919. La chèvre: Races-Elevage-Exploitation. *Edition Librairie Agricole de la maison rustique*, Paris, 156p.

126) Ifut O.J., Essien A.I. et Udoh D.E., 1991. The conformation characteristics of indigenous goats reared in southwestern tropical humid Nigeria. *Beiträge zur tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin*, 29, 215-222.

127) Iñiguez L., 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and the Inter-Andean valleys. *Small ruminant research*, 51(2), 137-144.

128) INRA, 1984. Pratique de l'alimentation des bovins: nouvelles recommandations alimentaires de l'INRA. 2<sup>ème</sup> édition, 160 pages.

129) INRA, 2018. Alimentation des ruminants. *Éditions Quæ*, Versailles, France, 728 p.

130) Institut de l'élevage, 2016. Résultats de contrôle laitier: Espèce caprine. FCL, 16p.

131) Islam K.B.M.S. et Taimur M.J.F.A., 2008. Helminthic and protozoan internal parasitic infections in free ranging small ruminants of Bangladesh. *Slovenian Veterinary Research*, 45(2), 67-72.

132) Jaitner J., Sowe J., Secka-Njie E. et Dempfle L., 2001. Ownership pattern and management practices of small ruminants in The Gambia-implications for a breeding program. *Small ruminant research*, 40(2), 101-108.

133) Jansen C. et van den Burg K., 2004. L'élevage des chèvres dans les zones tropicales. *Fondation Agromisa*, Wageningen, 103p.

134) Jeffery H.B. et Berg R.T., 1972. An evaluation of several measurements of beef cow size as related to progeny performance. *Canadian Journal of Animal Science*, 52(1), 23-37.

135) Jenot F., Bossis N., Cherbonnier J., Fouilland C., Guillon M.P., Lauret A., Letourneau P., Poupin B. et Reveau A., 2000. Les taux du lait de chèvres et leur variation. *L'Éleveur de Chèvres*, 7, 10p.

136) Kadi S. A., Hassini F., Lounas N. et Mouhous, A., 2013. Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. In 8<sup>th</sup> International Seminar of the FAO-CIHEAM Subnetwork on Sheep and Goats Production Systems "Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations" Tanger, Maroc, 11 to 13 June 2013, 11-13.

137) Kassahun A., 2004. The State of Ethiopia's Farm Animal Genetic Resources: Country Report: A Contribution to the First Report on the State of the World's Animal

Genetic Resources, *ESAP (Ethiopian Society of Animal Production) Newsletter*, 10, Addis Ababa, Ethiopia.

138) Katongole J.B.D., Sebolai B. et Madimabe M.J., 1994. Morphological Characterisation of the Tswana goat. In *Small Ruminant Research and Development in Africa*. Proceeding of the third Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, UICC, Kampala, Uganda, 43-47.

139) Kebede T., Haile A. et Dadi H., 2012. Smallholder goat breeding and flock management practices in the central rift valley of Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 44(5), 999-1006.

140) Kerbaa A., 1995. Base des données sur les races caprines en Algérie. Base de données FAO, *édition FAO*, Rome, Italie, p.19-39.

141) Kerkhouche K., 1979. Etude des possibilités de mise en place d'une chèvrerie à vocation fromagère dans la région de Draa Ben Khedda éléments de réflexion sur un projet d'unité caprine. Thèse Ingénieur d'Agronomie, ENSA, El-Harrach, Algérie, 72p.

142) Khargharia G., Kadirvel G., Kumar S., Doley S., Bharti P.K. et Das M., 2015. Principal component analysis of morphological traits of Assam Hill goat in eastern Himalayan India. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(5), 1251-1258.

143) Khallaayoune K. et El Hari M., 1991. Variations saisonnières de l'infestation par *Fasciola hepatica* chez la chèvre dans la région du Haouz (Maroc). *Annales de Recherches Vétérinaires*, 22(2), 219-226.

144) Khelifi Y., 1999. Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. In Rubino R. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). Systems of sheep and goat production: Organization of husbandry and role of extension services. *Options Méditerranéennes*, A, Séminaires Méditerranéens; 38, 245-247.

145) Khemici E., Lounis A., Mamou M., Sebâa-Abdelkader M., et 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*, BioMed central, 27(6), 503-517.

146) Khemici E., Mamou M., Lounis A., Bounihi D., Ouachem D., Merad T., et Boukhetala K., 1996. Etude des ressources génétiques caprines de l'Algérie du nord à l'aide des indices de primarité. *Animal Genetic Resources Information*, 17, 61-71.

147) Koeslag J., den Hertog G. et Blauw H., 2015. L'élevage de chèvres: Conseils pratiques pour les petits éleveurs. *Agromisa*, 4<sup>ème</sup> édition, Wageningen, Pays-Bas, 103p.

- 148) Koné A.R., 1987. Valeur nutritive des ligneux fourragers des zones sahélienne et soudanienne d'Afrique occidentale. Recherche d'une méthode simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur azotée. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles, Nutrition, université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 177p.
- 149) Kosgey I.S., Baker R.L., Udo H.M.J. et 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.
- 150) Kouniba A., Berrada M. et El Marakchi A., 2007. Étude comparative de la composition chimique du lait de chèvre de la race locale Marocaine et la race alpine et évaluation de leur aptitude fromagère. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 158(3), 152-160.
- 151) Kridli R.T., Tabbaa M.J., Sawalha R.M. et Amashe M.G., 2005. Comparative study of scrotal circumference and semen characteristics of mountain black goat and its crossbred with Damascus goat as affected by different factors. *Jordan Journal Agricultural Sciences*, 1(1), 18-25.
- 152) Lachica M. et Aguilera J.F., 2003. Estimation of energy needs in the free-ranging goat with particular reference to the assessment of its energy expenditure by the 13C-bicarbonate method. *Small Ruminant Research*, 49(3), 303-318.
- 153) Lachica M. et Aguilera J.F., 2005. Energy needs of the free-ranging goat. *Small Ruminant Research*, 60(1-2), 111-125.
- 154) Landais E., 1992. Principes de modélisation des systèmes d'élevage. *Cahiers de la Recherche-Développement*, 32, 82-95.
- 155) Laouadi M., Tennah S., Kafidi N., Antoine-Moussiaux N. et Moula N., 2018. A basic characterization of small-holders' goat production systems in Laghouat area, Algeria. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 8(1), 24.
- 156) Laoubi K., Boudi M., Adel M. et Yamao M., 2011. Exploring family farm development in dryland agricultural areas: A case study of the Laghouat region of Algeria. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6), 1303-1312.
- 157) Lauvergne J.J., 1988. Le peuplement caprin du rivage nord de la méditerranée. *Ethnozootechnie*, 41, 25-32.
- 158) Leborgne M-C., Bréchet C., Delteil L. et Fournier E., 2013. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. *Educagri éditions*, 3<sup>ème</sup> édition, 356p.
- 159) Le Houerou H.N., 1980. Les fourrages ligneux en Afrique du nord: Etat actuel des connaissances. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, 8-12 April 1980, Centre International pour l'Élevage en Afrique, Addis Abeba, Ethiopia, pp. 57-84.

- 160) Lê S., Josse J. et Husson F., 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18.
- 161) Levine N.D., 1963. Weather, climate, and the bionomics of ruminant nematode larvae. *Advances in Veterinary Science*, 8, 215-261.
- 162) Levine N.D. et Todd K.S., 1975. Micrometeorological factors involved in development and survival of free-living stages of the sheep nematodes *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. A review. *International journal of biometeorology*, 19(3), 174-183.
- 163) Lhoste P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. Cahiers de la Recherche-Développement, 3-4, 84-88.
- 164) Madani T., Yakhlef H. et Abbache N., 2003. Les races bovines, ovines, caprines et camelines. Tome X: Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie. *Recueil des Communications Atelier 3*, 22-23 janvier 2003, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- 165) Madani T., Sahraoui H. et Benmakhlouf H., 2015. L'élevage caprin en Algérie: systèmes d'élevage, performances et mutations. In Workshop national sur la valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs, Alger, Algérie, 2-3 mars 2015.
- 166) MADR, 2018. Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement Rural, Algérie.
- 167) Mage C., 2008. Parasites des moutons: prévention, diagnostic, traitement. *Edition France Agricole*, 2<sup>ème</sup> édition, 115p.
- 168) Makhlouf M., Montaigne E. et Tessa A., 2015. La politique laitière algérienne: entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation. *New Medit*, 14(1), 12-23.
- 169) Makhlouf M. et Montaigne E., 2017. Impact de la nouvelle politique laitière algérienne sur la viabilité des exploitations laitières. *New Medit*, 16(1), 2-10.
- 170) Manallah I. et Dekhili M., 2011. Caractérisation morphologique des caprins dans la zone des hautes plaines de Sétif. *Agriculture*, 2, 7-13.
- 171) Manallah I., 2012. Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de Magister en Agronomie, université Ferhat Abbas de Sétif, Algérie, 63p.
- 172) Mandonnet R.N., Alexandre G., Naves M. et Asselin S., 2006. Sauvegarde et sélection de la population caprine Créole en Guadeloupe. *Rencontre Recherche Ruminants*, 13, 259.

- 173) MAP., 1986. Organisation et amélioration des élevages camélins. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Rapport, 36p.
- 174) Margolis L., Esch G. W. Holmes J. C. Kuris A. M. et Schad G., 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology*, 68(1), 131-133.
- 175) Martini M., Salari F., Altomonte I., Rignanese D., Chessa S., Gigliotti C. et Caroli A., 2010. The Garfagnina goat: a zootechnical overview of a local dairy population. *Journal of Dairy Science*, 93(10), 4659-4667.
- 176) Mason I.L., 1969. A world dictionary of livestock breeds, types and varieties. 2<sup>nd</sup> (revised) edition. Farnham Royal, Bucks, England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 268p.
- 177) Mason I.L., 1984. Evolution of domesticated animals. *Longman; First Edition*, 452p.
- 178) Maurer J., Berger T., Amrein R. et Schaeren W., 2013. Critères de qualité pour le lait de chèvre et de brebis: exigences et valeurs indicatives ainsi que propositions pour un paiement du lait selon des caractéristiques qualitatives. *Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux, ALP-Haras*, forum n°97, 16p.
- 179) Mwacharo J.M., Okeyo A.M., Kamande G.K. et Rege J.E.O., 2006. The small East African shorthorn zebu cows in Kenya. I: Linear body measurements. *Tropical Animal Health and Production*, 38(1), 65-74.
- 180) Mazoyer M., 2002. Activité et gestion de l'exploitation agricole. In Larousse agricole: le monde paysan au 21<sup>e</sup> siècle, *édition Larousse*, Paris, France, 767p.
- 181) Mazoyer M. et Roudart L., 2002. Histoire des agricultures du monde: du néolithique à la crise contemporaine. Collection *points histoire*, 307, 736p.
- 182) Mechraoui M. et Rezigui R., 2017. Contribution à l'étude de quelques mésoparasites sur des élevages caprins et ovins dans la région de Laghouat. Mémoire de Master, université Amar Telidji de Laghouat, 78p.
- 183) Mellado M., Valdez R., Garcia J.E., López R. et Rodriguez A., 2006. Factors affecting the reproductive performance of goats under intensive conditions in a hot arid environment. *Small Ruminant Research*, 63(1-2), 110-118.
- 184) Meradi S., 2012. Les strongles digestifs des ovins de la région de Batna (Algérie): Caractérisation, spécificités climatiques et indicateurs physiopathologiques. Thèse de Doctorat, université Hadj Lakhdar, Batna, 163p.

- 185) Missohou A., Ba A.C., Dieye P.N., Bah H., Lo A. et Guye S., 2000. Ressources génétiques caprines d'Afrique de l'Ouest: système de production et caractères ethniques. In *7<sup>ème</sup> Conférence internationale sur les caprins, Recueil des communications, INRA*, 15-18 mai 2000, Tours, France, p. 932-935.
- 186) MNT, 2011. Données du Modèle Numérique de Terrain. Mission de 17 octobre 2011, USGS, <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- 187) Morand-Fehr P., 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Ruminant Research*, 60(1-2), 25-43.
- 188) Morand-Fehr P. et Sauvans D., 1988. Alimentation des caprins. In Alimentation des bovins, ovins et caprins, *INRA*, Paris, pp. 281-304.
- 189) Moualek I., 2011. Caractérisation du lait de chèvre collecté localement: séparations chromatographiques et contrôles électrophorétiques des protéines. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 72p.
- 190) Moula N., Ait Kaki A., Touazi L., Farnir F., Leroy P. et Antoine-Moussiaux N., 2017. Goat breeding in the rural district of Chemini (Algeria). *Nature et Technology*, 16, 40-48.
- 191) Naciri M., 1994. Cryptosporidiose des ruminants et santé publique. *Point Vétérinaire*, 26, 875-881.
- 192) Nassif F. et El Amiri B., 2011. Promoting multidisciplinary research to improve goat production systems in Morocco. Boutonnet JP (ed.), Casasús I.(ed.), Chentouf M.(ed.), Gabiña D.(ed.), Joy M.(ed.), López-Francos A.(ed.), Morand-Fehr P.(ed.), Pacheco F.(ed.). Economic, social and environmental sustainability in sheep and goat production systems. Zaragoza, CIHEAM/FAO/CITAD GA, *Options Méditerranéennes*, A100, 299-303.
- 193) Nedjraoui-Driss D., 1981. Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation (*Artemisia herba-alba*. Asso, *Lygeum spartum* L. et *Stipa tenacissima* L.) des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, U.S.T.H.B., Alger, 156p.
- 194) Nessah K., 2017. Caractérisation de la race de chèvre «naine Kabyle» et des systèmes de son élevage dans la région de Tizi Ouzou (Algérie). Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, Algérie, 61p.
- 195) Norris D., Ngambi J.W., Benyi K. et Mbajiorgu C.A., 2011. Milk production of three exotic dairy goat genotypes in Limpopo province, South Africa. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(3), 274-281.

- 196) Ogola T.D.O. et Kosgey I.S., 2012. Breeding and development of dairy goats: eastern Africa experience. *Livestock Research for Rural Development*, 24(1).
- 197) ONS (Office National des Statistiques), 2019. Statistiques sociales. <http://www.ons.dz/>.
- 198) Osinowo O.A., Buvanendram V. et Koning N.L., 1988. A study of coat type, pigmentation and wattle incidence in Yankasa sheep and their effects on fertility and weaning weight. Paper presented at the 13<sup>th</sup> Annual Conference of the Nigeria Society for Animal Production at the University of Calabar, 20-24 March, 10p.
- 199) Ouchene-Khelifi N.A., Ouchene N., Maftah A., Da Silva A.B. et 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.
- 200) Ouchene-Khelifi N.A, Lafri M, Pompanon F, Ouhrouch A, Ouchene N, Blanquet V, Lensta J.A., Benjelloun B. et Da Silva A., 2018. Genetic homogeneity of North-African goats. *PLoS ONE*, 13(8), 1-15.
- 201) Parguel P., Corrot G. et Sauvée O., 1994. Variations du point de congélation et principales causes du mouillage du lait de vache. *Rencontres Recherches Ruminants*, 1, 129-132.
- 202) Park Y.W., 1994. Hypoallergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research*, 14(2), 151-159.
- 203) Polák J. et Frynta D., 2010. Patterns of sexual size dimorphism in cattle breeds support Rensch's rule. *Evolutionary Ecology*, 24(5), 1255-1266.
- 204) Provost A., Charray J., Coulomb J., Haumesser J.B., Planchenault D. et Pugliese P.L., 1980. Les petits ruminants d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Ouest: synthèse des connaissances actuelles. *Maisons-Alfort: GERDAT-IEMVT-Ministère de la coopération*, 295p.
- 205) Renner E., Schauen A. et Drathen M., 1996. Nutrition composition tables of milk and dairy products. Geissen Germany, Verlag, M. Drathen, 198-210.
- 206) Richard D., Hoste C. et Peyre De Fabrègues B., 1984. Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort: *CIRAD-IEMVT*, 162 p.
- 207) Richard D., 1987. Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Thèse doctorat en Sciences Naturelles, Nutrition, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 314p.
- 208) Riva J., Rizzo R., Marelli S. et Cavalchini L.G. 2004. Body measurements in Bergamasca sheep. *Small Ruminant Research*, 55(1), 221-227.

- 209) Robertshaw D., 1982. Concepts in animal adaptation: thermoregulation of the goat. In Proceedings of the third International Conference on Goat Production and Disease, *Dairy Goat Publishing Company*, Scottsdale, Arizona, 395-397.
- 210) Robertshaw D., 2006. Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. *Journal of Applied Physiology*, 101, 664-668.
- 211) Robinet A.H., 1967. La chèvre Rousse de Meradi: Son exploitation et sa place dans l'économie et l'élevage de la république du Niger. *Revue de l'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 20 (1), 129-186.
- 212) Rollan S., 2008. Comparatifs des laits de mammifères. *Association Kousmine Française*, 20, 4-5.
- 213) Rondia P., 2006. Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du nord. *Filière ovine et caprine*, 18, 11-14.
- 214) Roudj S., Bessadat A. et Karam N.E., 2005. Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 400.
- 215) Ruiz F.A., Castel J.M., Mena Y., Camúñez J. et González-Redondo P., 2008. Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). *Small Ruminant Research*, 77(2-3), 208-220.
- 216) Sadeler, 1949. Essai de croisement de la chèvre d'Algérie avec la race des Alpes. *Revue Elevage et culture en Afrique du Nord*, 5, 127-140.
- 217) Sahraoui H., Mamine F. et Madani T., 2017. Goat value chain in Algeria, sustainable development proposals to cope with changes. In Conference: Innovation for Sustainability in Sheep and Goats, Octobre 2017, 16p.
- 218) Salako A.E., 2006. Application of Morphological Indices in the Assessment of Type and Function in Sheep. *International Journal of Morphology*, 24(1), 13-18.
- 219) Sansthan LP-P. et Köhler-Rollefson I., 2005. Indigenous breeds, local communities: documenting animal breeds and breeding from a community perspective. Sadri, Rajasthan, India, Lokhit Pashu-Palak Sanstham, 66p.
- 220) Schmidely P., Meschy F., Tessier J. et Sauvant D., 2002. Lactation response and nitrogen, calcium, and phosphorus utilization of dairy goats differing by the genotype for  $\alpha$ s1-casein in milk, and fed diets varying in crude protein concentration. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2299-2307.

- 221) Senoussi A., 2011. Les systèmes pastoraux sahariens en Algérie; quel état pour quel devenir? In Séminaire sur «*L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb*», Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 21-24 Novembre 2011, 102-111.
- 222) Shongjia L., Xinagmo L., Gangy X. et Shenov C., 1992. Relationship between physical traits, litter size and milk yield in Saanen, Guanzhong and crossbred goats. In Proceedings of the International Conference on Goats, book of abstracts, New Delhi, India, 1, 83p.
- 223) Sicho W.M., Atwill E.R., Lanyon L.E. et George J., 2000. Cryptosporidia on dairy farms and the role these farms may have in contaminating surface water supplies in the northeastern United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 43(4), 253-267.
- 224) Soltner D., 1986. Alimentation des animaux domestiques. 17<sup>ème</sup> édition, sciences et techniques agricoles, 399p.
- 225) Soltner D., 1994. Alimentation des animaux domestiques. 20<sup>ème</sup> édition, Tome I: Les principes de l'alimentation pour toutes les espèces, édition sciences et techniques agricoles, 180p.
- 226) Sowande O.S. et Sobola O.S., 2008. Body measurements of West African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. *Tropical Animal Health and Production*, 40(6), 433-439.
- 227) Sraïri M.T., Ben Salem M., Bourbouze A., Elloumi M., Faye B., Madani T. et Yakhlef H., 2007. Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb. *Cahiers Agricultures*, 16(4), 251- 257.
- 228) Taouti K. et Tadj N., 2017. Enquête descriptive sur les mésoparasites chez les bovins et caprins dans la wilaya de Laghouat. Mémoire de Master, université Amar Telidji de Laghouat, 68p.
- 229) Théwis A., Bourbouze A., Compère R., Duplan J.-M. et Hardouin J., 2005. Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud. *INRA éditions*, 637p.
- 230) Tisserand J.L., Hadjipanayiotou M. et Gihad E.A., 1991. Digestion in goats. In Goat nutrition, Pudoc Wageningen, *EAAP Publication*, 46, 46-60.
- 231) Tixier-Boichard M., Ayalew W. et Jianlin H., 2008. Inventory, characterisation and monitoring of animal genetic resources. *Animal Genetic Resources Information*, 42, 29-47.
- 232) Tourrand J. F. et Landais E., 1996. Goat productivity in farming production systems of the Senegal River Delta. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 49(2), 168-173.

- 233) Traoré A., Tamboura H.H., Kaboré A., Yaméogo N., Bayala B. et Zaré I., 2006. Caractérisation morphologique des petits ruminants (ovins et caprins) de race locale "Mossi" au Burkina Faso. *Ressources Génétiques Animales*, 39, 39-50.
- 234) Trotz-Williams L.A., Martin S.W., Leslie K.E., Duffield T., Nydam D.V. et Peregrine A.S., 2007. Calf-level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(1-2), 12-28.
- 235) Yakubu A. et Akinyemi M.O., 2010. An evaluation of sexual size dimorphism in Uda sheep using multifactorial discriminant analysis. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 60(2), 74-78.
- 236) Yakubu A., Salako A.E., Imumorin, I.G., Ige A.O. et Akinyemi M.O., 2010. Discriminant analysis of morphometric differentiation in the West African Dwarf and Red Sokoto goats. *South African Journal of Animal Science*, 40(4), 381-387.
- 237) Yunusa A.J., Salako A.E. et Oladejo O.A., 2013. Principal component analysis of the morphostructure of Uda and Balami sheep of Nigeria. *International Research Journal of Agricultural Sciences*, 1(3), 45-51.
- 238) Vaissaire J.P., 2014. Mémento de zootechnie. *Editions France Agricole*, 267p.
- 239) Vargas S., Larbi A. et Sanchez M., 2007. Analysis of size and conformation of native Creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral systems in Puebla, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 39(4), 279-286.
- 240) Vigne J.D., 1988. Les grandes étapes de la domestication de la chèvre: une proposition d'explication de son statut en Europe occidentale. *Ethnozootechnie*, 41, 1-14.
- 241) Voutquenne L., Lavaud C., Massiot G. et Le Men-Olivier L., 2007. Structure activity relationships of haemolytic saponins. *Pharmaceutical Biology*, 40(4), 253-262.
- 242) Voutsinas L., Pappas C. et Katsiari M., 1990. The composition of Alpine goats' milk during lactation in Greece. *Journal of Dairy Research*, 57(1), 41-51.
- 243) Wilson R.T., 1986. Livestock production in central Mali: long-term studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system. *Research Report No 14*, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 112p.
- 244) Wilson R.T., 1988. Small ruminant production systems in tropical Africa. *Small Ruminant Research*, 1 (4), 305-325.
- 245) Wilson R.T. et 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.

- 246) Wilson R.T. et Light D., 1986. Livestock production in central Mali: Economic characters and productivity indices for traditionally managed goats and sheep. *Journal of Animal Science*, 62 (3), 567-575.
- 247) Zahraddeen D., Butswat I.S. et Mbap S.T., 2007. Factors affecting birth weight, litter size and survival rates of goats in Bauchi, Nigeria. *Animal Production Research Advances*, 3(1), 46-51.