



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Mohamed Chérif Messaadia – Souk Ahras
Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires
Département des Sciences Vétérinaires



Thèse

Présentée pour l'obtention du diplôme de
Doctorat Es Sciences en Sciences Vétérinaires
Spécialité : Zootechnie
Option : Biotechnologies et productions animales

Titre

**CONTRIBUTION AU GENOTYPAGE DE
LA POPULATION OVINE D'ALGERIE**

Présentée par

DJAOUT Amal

Devant le jury suivant

1	BOUZEBDA Zoubir	Pr	ISAV. Souk Ahras	Président du jury
2	AOUN Laila	Pr	U. El-Tarf	Examinatrice de thèse
3	LAFRI Mohamed	Pr	U. Blida	Examineur de thèse
4	KHENENOU Tarek	MCA	ISAV. Souk Ahras	Examineur de thèse
5	AFRI-BOUZEBDA Farida	Pr	ISAV. Souk Ahras	Directrice de thèse
6	GAOUAR Semir Bechir Suheil	MCA	U. Tlemcen	Co-encadreur de thèse

Remerciements

A Monsieur **BOUZEBDA Zoubir**, Professeur en médecine vétérinaire et Recteur à l'Université Mohamed Chérif Messaadia, Souk Ahras,
Nous vous remercions pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Veuillez croire en notre profond respect et notre sincère reconnaissance.

A Madame **AOUN Leila**, Professeur en médecine vétérinaire à l'Université Chadeli Bendjedid. El-Tarf
Nous vous remercions d'avoir accepté de contribuer par vos remarques à l'amélioration de ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.

A Monsieur **LAFRI Mohamed**, Professeur en médecine vétérinaire à l'Université de Blida,
Nous vous remercions d'avoir accepté de contribuer par vos remarques à l'amélioration de ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.

A Monsieur **KHENENOU Tarek**, Maître de conférences « A » en médecine vétérinaire au département des sciences vétérinaires de l'Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université Mohamed Chérif Messaadia. Souk Ahras,
Nous vous sommes très reconnaissants pour avoir jugé ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.

A Madame **AFRI-BOUZEBDA Farida**, Professeur en médecine vétérinaire au département des sciences vétérinaires de l'Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Directrice du Laboratoire de Production Animale, Biotechnologie et Santé (PABIOS), Directrice de thèse, Université Mohamed Chérif Messaadia. Souk Ahras,
Je tiens à vous remercier du fond du cœur pour m'avoir guidé tout au long de la réalisation de ce travail.
Je vous remercie pour votre encadrement, votre supervision, votre appui, votre compréhension, vos conseils et surtout votre confiance qui m'a aidée énormément à progresser et à continuer avec détermination dans ce domaine intéressant.
Profonde et sincère gratitude pour m'avoir considérée comme votre fille et pour la sympathie et l'optimisme que vous m'avez témoignés tout au long de mon cursus.

A Monsieur **GAOUAR Semir Bechir Suheil**, Maître de conférences « A » et membre du Laboratoire de Physiologie, Physiopathologie et biochimie de la nutrition « PPABIONUT ». Université Abou-Baker Belkaïd. Tlemcen,
Je suis très reconnaissante pour votre encouragement toujours très efficace et structuré, qui m'a permis d'acquérir une certaine rigueur scientifique,
Je vous remercie de m'avoir accueilli dans votre laboratoire. Je suis très reconnaissante pour votre appui scientifique, et pour m'avoir fait confiance. Travailler avec vous est un honneur pour moi. Veuillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude.

A Monsieur **VACCARI Gabriele** à l'Institut Supérieur de la Santé (Département de la Santé publique, vétérinaire et la Sécurité alimentaire). Rome. Italie,
Je vous remercie de m'avoir accueilli dans votre laboratoire dans le cadre de ma Thèse, de l'intérêt que vous avez toujours témoigné à l'égard de mon activité au laboratoire,
Je suis très reconnaissante de nous avoir donné de votre temps, pour vos encouragements et votre disponibilité.

A Mlle **CHIAPPI Barbara**, en souvenir de nos discussions sur notre travail, mais surtout pour votre amitié, votre aide et votre soutien.

Et à toute l'équipe du laboratoire

Je tiens à remercier également **Mr BOUKHARI Rachid**, **Mlle TAIBI Warda**, **Mlle Mlle BELHARFI Fatima Zohra**, **Mr AMEUR Abdelkader** et toute l'équipe du Laboratoire de Physiologie, Physiopathologie et biochimie de la nutrition « PPABIONUT » à l'Université Abou-Baker Belkaïd. Tlemcen

Sans oublier mes amies : **BELKHIRI Yamina**, **HOUSSOU Hind**, **OUENES Houria** et **SAHI Samah**.

Un grand remerciement à **Mr LAALA-BOUALI Mohamed Zahir**.

J'adresse également tous mes remerciements les plus chaleureux à tous le personnel des centres d'élevages et des fermes pilotes :

A Monsieur le Directeur de l'ITELV de Ain M'lila : **Mr DEHIMI** et **Mr BENMAKHOUL Hamza**.

A Monsieur le Directeur de l'ITELV de Saïda : **Mr OULD OULHADJ Hakim**.

A Monsieur le Directeur de l'ITELV de Tiaret : **Mr ROUTEL Abd-Elkader** et **Mme RANEBI Djamila**.

A Monsieur **LOUNIS Leulmi** le Directeur de la ferme pilote Khebbaba à Mezloug (Sétif).

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse sans exception.

A tous ceux dont, par respect et pour leur humilité, nous avons été amenés à taire les noms. Ce silence n'enlève en rien leur mérite puisqu'il faut souvent se taire pour mieux être entendu.

Dédicaces

*A mes parents, du plus profond de mon cœur ;
A mes sœurs, et mes frères de tout mon cœur ;
A mon mari ;
A ma famille et
A mes amis.*

Résumé

Dans le cadre de l'étude de la biodiversité des ressources génétiques ovines, notre étude concerne le génotypage des races ovines algériennes. Le déterminisme génotypique d'une population suppose la connaissance préalable de sa caractérisation phénotypique et de ses performances. A cet effet l'approche zootechnique aborde d'une part l'aspect phénotypique pour la caractérisation des races, par l'utilisation des mensurations corporelles et des indices zootechniques (sur 430 ovins de race Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère et Barbarine), et d'autre part l'aspect performances à viande et laitières. Ce dernier volet concerne les mesures selon les normes internationales chez 81 animaux de race Ouled Djellal, et par l'enregistrement du GMQ chez 105 agneaux. Quant à l'étude génotypique, elle concerne l'analyse du polymorphisme génétique du gène PNRP de la tremblante du mouton sur 213 échantillons de huit races. La caractérisation barymétrique a permis de révéler une nette supériorité de la race Ouled Djellal pour tous les caractères étudiés. Alors que l'étude des caractères phénotypiques montre une faible diversité génétique, excepté pour la Hamra. L'estimation du poids vif est basée sur l'application de la formule $PV=57,9*TP3$ utilisant le tour de poitrine. De plus, le contrôle du GMQ indique une faible productivité du troupeau qui est relative au taux de mortalité et la conduite d'élevage. L'étude du polymorphisme à la PRNP chez huit races ovines (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère, Barbarine, Tazegzawt, Taadmit et Sidaou) en utilisant 213 échantillons indique que ces races ont des fréquences élevées des allèles de résistance à la tremblante (ARQ, AR₁₄₃RQ et ARQK₁₇₆) avec l'absence de l'haplotype VRQ qui est lié la sensibilité à la tremblante. De plus, des nouveaux polymorphismes N103K, M137I, I142M ont été décrits pour la première fois chez les ovins. Ces races présentent aussi une diversité génétique considérable au niveau des codons autres que ceux liés à la sensibilité à la maladie. L'arbre phylogénétique, ainsi que l'analyse de Cluster ont permis de révéler une approche génétique étroite entre la race Ouled Djellal et Taadmit, entre la race Berbère et Rembi, et enfin entre la race Hamra et Sidaou. Ces résultats sont analysés puis discutés.

Mots clés

Caractérisation – Phénotype – Génotype – Pathologie – Races – Ovins – Algérie

Abstract

As part of the study of the biodiversity of animal genetic resources in sheep, our study is based on genetic studies of Algerian sheep breeds. The genotypic determinism of population presupposes the prior knowledge of its phenotypic characterization and its performances. For this purpose, the zootechnical approach addresses firstly the phenotype to better characterize these breeds by the use of body measurements and zootechnical indexes (for 430 animals of Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbere and Barbarine breeds) and secondly the production performance by estimation of live weight in 81 animals (case of the Ouled Djellal breed) and the study of ADG (Average Daily Gain) in 105 lambs. The genetic study is based on the determination of the polymorphism at the gene PRNP (scrapie) from 213 samples of eight sheep breeds. The morphometric characterization revealed a clear superiority of the Ouled Djellal breed for all the traits studied. While the study of phenotypic characteristics shows low genetic diversity and the majority of the population is white except for Hamra. For the performances studied, the live weight can be estimated by a simple linear measurement, the chest girth is the best measure to estimate the weight, which was confirmed by the formula $BW=57.9*HG^3$. In addition, the control of ADG indicates a low dairy productivity which is related to mortality rate and livestock management. The study of PRNP polymorphism in eight sheep breeds (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbere, Barbarine, Tazegzawt, Taadmit and Sidaou) using 213 samples showed the presence of high frequencies of the haplotypes associated with scrapie resistance such as ARQ, AR₁₄₃RQ and ARQK₁₇₆. The VRQ haplotype, associated with higher susceptibility to scrapie, was absent in all Algerian breeds studied. In addition, new PRNP polymorphisms N103K, M137I, I142M are described for the first time in sheep. These breeds have a considerable genetic variability in codons other than those linked to scrapie susceptibility. The phylogenetic tree and Cluster analysis defined a similarity genetic between Ouled Djellal and Taadmit, between Rembi and Berbere and finally between the Hamra and Sidaou breeds. These results were analyzed and discussed.

Keywords

Characterization – Phenotype – Genotype – Pathology – Breed – Sheep – Algeria

الملخص

في إطار دراسة التنوع الحيوي للموارد الحيوية للأغنام، قمنا بدراسة التوصيف الجيني لهذه السلالات. إن تحديد التوصيف الجيني لأي فصيلة يسمح بمعرفة صفاتها المظهرية و الانتاجية. لهذا فان الدراسة الانتاجية اعتمدت على التوصيف المظهري لسلالات الاغنام من جهة و ذلك باستعمال قياسات الجسم و العلامات الإنتاجية لـ 430 من الأغنام للسلالات التالية (أولاد جلال ، الرنبي، الحمرا ، البربر و البربرين) و من جهة أخرى قمنا بدراسة المميزات الإنتاجية للحوم و الحليب و ذلك عن طريق استعمال مقاييس وفقا للمعايير الدولية لـ 81 فرد من سلالة أولاد جلال لتحديد الوزن باستخدام قياسات الجسم و رصد المكسب المتوسط اليومي لدى 105 حمل. في حين اعتمدت الدراسة الوراثية على التوصيف الجيني من خلال دراسة التعدد الجيني للمورثة PRNP المميزة لمرض ارتجاج الأغنام لـ 213 عينة من ثمانية سلالات. و قد كشفت الصفات القياسية تفوق واضح لسلالة أولاد جلال في جميع الصفات المدروسة. في حين دراسة الصفات المظهرية أظهرت تنوع جيني منخفض و غالبية الأغنام بيضاء باستثناء سلالة الحمرا. و في دراسة المميزات الإنتاجية، يمكن تقدير وزن الجسم باستعمال مقياس خطي بسيط، و يعتبر محيط الصدر أفضل مقياس لتحديد الوزن و هذا ما أكدته الصيغة : $PV=57.9*TP^3$. و بالإضافة إلى ذلك، رصد المكسب المتوسط اليومي دل على انخفاض إنتاجية القطيع و يرجع ذلك الى معدل الوفيات و إدارة التربية الحيوانية. و في دراسة التعدد الجيني للمورثة PRNP لدى 8 سلالات من الأغنام (أولاد جلال، حمرا، الرنبي، البربر ، البربرين ، تازقزوات، تاعظميت و سيداون) قمنا بتحليل 213 عينة حيث أشارت إلى وجود تكرار عالي للأليلات المرتبطة بمقاومة مرض ارتجاج الأغنام (ARQ, ARQK₁₇₆ AR₁₄₃RQ) مع غياب VRQ المرتبط بالقابلية للمرض. و بالإضافة إلى ذلك، تم العثور على أليلات جديدة لأول مرة لدى الأغنام (I142M، M137I، N103K). كما أن هذه السلالات تظهر تنوع جيني كبير على مستوى رموز أخرى عدى تلك المتعلقة بالمرض. قد كشفت شجرة مصفوفة البعد الوراثي و Cluster وجود قرب وراثي بين أولاد جلال و تاعظميت، و بين الرنبي و البربر و أخيرا بين حمرا و سيداون. في هذا الملف قمنا بتحليل هذه النتائج و مناقشتها.

الكلمات المفتاحية

تصنيف – الصفات المظهرية – التصنيف الجيني – علم الأمراض – السلالة – الأغنام – الجزائر

Table des matières

Introduction générale.....	i
PREMIERE PARTIE : CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES RACES OVINES ALGERIENNES	
Chapitre 01. Description phénotypique de cinq races ovines algériennes	1
Introduction	1
I.1. Matériels et Méthodes.....	2
I.1.1. Zone d'étude	2
I.1.2. Choix des animaux.....	3
I.1.2.1. Ouled Djellal	4
I.1.2.2. Hamra ou Deghma	5
I.1.2.3. Rembi	5
I.1.2.4. Berbère	7
I.1.2.5. Barbarine.....	8
I.1.3. Variables étudiées	9
I.1.3.1. Mensurations corporelles	9
I.1.3.2. Indices zootechniques	9
I.1.3.3. Caractères qualitatifs.....	10
I.1.4. Analyses statistiques	12
I.2. Résultats	13
I.2.1. Analyse descriptive	13
I.2.1.1. Variables quantitatives	13
I.2.1.2. Variables qualitatives	14
I.2.2. Variation des variables selon les races.....	14
I.2.2.1. Mensurations corporelles	14
I.2.2.2. Indices zootechniques	16
I.2.2.3. Caractères qualitatifs.....	17
I.2.3. Variation morphologique des individus.....	18
I.2.3.1. Selon les mensurations corporelles	18
I.2.3.2. Selon les caractères qualitatifs	21
I.3. Discussion	24
Conclusion.....	25
Chapitre 02. Caractérisation morphologique des ovins Rembi dans la région de Tiaret 29	

Introduction	29
II.1. Matériels et Méthodes	30
II.1.1. Zone d'étude	30
II.1.2. Choix des animaux	31
II.1.3. Mensurations corporelles	31
II.1.4. Indices zootechniques	32
II.1.5. Caractères qualitatifs	32
II.1.6. Analyse statistique	32
II.2. Résultats	33
II.2.1. Mensurations corporelles	33
II.2.2. Indices zootechniques	35
II.2.3. Caractères qualitatifs	36
II.3. Discussion	37
Conclusion	38
Chapitre 03. Caractérisation phénotypique et étude des indices zootechniques des ovins Berbère dans l'Est Algérien	41
Introduction	41
III.1. Matériels et Méthodes	42
III.1.1. Zone d'étude	42
III.1.2. Animaux étudiés	42
III.1.3. Mensurations corporelles et indices zootechniques	43
III.1.4. Caractères qualitatifs	44
III.1.5. Analyses statistiques	44
III.2. Résultats	44
III.2.1. Mensurations corporelles et indices zootechniques	44
III.2.1.1. Analyse descriptive	44
III.2.1.2. Facteurs de variation des mensurations corporelles	46
III.2.1.3. Variation baryométrique des individus	49
III.2.2. Caractères morphologiques	52
III.2.2.1. Analyse descriptive	52
III.2.2.2. Variation phénotypique des individus	53
III.3. Discussion	56
Conclusion	57

DEUXIEME PARTIE : PERFORMANCES DE PRODUCTION DES RACES OVINES ALGERIENNES (Cas de la race Ouled Djellal)

Chapitre 01. Estimation du poids vif des animaux d'après des régressions linéaires multiples et la formule de CREVAT de la race Ouled Djellal dans la région de Sétif 61

Introduction	61
I.1. Matériels et Méthodes	61
I.1.1. Zone d'étude	61
I.1.2. Animaux étudiés	62
I.1.3. Mensurations corporelles	62
I.1.4. Formule étudiée	62
I.1.5. Analyses statistiques	63
I.1.5.1. Statistique descriptive	63
I.1.5.2. ANOVA	63
I.1.5.3. La corrélation linéaire	63
I.1.5.4. Régression linéaire multiple	63
I.1.5.5. Stepwise multiple linear regression	64
I.2. Résultats	64
I.2.1. Analyse descriptive	64
I.2.2. Corrélation entre le poids vif et les différentes mensurations corporelles	64
I.2.3. Régression linéaire multiple et Stepwise	65
I.2.4. Détermination du poids d'après la formule de CREVAT	67
I.3. Discussion	67
Conclusion	69

Chapitre 02. Progeny-test et facteurs de variation lors de la sélection laitière des brebis dans la population locale (région de Sétif) 72

Introduction	72
II.1. Matériels et Méthodes	72
II.1.1. Zone d'étude	72
II.1.2. Animaux étudiés	73
II.1.3. Paramètres étudiés	73
II.1.4. Analyse statistique	74
II.2. Résultats	74
II.2.1. Mortalité des agneaux	74
II.2.2. Productivité du troupeau	74

II.2.3. Croissance des agneaux	74
II.2.4. Facteurs influençant le poids et le GMQ des agneaux	75
II.3. Discussion.....	75
II.3.1. Mortalité des agneaux.....	75
II.3.2. Taux de productivité numérique.....	76
II.3.3. Croissance des agneaux	76
II.3.4. Facteurs influençant la croissance des agneaux.....	77
II.3.4.1. Rang d'agnelage ou âge de la mère	77
II.3.4.2. Sexe	78
II.3.4.3. Mode de naissance.....	78
Conclusion.....	78

TROISIEME PARTIE : GENOTYPAGE DES RACES OVINES ALGERIENNES

Chapitre 01. Présentation générale des méthodes de génotypage 83

I.1. Les marqueurs RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism).....	83
I.2. Polymorphisme de l'ADN mitochondrial.....	84
I.3. Les marqueurs RAPD (Random Amplified of Polymorphic DNA).....	85
I.4. Les marqueurs AFLP (Amplified Fragments Length Polymorphism)	85
I.5. Les marqueurs minisatellites.....	86
I.6. Les marqueurs microsatellites.....	86
I.7. Les SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms)	87
I.8. Séquençage par la méthode classique de Sanger	88

Chapitre 02. Biodiversité et sélection pour la résistance à la tremblante ovine : polymorphisme génétique des races ovines algériennes 89

Introduction	89
II.1. Matériels et Méthodes	91
II.1.1. Zone d'étude	91
II.1.2. Choix des animaux	92
II.1.3. Génotypage.....	92
II.1.3.1. Extraction d'ADN par NaCl	93
II.1.3.2. Dosage d'ADN	93
II.1.3.3. PCR.....	93
II.1.3.3. Quantification des ADN	93
II.1.3.4. Séquençage	94

II.1.4. Analyse des données.....	95
II.2. Résultats.....	95
II.2.1. Fréquences alléliques et génétiques.....	95
II.2.2. Diversité entre races	99
II.3. Discussion.....	100
II.3.1. Variation des fréquences alléliques et génotypiques	100
II.3.2. Diversité des races étudiées au niveau du gène PRNP	102
Conclusion.....	103
Conclusion générale et Recommandations	108

Table des figures

Figure 1. Zones d'étude au niveau du territoire algérien	3
Figure 2. Bélier Ouled Djellal à Mazloug (Sétif)	4
Figure 3. Brebis Ouled Djellal à Mezloug (Sétif)	4
Figure 4. Bélier Ouled Djellal à Sidi Khaled (Biskra)	5
Figure 5. Brebis Ouled Djellal à Sidi Khaled (Biskra)	5
Figure 6. Bélier Hamra à l'ITELV de Saïda	5
Figure 7. Brebis Hamra à l'ITELV de Saïda	5
Figure 8. Béliers Rembi à l'ITELV de ksar Chellala (Tiaret)	6
Figure 9. Brebis Rembi à l'ITELV de ksar Chellala (Tiaret)	6
Figure 10. Béliers Rembi à Mahdia (Tiaret)	6
Figure 11. Brebis Rembi à Mahdia (Tiaret)	6
Figure 12. Béliers Rembi à Medroussa (Tiaret)	6
Figure 13. Brebis Rembi à Medroussa (Tiaret)	6
Figure 14. Béliers Rembi à Aïn Tolba (Aïn Timouchent)	6
Figure 15. Brebis Rembi à Aïn Tolba (Aïn Timouchent)	6
Figure 16. Brebis Berbère à Bouhadjar (El-Tarf)	7
Figure 17. Brebis Berbère à Om Atboul (El-Tarf)	7
Figure 18. Brebis Berbère à El-Matrouha	7
Figure 19. Brebis Berbère au Lac des oiseaux	7
Figure 20. Brebis Berbère à El-Kala (El-Tarf)	7
Figure 21. Brebis Berbère à Aïn Assel (El-Tarf)	7
Figure 22. Brebis Barbarine au Sahara de Oued Souf	8
Figure 23. Brebis Barbarine au Sahara de Oued Souf	8
Figure 24. Bélier Barbarine à l'ITELV de Saïda	8

Figure 25. Bélier Barbarine à l'ITELV de Saïda	8
Figure 26. Queue demi grasse d'un Bélier Barbarine	8
Figure 27. Différents types de l'envahissement de la laine (a, b, c, d)	11
Figure 28. Différents types du tassé (a, b).....	11
Figure 29. Différentes ports des oreilles (a, b).....	12
Figure 30. Présentation des variables par ACP chez la population ovine étudiée	19
Figure 31. Présentation des individus de la population ovine étudiée	19
Figure 32. Importance des mensurations corporelles chez la population ovine étudiée	20
Figure 33. Présentation des races ovines étudiées par l'analyse de Cluster	21
Figure 34. Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez les animaux étudiés selon les caractères qualitatifs.....	22
Figure 35. Présentation des individus de la population ovine étudiée par ACM.	22
Figure 36. Mesure par silhouette de cohésion et de la séparation.....	23
Figure 37. Importance des caractères qualitatifs chez la population ovine étudiée	23
Figure 38. Localisation géographique de la wilaya de Tiaret et des sites expérimentaux	30
Figure 39. Mensurations corporelles utilisées.....	31
Figure 40. Présentation des variables	36
Figure 41. Représentation graphique des classes identifiées par AFCM.....	37
Figure 42. Localisation géographique de la wilaya de Tiaret et des régions d'études.....	42
Figure 43. Présentation des variables par ACP chez la race Berbère.....	50
Figure 44. Présentation des individus de race Berbère par ACP.....	50
Figure 45. Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez la race Berbère	51
Figure 46. Importance des mensurations corporelles chez la race Berbère	51
Figure 47. Mesure par silhouette de cohésion et de la séparation (5 classes)	51
Figure 48. Présentation des individus de race Berbère par ACM	54

Figure 49. Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez la race Berbère selon les variables qualitatives.....	54
Figure 50. Importance des variables	55
Figure 51. Mesure par silhouette de cohésion et de la séparation.....	55
Figure 52. Présentation de la zone d'étude. https://www.google.dz/imgres?imgurl	62
Figure 53. Présentation de la zone d'étude https://www.google.dz/imgres?imgurl	73
Figure 54. Présentation des zones d'étude	91
Figure 55. Test de quantification des échantillons d'ADN par électrophorèse.....	94
Figure 56. Résultats de séquençage capillaire en utilisant le logiciel SeqScap	95
Figure 57. Electrophérogrammes d'un nouvel variant allélique de gène PRNP (AK ₁₀₃ RQ) observé chez l'ovin algérien.....	97
Figure 58. Electrophérogrammes d'un nouvel variant allélique de gène PRNP (AI ₁₃₇ RQ) observé chez l'ovin algérien.....	97
Figure 59. Electrophérogrammes d'un nouvel variant d'allélique de gène PRNP (AI ₁₄₂ RQ) observé chez l'ovin algérien.....	97
Figure 60. Analyse de Cluster de 8 races ovines étudiées.....	100
Figure 61. Arbre de vraisemblance maximale (Maximum Likelihood tree) des races ovines étudiées (méthode Bootstrap).....	100

Table des tableaux

Tableau 1. Zones d'étude (Classification de Köppen)	3
Tableau 2. Répartition des races ovines étudiées	4
Tableau 3. Mensurations corporelles utilisées	9
Tableau 4. Indices zootechniques étudiés	10
Tableau 5. Variables qualitatives étudiées	12
Tableau 6. Analyse descriptive des mensurations corporelles (cm) et des indices zootechniques chez la population ovine étudiée.	13
Tableau 7. Caractérisation de la population ovine étudiée.....	14
Tableau 8. Les mensurations corporelles de la population ovine selon la race.....	15
Tableau 9. Les indices zootechniques de la population ovine selon la race	16
Tableau 10. Les Caractères qualitatifs étudiés de la population ovine selon la race	18
Tableau 11. Classification des animaux la population ovine étudiée par ACP.....	20
Tableau 12. Valeurs propres.....	21
Tableau 13. Représentation des variables identifiées par ACM sur les axes.....	22
Tableau 14. Classification des animaux selon l'analyse d'ACM.....	24
Tableau 15. Répartition des effectifs étudiés	31
Tableau 16. Définition des indices zootechniques calculés	32
Tableau 17. Mensurations corporelles des ovins Rembi dans la région de Tiaret	33
Tableau 18. Les mensurations corporelles selon les facteurs étudiés	34
Tableau 19. Les indices zootechniques étudiés.....	35
Tableau 20. Description des troupeaux et le nombre d'animaux mesurés dans chaque troupeau	43
Tableau 21. Indices zootechniques étudiés	43
Tableau 22. Variables qualitatives étudiées	44
Tableau 23. Analyse descriptive des mensurations corporelles (cm) chez la race Berbère	45

Tableau 24. Analyse descriptive des indices zootechniques chez la race Berbère	46
Tableau 25. Les mensurations corporelles de la race Berbère selon les régions.....	47
Tableau 26. Les mensurations corporelles de la race Berbère selon le sexe.....	48
Tableau 27. Variation des mensurations corporelles des animaux selon l'âge	49
Tableau 28. Valeurs propres.....	49
Tableau 29. Classification des animaux Berbère par ACP	52
Tableau 30. Caractérisation de la race Berbère étudiée (%)	53
Tableau 31. Variance expliquée	53
Tableau 32. Mesures de discrimination des variables qualitatives chez la race Berbère	53
Tableau 33. Classification des animaux Berbère par ACM	56
Tableau 34. Statistiques descriptives du poids corporel (kg) et les mensurations corporelles (cm)	64
Tableau 35. Corrélations entre le poids vif et les mensurations corporelles.....	65
Tableau 36. Coefficient de régression (b), Erreur standard (SE), t-valeur et probabilité (P) des variables estimées dans la prédiction du poids corporel par l'analyse de régression linéaire multiple.....	66
Tableau 37. Contribution relative (partielle et model R ²), Coefficient de régression (b), Erreur standard (SE), probabilité (P) pour la prédiction du poids corporel par l'analyse de Stepwise	66
Tableau 38. Équation de régression multiple du poids vif avec les mensurations corporelles	67
Tableau 39. Formule de détermination du poids vif	67
Tableau 40. Mortalité des agneaux.	74
Tableau 41. La moyenne des paramètres pondéraux et la croissance des agneaux.	74
Tableau 42. Facteurs influençant la croissance des agneaux.	75
Tableau 43. Les paramètres étudiés selon les races	77
Tableau 44. Classification des niveaux de résistance à la tremblante en fonction des génotypes obtenus aux codons 136, 154 et 171	91
Tableau 45. Les échantillons, les régions d'études, le sexe et le nombre d'échantillons.....	92

Tableau 46. Fréquences des haplotypes du PRNP (%) des races ovines algériennes étudiées 96

Tableau 47. Fréquences génotypiques PRNP (%) des races ovines algériennes étudiées 98

Liste des abréviations

%	<i>Pourcent</i>
~	<i>A peu près</i>
<	<i>Inférieur</i>
±	<i>Plus ou moins</i>
≤	<i>Inférieur ou égale</i>
≥	<i>Supérieur ou égale</i>
μl	<i>Microlitre</i>
♀	<i>Femelle</i>
♂	<i>Mâle</i>
A	<i>Alanine</i>
ACM	<i>analyse factorielle des correspondances multiples</i>
ACP	<i>Analyse en composante principale</i>
ADN	<i>Acide désoxyribonucléique</i>
ANOVA	<i>Analyse de la variance</i>
Cf	<i>Concentration Finale</i>
CHA	<i>Classification hiérarchique ascendante</i>
Ci	<i>Concentration initiale</i>
CNIAAG	<i>Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique</i>
DSA	<i>Direction des Services Agricoles</i>
DT	<i>Développement thoracique</i>
EST	<i>Encéphalopathies spongiformes transmissibles</i>
F _{IS}	<i>Coefficient de consanguinité (Individual within the subpopulation)</i>
GMQ	<i>Gain Moyen Quotidien</i>
GSPG	<i>Groupe Semences, Plants et Géniteurs</i>
H	<i>Histidine</i>
HD	<i>Hauteur au dos</i>
HG	<i>Hauteur au garrot</i>

HP	<i>Hauteur de poitrine</i>
HS	<i>Hauteur au sacrum</i>
IB	<i>Indice ou Rapport corporel</i>
IC	<i>Indice Céphalique</i>
IDC	<i>Indice dactylo-costal</i>
IDT	<i>Indice dactylo- thoracique</i>
IL	<i>Indice de la longueur</i>
INRAA	<i>Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie</i>
ITELV	<i>Institut Technique des Elevages</i>
Kg	<i>Kilogramme</i>
Km	<i>Kilomètre</i>
Lab	<i>Longueur de l'avant bras</i>
LB	<i>Longueur du bassin</i>
Lc	<i>Longueur du canon</i>
LE	<i>Largeur aux épaules</i>
LH	<i>Largeur aux hanches</i>
LI	<i>Inclinaison de la largeur</i>
Lisch	<i>Largeur aux ischions</i>
LSI	<i>Longueur scapulo-ischiale</i>
Ltro	<i>Largeur aux trochanters</i>
LTT	<i>Longueur totale</i>
M	<i>Mètre</i>
Min	<i>Minute</i>
Nb	<i>Nombre</i>
Ng	<i>Nanogramme</i>
oL	<i>Longueur des oreilles</i>
ola	<i>Largueur des oreilles</i>
OSS	<i>Observatoire du Sahara et du Sahel</i>
P10	<i>Poids à 10 jours</i>

P30	<i>Poids à 30 jours</i>
Pc	<i>Périmètre du canon</i>
PCR	<i>Polymerase chain reaction (réaction en chaîne par polymérase)</i>
PN	<i>Poids à la naissance</i>
PRNP	<i>PRioN Protein</i>
PRODA	<i>Production Animale</i>
PrP	<i>Prion protein (protease-resistant protein)</i>
PrP ^c	<i>Normal cellular isoform</i>
PrP ^{Sc}	<i>Scrapie isoform</i>
PT	<i>Indice de Profondeur thoracique relative</i>
PV	<i>Poids</i>
Q	<i>Glutamine</i>
R	<i>Arginine</i>
r ²	<i>Corrélation</i>
RC	<i>Ratio corporel</i>
ROSELT	<i>Réseau d'Observation de surveillance écologique à long terme</i>
SEVFPA	<i>Société d'Exploitation et de valorisation</i>
SGDA	<i>Société de gestion de développement agricole</i>
SGP	<i>Société de gestion des participations</i>
SNPs	<i>Single Nucleotide Polymorphism</i>
tL	<i>Longueur de la tête</i>
tla	<i>Largeur de la tête</i>
TP	<i>Tour de poitrine</i>
TPN	<i>Taux de Production Numérique</i>
Tr	<i>Tours</i>
V	<i>Valine</i>
vCJD	<i>La maladie de Creutzfeldt-Jakob</i>
Vf	<i>Volume final</i>
Vi	<i>Volume initial</i>

Introduction générale

Introduction générale

La biodiversité dans l'agriculture est le produit de milliers d'années d'activité au cours desquelles l'homme a cherché à satisfaire ses besoins dans des conditions climatiques et écologiques très différentes.

Les animaux d'élevage ont représenté un élément essentiel des systèmes de production agricole, particulièrement important dans des environnements défavorables où les cultures sont difficiles sinon impossibles. Pour les éleveurs, la diversité zoo génétique représente une ressource où puiser pour sélectionner les animaux et développer de nouvelles races. De façon plus ample, les populations d'animaux d'élevage génétiquement différents permettent à la société d'avoir une plus vaste gamme d'options pour satisfaire les défis des années futures.

Depuis les années 60, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a offert son assistance aux pays afin de caractériser leurs ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et pour développer des stratégies de conservation. En 1990, le Conseil de la FAO a recommandé l'élaboration d'un programme global pour la gestion durable des ressources zoo génétiques au niveau mondial (**FAO, 1984 ; Rege, 1992**).

L'élevage ovin en Algérie est considéré comme la principale vocation des régions arides, où ces animaux expriment leurs performances productives particulières (**Safsaf et al., 2012 ; Afri-Bouzebda et al., 2015**). Il représente près de 80% de l'effectif total du cheptel national. Aux termes de ce nouveau recensement, l'on relèvera une extension exceptionnelle de ce dernier, en l'occurrence le cheptel ovin, qui passe ainsi de 21 millions à plus de 26 millions têtes entre 2010 et 2014, soit une croissance qui avoisinerait 25%. (**l'Econews, L'info économique et Financière en continu, 2015**).

La répartition de l'effectif ovin est inégale et intéresse les différentes régions de l'Algérie avec des effectifs plus importants répartis essentiellement dans les wilayas de Djelfa, Tiaret, Laghouat, M'sila et Elbayadh (**MADR, 2013**). Dans ces régions (zones pastorales), les systèmes d'élevage se basent sur la combinaison de plusieurs sources alimentaires (les parcours, les jachères, les résidus de culture « chaumes », l'orge en vert et la complémentation). Les régions steppiques constituent les terres de parcours par excellence dans lesquelles se posent les vrais problèmes liés au pastoralisme (**Nedjraoui, 2012**).

Leur exploitation principale de l'élevage ovin est la filière viande, qui fournit 2906487Qx (**DRDPA, 2014**) ; ce qui représente 56% de la production nationale des viandes rouges contre 34% de viande bovine. La production de viande provenant de l'élevage caprin (8%) et camelin (2%) reste très marginale, cette viande n'étant consommée que dans le Sud du pays. (**Nedjraoui, 2012**). La laine et le lait sont à consommation familiale.

Les bilans de production en rapport avec le niveau de consommation sont difficiles à établir en raison des abattages non contrôlés. Les enquêtes publiées ont fait ressortir des taux de consommation annuelle de 4 Kg de viande ovine et 3,5 Kg de viande bovine (**Nedjraoui, 2012**).

Introduction générale

L'importance du cheptel ovin réside dans sa richesse en ressources génétiques ; la population locale représentée par des variétés au nombre de douze (Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'man, Sidaou, Taâdmit, Tazegzawt, Srandi et Darâa), certaines sont méconnues (Ifilène et Tazegzawt), d'autres sont en danger (D'man), ou sont en voie de disparition (Berbère, Barbarine, Tâadmit et Rembi). La documentation sur la diversité des races ovines en Algérie est minime voire absente, ainsi plusieurs races nécessitent une description phénotypique et zootechnique pour connaître leurs performances.

En effet, la notion de race ovine impose l'existence de structures de gestion de population de race pure et leur dérivés (exemples les livres généalogiques, les UPRA unités de promotion de races) (**Afri-Bouzebda, 2007**). De plus, la conduite extensive de la majorité du cheptel national et la faible organisation de la profession ont réduit les impacts par rapport à la productivité où très peu d'actions sont concrétisées en matière d'amélioration des performances.

En effet, les quelques associations d'élevage et de protection des races qui existent sont faiblement actives et peu informées en la matière. Pour remédier à cette situation, l'Institut Technique des Élevages a établi une stratégie pour la gestion et l'amélioration des races (particulièrement les races locales), l'appui à l'organisation de la profession et l'information et la formation de cette dernière.

Dans cette perspective, il a été mis en place en 2004, une stratégie pour faire face à ces problèmes par la création de centres de géniteurs ovins (CGO) aptes à produire des géniteurs améliorés, qui diffuseront le progrès améliorateur à travers les zones où ils sont implantés. Cette démarche se veut participative s'appuyant sur la sensibilisation et la responsabilisation de l'ensemble des acteurs de la filière ovine (éleveurs, fermes pilotes, associations de races et d'élevage ainsi que les autorités locales concernées : CAW, DSA).

Dans une seconde étape, cette démarche de l'ITELV a été confortée en 2008 par le programme du renouveau de l'économie agricole pour le développement de la filière des viandes rouges et du souhait de monsieur le ministre de l'agriculture et du développement rural de reconstituer les centres de multiplication et de sélection au niveau des fermes pilotes. A cet effet, sept fermes pilotes appartenant aux SGP « SGDA » & SGP « PRODA » ont rejoint le programme (**Info Elevage, 2012**).

Nous pouvons dire qu'en Algérie aucune structure officielle de gestion de race pure existe ; except les instituts techniques d'élevage (ITELV), quelques fermes pilotes conventionnées avec ces dernières et au niveau des centres de sélection des géniteurs (CNIAAG). Ces centres ne contiennent que des effectifs très faibles de races pures.

Trois types d'informations : phénotypique, génétique et historique, sont nécessaires pour caractériser les ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. (**FAO, 2013**).

La caractérisation phénotypique des ressources zoogénétiques correspond à l'identification des différentes races et à la description de leurs caractéristiques externes et de

production dans un environnement et un cadre de gestion donnés, en tenant compte des facteurs socio-économiques qui les affectent. Les informations fournies par les études de caractérisation sont essentielles pour planifier la gestion des ressources zoogénétiques aux niveaux local, national, régional et mondial. Le Plan d'action mondial pour les ressources zoogénétiques reconnaît qu'«une bonne compréhension des caractéristiques des races est nécessaire pour guider la prise de décision en matière de programmes de développement et de sélection des animaux d'élevage». La priorité stratégique du plan d'action mondial est consacrée à «la caractérisation, l'inventaire et la surveillance des évolutions et des risques associés». (FAO, 2013).

Pour cela, nous avons contribué à la caractérisation phénotypique et génotypique des races ovines algériennes. Cette étude a comme objectifs d'étudier :

- ❖ La caractérisation phénotypique des races ovines algériennes,
- ❖ Les performances de production des races ovines algériennes (cas de la race Ouled Djellal),
- ❖ L'approche de l'étude génotypique de cette population de part sa phylogénie et encore sa résistance à une pathologie notamment en matière de tremblante.

Notre travail est divisé à trois parties expérimentales :

✚ *Première Partie : Caractérisation phénotypique des races ovines algériennes*

Afin d'étudier les caractères phénotypiques et morphologiques de cinq races ovines (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère et Barbarine), ce travail a été effectué au niveau de plusieurs régions différentes suite aux faibles effectifs de quelques races et aussi selon la disponibilité des races au sein de leurs berceaux. Pour cette étude, nous avons utilisé 19 mesures corporelles, 11 indices zootechniques et 07 variables qualitatives pour chaque animal. Un total de 430 animaux (74 mâles et 356 femelles) ont été fait l'objet de cette étude.

Trois articles ont fait l'objet de cette partie :

- Un de ces travaux sur la caractérisation morphologique de la race Rembi dans la région de Tiaret a été publié (Djaout A*, Afri-Bouzebda F, Bouzebda Z, Routel D, Benidir M and Belkhiri Y. Morphological characterization of the Rembi sheep population in the Tiaret area (West of Algeria). *Indian Journal of Animal Sciences* 85 (4): 386–391, April 2015, p 58-63).
- Un article sur la caractérisation morphologique de cinq races ovines algériennes a été publié (Afri-Bouzebda F., Djaout A*, Bouzebda Z., Belkhiri Y, 2018. Description baryométrique de cinq races ovines algériennes. *Livestock Research for Rural Development* 30 (4) Article #62).
- Un article intitulé Morphological characterization and study of zootechnical indexes of Berbere sheep in Eastern Algeria a été accepté pour publication le 05.01.2018 dans la revue: *Indian Journal of Animal Science*.

Deuxième partie : Performances de production des races ovines algériennes (Cas de la race Ouled Djellal)

❖ Premier volet : Estimation du poids vif des animaux d'après des régressions linéaires multiples et la formule de CREVAT de la race Ouled Djellal dans la région de Sétif

Pour ce volet de recherche, nous avons étudié les performances de production chez la race la plus dominante en Algérie (la race Ouled Djellal); et la plus performantes. Nous avons étudié l'estimation du poids vif des individus d'après des mensurations corporelles et la détermination de la production laitière des brebis.

Pour la première étude ; nous avons travaillé sur 81 ovins dont 66 brebis et 15 béliers de race Ouled Djellal âgées entre 2 et 6 ans dans la région de Mezlougue à Sétif utilisant quatorze mensurations corporelles, afin de déterminer les meilleurs paramètres de prédiction du poids vif et d'établir des formules spécifiques. Ce travail a été soumis dans la revue *Indian Journal of Animal Science* le 23.10.2017.

❖ Deuxième volet : Progeny-test et facteurs de variation lors de la sélection laitière des brebis dans la population locale (région de Sétif)

Pour cette étude ; nous avons étudié les caractères relatifs à la productivité de la brebis de population locale dans la région de Sétif sur 105 agneaux durant le mois post agnelage, et cela par le suivi du poids et de la croissance des agneaux durant cette période, mais aussi à déterminer la productivité numérique du troupeau et le taux de mortalité. Le GMQ10-30 permet d'estimer le potentiel génétique des brebis et des béliers sur le critère de la valeur laitière, à partir de 2 pesées sur agneaux (en moyenne à J10 et à J30). Alors que le taux de productivité numérique (TPN) schématise mieux les performances reproductives de la brebis et constitue également le produit de plusieurs autres variables qui sont la fertilité, la fécondité, et le taux de sevrage.

Ce travail intitulé : Progeny-test and factors of variation in dairy sheep selection in the local population (in Setif region) a été présenté dans le séminaire : the FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats for Sustainability in Sheep and Goats Vitoria-Gasteiz, Spain, 3-5 October 2017.

Troisième partie : Génotypage des races ovines algériennes

Le génotypage des races ovines algériennes a été effectué pour une étude du polymorphisme :

❖ Biodiversité et sélection pour la résistance à la tremblante ovine : Polymorphisme génétique des races ovines algériennes

Le but de cette étude est d'identifier la variabilité génétique du PRNP chez les races ovines algériennes. 213 individus appartiennent à 8 races (Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, Sidaou, Taâdmit et Tazegzawt), sans atteinte clinique de tremblante ont

Introduction générale

été analysés. Une analyse de séquençage de l'ensemble de la séquence codante du PRNP basée sur les codons 136, 154 et 171 a été effectuée afin de déterminer les fréquences alléliques et génotypiques de chaque race vis-à-vis la sensibilité ou la résistance à la tremblante ovine. Ce travail a été accepté pour publication par la revue : *Journal of Genetics* le 27.09.2017.

Les résultats ont été présentés pour chaque partie par chapitres et ont été interprétés et discutés.

Première partie :

Caractérisation phénotypique des
 races ovines algériennes

Chapitre 01. Description phénotypique de cinq races ovines algériennes

[Livestock Research for Rural Development 30 \(4\) 2018](#)

[Guide for preparation of papers](#)

[LRRD Newsletter](#)

[Citation of this paper](#)

Description barymétrique de cinq races ovines algériennes

F Afri-Bouzebda, A Djaout¹, Z Bouzebda et Y Belkhiri

Laboratoire des Productions Animales, Biotechnologies et Santé. Institut des sciences Agro-Vétérinaires. Université Mohammed Chérif Messaadia. Souk-Ahras 41.000. Algérie
djaout.amel08@gmail.com

¹ Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Sétif 19.000, Algérie

Introduction

L'importance de l'élevage ovin en Algérie réside dans la richesse de ses ressources génétiques. Actuellement, ce cheptel est constitué d'au moins 8 races (Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'man, Sidaou, Taâdmit), ce cheptel a subi plusieurs classifications selon l'effectif de chaque race, son phénotype et son origine. Une classification de ces races algériennes a été faite en 1857 par Mr Bernis (**Société Impériale Zoologique d'Acclimatation, 1859**) qui a divisé le cheptel ovin en trois catégories:

- ✚ **Le mouton Touareg**, qui est appelé par les naturalistes "le Mouton Morvan", ces moutons n'ont pas de laine, ils sont revêtus de poils ras.
- ✚ **Le mouton à grosse queue** de la province de Constantine, ces moutons ont été trouvés sur une grande partie de la province, la queue grasse est très développée surtout chez les mâles.
- ✚ **Le mouton à laine et à queue ordinaire** dans l'ouest de la province de Constantine et celle d'Alger et d'Oran.

En effet, selon **Sagne (1950)**, l'origine des races ovines algériennes est issue de trois groupes primitifs : (1) Berbère, (2) Arabe et (3) Barbarine.

- ✚ **Le groupe Berbère** est considéré comme l'ancêtre des ovins du Nord d'Afrique, selon les peintures rupestres de l'âge de pierre (**Sanson, 1973**), ce groupe était la source des deux races actuelles Berbère et Hamra.
- ✚ **Le groupe Arabe** (y compris Ouled Djellal et Rembi) a été probablement introduit dans le pays pendant les invasions des Zénète (**Sagne, 1950 ; Turries, 1976**) c'est-à-dire après l'occupation romaine et avant la conquête arabe. Alternativement, d'après **Trouette (1933)**, ce groupe est considéré comme ayant été introduit par les Romains, célèbre utilisateurs de laine.
- ✚ **Le groupe Barbarine**, source du même nom de race, est considéré comme «exotique» par **Sagne (1950)** en raison de son origine asiatique. Cette race, est la seule race à

queue grasse en Algérie, elle a été introduite à ~ 400 avant JC et réintroduite plus tard (900 après JC) par des Arabes du Moyen-Orient de l'Asie (**Sanson, 1973**).

D'après **Sagne (1950)** et contrairement aux six autres races, la D'man et la Sidaou n'appartiennent pas au groupe des «races à laine»; la D'man appartient au groupe « des races à laine et à poils » et la race Sidaou au groupe des races à poils.

Une autre classification en deux groupes composés de 8 races a vu le jour après une observation de l'évolution des effectifs (**Chellig, 1992**) :

✚ **Les races principales** : Ouled Djellal, Hamra, Rembi et Taâdmit ;

✚ **Les races secondaires** : D'man, Sidaou, Berbère et Barbarine.

Si cette classification en fonction des effectifs a été établie sur la base de certains critères phénotypiques établie par **Sagne (1950)**, **Trouette (1929)** et (**Chellig, 1992**), elle semble aujourd'hui dépassée car incomplète.

Une étude menée par la **Commission Nationale AnGR, (2003)** montre que la diversité de l'espèce ovine algérienne peut s'apprécier à la fois par le nombre total de types de populations et du nombre de celles ayant un effectif important. Il existe une forte concurrence entre les différentes populations locales, en rapport avec les transformations des systèmes de production et les bouleversements socio-économiques qui ont affecté l'Algérie durant les quatre dernières décades. On note une forte progression des effectifs et des produits de croisement de la population Ouled Djellal avec les autres types de population non seulement en Algérie mais également au Maroc et en Tunisie (**Commission Nationale AnGR, 2003**).

Nous pouvons dire que la population ovine a connu de grands changements au niveau des effectifs des races et de leur berceau suite à l'évolution des méthodes d'élevages (principalement extensif), de la libre circulation des troupeaux à travers le territoire national et des modes de reproduction incontrôlés, un phénomène dangereux menace la diversité génétique de notre cheptel ovin par l'assimilation et le remplacement de certaines races par d'autres, ce qui va sans doute diminuer la variabilité génétique du cheptel et donc diminuer sa capacité à répondre à un programme de conservation ou amélioration future. Donc, la composition du cheptel est changée.

Pour ce chapitre, nous avons contribué à la caractérisation phénotypique et barymétrique de cinq races ovines algériennes (Ouled-Djellal, Hamra, Rembi, Berbère et Barbarine).

I.1. Matériels et Méthodes

I.1.1. Zone d'étude

L'Algérie est caractérisée par une importante diversité géographique, les deux chaînes montagneuses, l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, séparent le pays en trois types de milieux : le système tellien, les hauts plateaux et le Sahara. Ces derniers se distinguent par leur relief et leur morphologie, donnant lieu à une vaste diversité biologique.

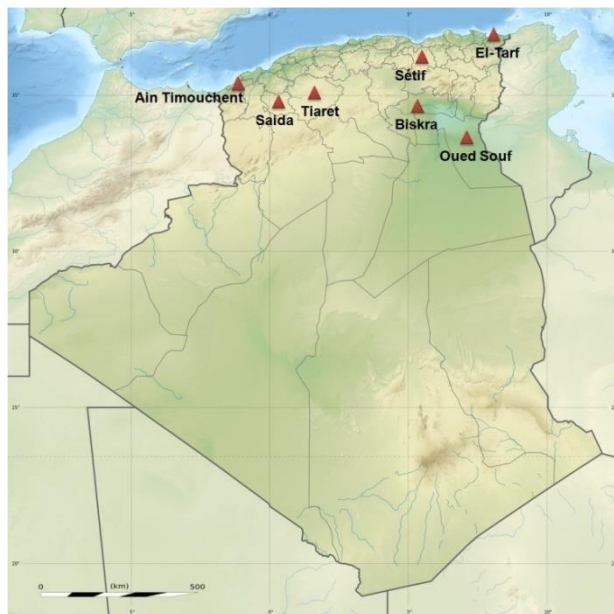


Figure . Zones d'étude au niveau du territoire algérien

Le travail présenté ici a été réalisé au niveau de plusieurs wilayas à biotopes différents, selon la répartition des races ovines, entre la période de Décembre 2013 et Décembre 2015.

Tableau . Zones d'étude (Classification de Köppen)

Wilaya	Zone d'étude	Altitude	Climat
Biskra	Sidi Khaled	207 m	Climat désertique sec et chaud
Sétif	Mezloug	933 m	Climat méditerranéen avec été chaud
Saïda	Aïn Hdjar	1 014 m	Climat semi-aride sec et froid
Tiaret	Ksar Chellala	813 m	Climat méditerranéen avec été chaud
	Mahdia	903 m	
	Medroussa	1 010 m	
Ain Timouchent	Aïn Tolba	277 m	Climat semi-aride sec et froid
Tarf	Bouhadjar	243 m	Climat méditerranéen avec été chaud
	El-Kala	1 m	
	El-Matrouha	16 m	
	Aïn Assel	123 m	
	Lac des oiseaux	28 m	
Oued Souf	Taleb El-Arbi	37 m	Climat désertique sec et chaud

I.1.2. Choix des animaux

Notre étude a été basée sur l'étude des caractères morphologiques de cinq races ovines algériennes (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère et Barbarine) réparties dans Sept wilayas.

Les effectifs regroupés par ordre de race, de nombre en fonction de la région considérée sont représentés dans le tableau 02.

Pour la réalisation des mensurations corporelles, les instruments utilisés sont le mètre à ruban et une toise rigide à double potence.

Tableau . Répartition des races ovines étudiées

Race	Effectif	Région d'étude		Sexe		Total
		Zone d'étude	Wilaya	Mâles	Femelles	
Ouled-Djellal	160	Mezloug (Ferme Pilote)	Sétif	18	63	81
		Sidi Khaled (Eleveur)	Biskra	13	66	79
Hamra	56	Ain Hdjar (ITELV)	Saïda	6	50	56
Rembi	65	Ksar Chellala (ITELV)	Tiaret	7	14	21
		Mahdia (Ferme pilote)		3	10	13
		Medroussa (Ferme pilote)		3	17	20
		Ain Tolba (Ferme pilote)	Ain Timouchent	3	8	11
Berbère	100	Bouhadjar (Eleveur)	El-Tarf	0	13	13
		El-Kala(Eleveur)		10	21	31
		El-Matrouha (Eleveur)		0	7	7
		Aïn Assel (Eleveur)		3	13	16
		Lac des oiseaux (Eleveur)		1	13	14
		Om Atboul (Eleveur)		3	16	19
Babarine	49	Taleb El-Arbi (Eleveurs)	Oued Souf	0	25	25
		Aïn Hdjer (ITELV)	Saïda	4	20	24
Total		430		74	356	430

I.1.2.1. Ouled Djellal

L'effectif de la race Ouled Djellal étudié est de 160 ovins au niveau de deux wilayas (Biskra et Sétif).

✚ La race Ouled Djellal à Mezloug (Sétif)

Un effectif de 81 ovins de race Ouled Djellal dont (63 brebis et 18 béliers) avec un intervalle d'âge entre 2 et 6 ans, dont l'âge moyen est de $3,59 \pm 0,92$ ans.



Figure . Bélier Ouled Djellal à Mazloug (Sétif)



Figure . Brebis Ouled Djellal à Mezloug (Sétif)

Ces animaux sont élevés dans une ferme pilote « Khebbaba Abderrahman » située dans la zone de hautes plaines à Mezloug (Sud de Sétif à 15 Km). Ces animaux ont été pesés à l'aide d'une bascule pour déterminer le poids vif.

✚ La race Ouled Djellal à Sidi Khaled (Biskra)

Dans la région de Doucen à Sidi Khaled (30 km de Ouled Djellal) wilaya de Biskra. 13 mâles et 66 femelles de race Ouled Djellal ont fait l'objet de mesure. Ces animaux ont un âge moyen de $3,42 \pm 1,42$ ans.



Figure . Bélier Ouled Djellal à Sidi Khaled (Biskra)



Figure . Brebis Ouled Djellal à Sidi Khaled (Biskra)

I.1.2.2. Hamra ou Deghma

Elle est dite Deghma, suite à sa couleur acajou. Nous avons trouvé la race Hamra au niveau de la wilaya de Saïda et Nâama. Nous avons effectué des mensurations corporelles chez 56 animaux élevés dans l'ITELV de Aïn Hdjar à Saïda dont 6 mâles et 50 femelles. Ces animaux ont un âge moyen de $3,73 \pm 1,54$ ans.



Figure . Bélier Hamra à l'ITELV de Saïda



Figure . Brebis Hamra à l'ITELV de Saïda

I.1.2.3. Rembi

L'effectif choisi de la race Rembi est fonction de la disponibilité de reproducteurs dans les centres expérimentaux pour le développement de la race au niveau de trois centres expérimentaux dans la wilaya de Tiaret : ITELv de Ksar Chellala, la ferme Abd El-Karim à Mahdia, la ferme Hayder à Aïn Kassema à Medroussa et chez une ferme expérimentale à Aïn Tolba (Aïn Timouchent). Un ensemble de 65 animaux qui ont un âge moyen de $3,92 \pm 1,49$ ans dont 49 femelles et 16 mâles ont fait l'objet de mesures.



Figure . Béliers Rembi à l'ITELV de ksar Chellala (Tiaret)



Figure . Brebis Rembi à l'ITELV de ksar Chellala (Tiaret)



Figure . Béliers Rembi à Mahdia (Tiaret)



Figure . Brebis Rembi à Mahdia (Tiaret)



Figure . Béliers Rembi à Medroussa (Tiaret)



Figure . Brebis Rembi à Medroussa (Tiaret)



Figure . Béliers Rembi à Aïn Tolba (Aïn Timouchent)



Figure . Brebis Rembi à Aïn Tolba (Aïn Timouchent)

I.1.2.4. Berbère

Un effectif de 100 ovins de race Berbère âgés en moyenne de $3,24 \pm 1,25$ an a fait l'objet de mesures dans la wilaya d'El-Tarf au niveau de plusieurs élevages répartis à plusieurs communes (Bouhadjar, El-Matrouha, Aïn Assel, Lac des oiseaux, Om Atboul et El-Kala).



Figure . Brebis Berbère à Bouhadjar (El-Tarf)



Figure . Brebis Berbère à Om Atboul (El-Tarf)



Figure . Brebis Berbère à El-Matrouha (El-Tarf)



Figure . Brebis Berbère au Lac des oiseaux (El-Tarf)



Figure . Brebis Berbère à El-Kala (El-Tarf)



Figure . Brebis Berbère à Aïn Assel (El-Tarf)

I.1.2.5. Barbarine

La race Barbarine dans ce travail a été étudiée dans la région de Taleb El-Arbi (wilaya d'Oued-Souf) et au niveau de centre de production des géniteurs l'ITELV de Saïda. L'effectif est constitué de 49 ovins âgés de $3,63 \pm 1,45$ ans en moyenne.



Figure . Brebis Barbarine au Sahara de Oued Souf



Figure . Brebis Barbarine au Sahara de Oued Souf



Figure . Bélier Barbarine à l'ITELV de Saïda



Figure . Bélier Barbarine à l'ITELV de Saïda

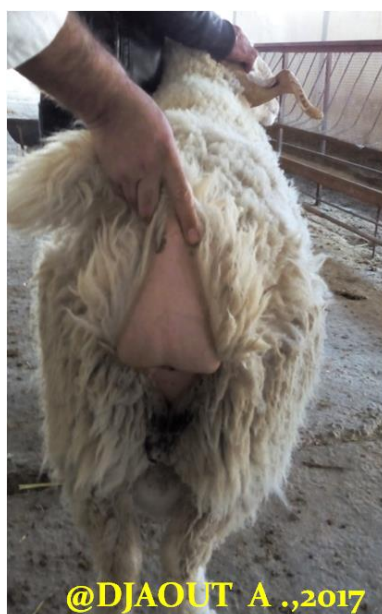


Figure . Queue demi grasse d'un Bélier Barbarine

I.1.3. Variables étudiées

I.1.3.1. Mensurations corporelles

Les différentes mensurations corporelles (Tableau 03) ont été mesurées par le même opérateur la matinée, 19 mesures ont été utilisées pour chaque animal.

Tableau . Mensurations corporelles utilisées

Longueur de l'animal (cm)	Longueur totale du corps (LTT)
	Longueur scapulo-ischiale (LSI) ou longueur du corps
Hauteur de l'animal (cm)	Hauteur au garrot (HG)
	Hauteur au dos (HD)
	Hauteur au sacrum (HS)
	Profondeur de poitrine ou Hauteur de poitrine (HP)
Circonférence de l'animal (cm)	Tour droit de poitrine (TP)
Largeur de l'animal (cm)	Largeur aux épaules (LE)
	Largeur aux hanches (LH) ou Largeur du bassin
	Largeur aux trochanters (Ltro)
Dimensions du Bassin (cm)	Largeur aux ischiums (Lisch)
	Longueur du bassin (LB)
	LH et Ltro
Mensurations de la tête (cm)	Longueur de la tête (tL)
	Largeur de la tête (tl)
	Longueur de l'oreille (oL)
	Largeur de l'oreille (ol)
Mensurations du membre antérieur (cm)	Périmètre du canon (Pc)
	Longueur du canon (Lc)
	Longueur de l'avant bras (Lab)

Ces mensurations réalisées pour la caractérisation phénotypique sont inspirées des travaux sur la population ovine à travers le monde (Esquivelzeta *et al.*, 2011 ; Khaldi *et al.*, 2011 ; Ravimurugan *et al.*, 2012 ; Yakubu., 2013 ; FAO, 2013a) mais aussi sur d'autres travaux algériens (Djaout *et al.*, 2012 ; 2015 ; Harkat *et al.*, 2015 ; Boubakeur *et al.*, 2015 ; Laoun *et al.*, 2015).

I.1.3.2. Indices zootechniques

A partir des différentes mensurations, 11 indices zootechniques ont été calculés selon les travaux de Miller *et al.*, (1964) ; Sotillo et Serrano (1985) ; Santos *et al.*, (1995) ; Alderson (1999) ; Salako (2006) ; Djaout *et al.*, (2012) (Tableau 04). Le calcul et l'analyse des différents indices zootechniques permettent de classer l'ethnologie des races étudiées.

Tableau . Indices zootechniques étudiés

	Indice	Calcul
Forme de la tête	Indice Céphalique (IC)	tla/tL
Format de l'animal	Indice ou Rapport corporel (IB)	LSI/TP
	Indice de la longueur (IL)	LSI/HG
	Profondeur thoracique relative (PT)	HP/HG
	Indice de la largeur (LI)	LH/LE
	Développement thoracique (DT)	TP/HG
	Balance	$(LB \times LH) / (HP \times LE)$
Performance de l'animal	Poids (PV1)	$[LSI \times HP \times (LH + LE) / 2] / 1050$
	Poids (PV2)	$TP^3 \times 50.7$
Squelette	Indice dactylo-costal (IDC)	Pc/LE
	Index dactylo- thoracique (IDT)	$(Pc/TP) \times 100$

I.1.3.3. Caractères qualitatifs

Les caractères qualitatifs étudiés sont les suivants:

✚ La couleur de la robe (tête et membres)

Selon Denis *et al.*, (1980) et Degois, (1970) la couleur de la robe (tête et membres) varie beaucoup chez les ovins, d'après notre enquête nous avons retenu les couleurs présentées dans le tableau 05.

✚ La toison

On considère l'envahissement de la laine et le tassé de la toison selon Denis *et al.*, (1980)

❖ **L'état d'envahissement de la laine** : C'est la surface du corps couverte de laine. Le jugement à l'œil donne une précision pratiquement suffisante de l'étendue de la toison (Cesbron *et al.*, 1972). On distingue les toisons (Figure 27) :

- **Envahissante** : lorsque la tête et les membres sont, en totalité ou, le plus souvent en partie, couverts de laine.
- **Semi-envahissante** : lorsque la tête et la partie distale des membres sont dégarnis de laine.
- **Non envahissante** : lorsque la moitié inférieure de l'encolure et le ventre, au moins, sont nus.
- **Toison en carapace** : où la laine n'est présente qu'en très petite quantité, sur le dos et la côte. (Denis *et al.*, 1980)

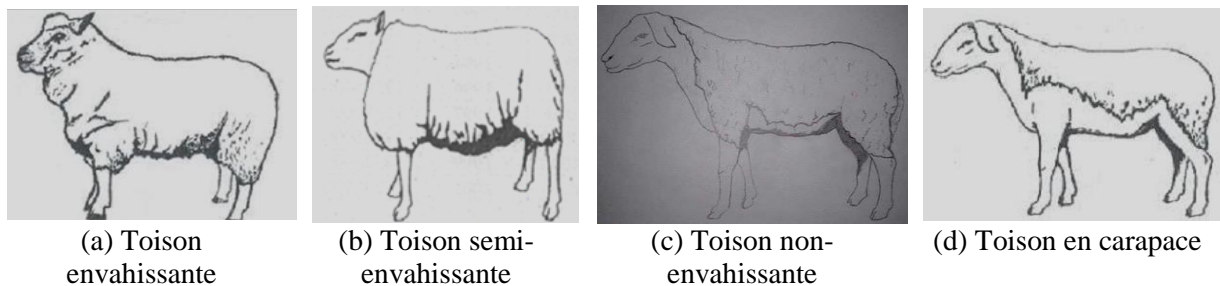


Figure . Différents types de l'envahissement de la laine (a, b, c, d)

❖ **Le tassé** : C'est la densité de la toison dont les brins sont plantés très dru. On la juge en posant les mains à plat sur la laine et surtout en écartant les mèches ; on peut aussi enfoncer doucement les doigts dans la toison, la résistance que celle-ci oppose donne une idée de la densité (Degois, 1970). Le tassé est exprimé par le nombre de brins par centimètre carré = 3000brins/cm^2 (Cesbron *et al.*, 1972). On distingue :

- **Toison fermée** : les mèches auront une section plus ou moins carrée et la surface de la toison paraît assez uniforme.
- **Toison ouverte** : les brins de laine sont relativement peu nombreux et les poils de jarre abondants, le tassé sera peu important. Les mèches longues, auront une section pyramidale.
- Entre ces deux extrêmes, on peut distinguer les toisons *semi-fermées* et *semi-ouvertes*. (Denis *et al.*, 1980)



(a) Toison Fermée



(b) Toison Ouverte

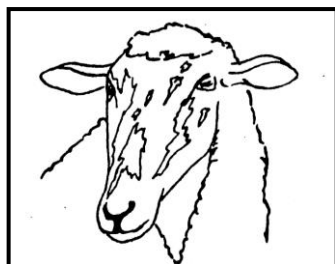
Figure . Différents types du tassé (a, b)

✚ Présence ou absence des cornes

La présence des cornes est notée chez les mâles et chez les femelles de chaque race (Tableau 05), de plus la longueur des cornes a été mentionnée.

✚ Port des oreilles

Les oreilles chez les ovins étudiés peuvent être horizontales ou tombantes.



(a) Horizontales



(b) Tombantes

Figure . Différentes ports des oreilles (a, b)

✚ La couleur de la laine

La couleur de la laine peut être blanche, noire, marron ou mixte (Tableau 05).

Tableau . Variables qualitatives étudiées

Couleur de la tête et des pattes	Blanche. Noire. Rousse. Légèrement rousse. Acajou. Marron. Pie noire. Pie rouge.
Couleur de la laine	Blanche. Noire. Pie rouge.
Toison	Envahissante. Semi envahissante. Non envahissante. En carapace.
Tassé	Fermée. Ouverte. Semi-fermée. Semi-ouverte.
Cornes	Présentes. Absentes.
Position des oreilles	Horizontales. Tombantes. Légèrement pendantes.

I.1.4. Analyses statistiques

L'effet de la race, a été comparé par le test ANOVA à un facteur. Toutes ces données ont été analysées à l'aide du logiciel d'analyse statistique STATISTICA7.

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée afin de regrouper les individus homogènes qui portent les mêmes caractères étudiés en se basant sur les mensurations corporelles pour différencier les ovins selon ces critères, définir une classification des animaux et construire une typologie qui consiste à identifier des individus assez semblables entre eux.

Une analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) a été utilisée pour les variables qualitatives afin de présenter des caractéristiques qualitatives communes.

Enfin, pour obtenir le nombre optimal de groupes, une classification hiérarchique ascendante (CHA) a été utilisée. Ces tests ont été traités par le logiciel SPSS (version 19).

Le Cluster traité par le logiciel STATISTICA7 a été réalisé sur les cinq races étudiées et vise à regrouper les races qui partagent des caractéristiques communes, et correspondent à des critères de proximité.

I.2. Résultats

I.2.1. Analyse descriptive

I.2.1.1. Variables quantitatives

Les moyennes, les écarts-types, les minima, les maxima et coefficients de variation des mensurations corporelles de la population ovine étudiée (430 individus dont 356 femelles et 74 mâles) sont rapportés dans le tableau 06.

Tableau . Analyse descriptive des mensurations corporelles (cm) et des indices zootechniques chez la population ovine étudiée.

	Moyenne	Ecart-type	Err Std	Var	CV	Min	Max
LTT	101,43	11,06	0,53	122,28	10,90	66,00	135,00
LSI	83,27	11,49	0,55	131,97	13,80	57,00	123,00
HG	77,37	10,43	0,50	108,71	13,48	55,00	118,00
HD	75,26	8,73	0,42	76,23	11,60	55,00	97,00
HS	76,00	9,11	0,44	82,93	11,98	55,00	100,00
TP	103,56	17,52	0,84	306,94	16,92	71,00	149,00
HP	35,08	5,30	0,26	28,07	15,10	23,00	50,00
LE	23,10	4,87	0,23	23,73	21,09	16,00	37,00
LH	21,71	4,75	0,23	22,57	21,88	12,00	36,00
Ltro	25,58	4,11	0,20	16,88	16,06	19,00	39,00
Lisch	13,53	3,73	0,18	13,88	27,53	9,00	26,00
LB	29,47	6,29	0,30	39,55	21,34	16,00	49,00
tL	28,23	3,04	0,15	9,22	10,76	22,00	38,00
tl	15,13	2,38	0,11	5,65	15,71	10,00	24,00
oL	17,66	4,36	0,21	19,04	24,71	11,00	29,00
ol	8,71	1,56	0,08	2,43	17,91	6,00	12,00
Pc	9,17	1,82	0,09	3,32	19,87	6,00	15,00
Lc	12,13	1,53	0,07	2,33	12,58	8,00	19,00
Lab	21,16	2,45	0,12	6,00	11,58	15,00	31,00
IC	0,54	0,08	0,00	0,01	14,40	0,33	0,82
IB	0,81	0,07	0,00	0,01	8,94	0,62	1,13
IL	1,08	0,09	0,00	0,01	8,20	0,91	1,51
PT	0,45	0,05	0,00	0,00	9,95	0,26	0,57
LI	0,95	0,17	0,01	0,03	17,49	0,59	1,42
DT	1,34	0,12	0,01	0,01	8,85	0,95	1,65
PV1	66,28	33,63	1,62	1130,67	50,73	19,98	205,00
PV2	61,37	34,13	1,65	1164,89	55,62	18,15	167,71
IDC	0,40	0,05	0,00	0,00	11,82	0,28	0,52
IDT	8,85	0,81	0,04	0,66	9,18	6,67	12,24
B	0,80	0,17	0,01	0,03	21,18	0,42	1,23

Longueur totale (LTT), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Hauteur au garrot (HG), Hauteur au dos (HD), Hauteur au sacrum (HS), Tour de poitrine (TP), Hauteur de poitrine (HP), Largeur aux épaules (LE), Largeur aux hanches (LH), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux ischions (Lisch), Longueur du bassin (LB), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla), Longueur des oreilles (oL), Largeur des oreilles (ola), Périmètre du canon (Pc), Longueur du canon (Lc), Longueur de l'avant bras (Lab). Indice Céphalique (IC), Indice ou Rapport corporel (IB), Indice de la longueur (IL), Indice de Profondeur thoracique relative (PT), Ratio corporel (RC), Inclinaison de la largeur (LI), Développement thoracique (DT), Poids (PV1), Poids (PV2), Indice dactylo-costal (IDC), Indice dactylo-thoracique (IDT), (B) Balance.

La population ovine totale étudiée présente une longueur totale moyenne (LTT) de $101,43 \pm 11,06$ cm et une longueur du corps (LSI) de $83,27 \pm 11,49$ avec des variances très importantes. La hauteur au garrot (HG) est de $77,37 \pm 10,43$ cm et présente de variance plus importante que la HD et la HS. Alors que le tour de poitrine est la mesure qui présente la plus grande variance (306,94), il est de 103,56 cm.

Les autres mesures suivantes : HP, LE, LH, Ltro, Lisch, LB, tL, tI, oL, ol, Pc, Lc et Lab sont respectivement de : $35,08 \pm 5,30$; $23,10 \pm 4,87$; $21,71 \pm 4,75$; $25,58 \pm 4,11$; $13,53 \pm 3,73$; $29,47 \pm 6,29$; $28,23 \pm 3,04$; $15,13 \pm 2,38$; $17,66 \pm 4,36$; $8,71 \pm 1,56$; $9,17 \pm 1,82$; $12,13 \pm 1,53$ et $21,16 \pm 2,45$ cm.

I.2.1.2. Variables qualitatives

La population ovine totale a une couleur blanche (tête, membres et laine), avec une toison soit semi envahissante (54,4%) ; ou bien non envahissante (40,9%) et semi fermée à 51,9%. La majorité de la population est motte (88,1%) avec des oreilles tombantes (52,3%) ou horizontales (39,8%) (Tableau 07).

Tableau . Caractérisation de la population ovine étudiée

Couleur de			Toison		Tassé		Cornes		Oreilles		
	Tête	pattes	Laine	E	2,8%	F	19,8%	+	11,9%	T	52,3%
B	52,8%	67,9%	95,3%	SE	54,4%	SF	51,9%	-	88,1%	LP	7,9%
N	7,2%	2,1%	-	NE	40,9%	O	17,7%	-		H	39,8%
M	6,5%	0,9%	-	C	1,9%	SO	10,7%				
R	10,7%	2,6%	-								
PR	6,3%	10,7%	4,0%								
PN	3,5%	2,8%	0,7								
ACF	13%	13%	-								

(B) Blanche ; (N) Noire ; (M) Marron ; (R) Rousse ; (PR) Pie rouge ; (PN) Pie noire ; (ACF) Acajou foncée ; (E) Envahissante ; (NE) Non envahissante ; (SE) Semi envahissante ; (C) en Carapace ; (F) Fermée ; (SF) Semi Fermée ; (O) Ouverte ; (SO) Semi ouverte ; (+) Présence ; (-) Absence ; (T) Tombantes ; (LP) Légèrement pendantes ; (H) Horizontales.

I.2.2. Variation des variables selon les races

Des différences très hautement significatives ($p < 0,001$) ont été constatées pour tous les paramètres de mesures corporelles utilisées et les indices zootechniques calculés, ce qui explique une grande diversité phénotypique entre les races étudiées.

I.2.2.1. Mensurations corporelles

La race Ouled Djellal est la race qui a un grand format ($p < 0,001$), elle est plus longiligne (LTT : $110,41 \pm 9,67$ cm ; LSI : $92,37 \pm 12,14$ cm), plus haute sur patte (HG : $87,21 \pm 7,89$ cm) et plus large (LE : $26,51 \pm 5,79$ cm) que les autres races ; avec un développement thoracique très important (TP : $117,34 \pm 18,24$ cm et HP : $38,33 \pm 5,71$ cm), de plus les dimensions du bassin de cette race sont supérieures à celles des autres races. La race Hamra et la race Rembi présentent des mensurations corporelles assez proches (Tableau 08).

Tableau . Les mensurations corporelles de la population ovine selon la race

Race	Ouled-Djellal	Hamra	Rembi	Berbère	Barbarine	P
N	160	56	65	100	49	
LTT	110,41 ^a ±9,67	98,98 ^b ±7,63	100,34 ^b ±6,66	94,28 ^c ±5,09	91,00 ^d ±10,43	***
LSI	92,37 ^a ±12,14	78,39 ^{bc} ±6,43	80,65 ^b ±5,54	76,55 ^c ±6,47	76,33 ^c ±7,77	***
HG	87,21 ^a ±7,89	74,38 ^c ±3,76	78,72 ^b ±4,17	67,03 ^d ±3,47	67,96 ^d ±7,27	***
HD	83,59 ^a ±6,05	72,79 ^c ±3,43	76,60 ^b ±3,63	66,59 ^d ±3,19	66,80 ^d ±6,09	***
HS	84,69 ^a ±6,64	72,84 ^c ±3,85	77,15 ^b ±3,72	67,62 ^d ±3,42	66,80 ^d ±6,14	***
TP	117,34 ^a ±18,24	101,52 ^b ±10,36	96,31 ^c ±7,40	92,10 ^c ±8,05	93,86 ^c ±15,24	***
HP	38,33 ^a ±5,71	34,13 ^b ±3,40	35,46 ^b ±2,31	32,17 ^c ±3,40	31,04 ^c ±5,29	***
LE	26,51 ^a ±5,79	20,63 ^{bc} ±2,74	20,37 ^c ±2,01	21,67 ^b ±2,77	21,37 ^{bc} ±2,80	***
LH	25,33 ^a ±4,12	22,38 ^b ±2,68	20,88 ^c ±2,45	17,13 ^d ±1,24	19,59 ^c ±5,72	***
Ltro	28,28 ^a ±4,67	24,59 ^b ±3,02	22,38 ^c ±1,69	24,57 ^b ±2,71	24,20 ^b ±2,46	***
Lisch	16,11 ^a ±4,12	13,02 ^b ±1,38	10,86 ^c ±1,33	11,37 ^c ±1,66	13,67 ^b ±3,97	***
LB	34,08 ^a ±6,82	28,11 ^b ±3,57	28,18 ^b ±3,54	24,85 ^c ±2,70	27,08 ^b ±5,27	***
tL	30,98 ^a ±2,28	26,25 ^c ±1,83	27,74 ^b ±2,50	26,64 ^c ±1,84	25,43 ^d ±1,63	***
tla	16,16 ^a ±2,46	15,30 ^b ±1,97	13,52 ^d ±2,87	14,89 ^{bc} ±1,37	14,22 ^{cd} ±1,77	***
oL	22,19 ^a ±3,44	14,05 ^d ±0,94	17,01 ^b ±2,08	13,96 ^d ±1,34	15,41 ^c ±1,59	***
ola	10,30 ^a ±1,13	7,65 ^c ±0,73	8,57 ^b ±0,59	7,25 ^d ±0,73	7,89 ^c ±0,64	***
Pc	10,76 ^a ±1,78	8,66 ^b ±0,92	8,54 ^b ±0,90	7,90 ^c ±0,63	8,00 ^c ±1,52	***
Lc	12,79 ^a ±0,93	11,96 ^b ±1,17	13,05 ^a ±2,09	11,23 ^c ±1,20	10,82 ^c ±1,24	***
Lab	22,59 ^a ±1,82	21,63 ^b ±2,01	22,28 ^a ±1,59	18,49 ^d ±1,57	19,94 ^c ±2,10	***

Longueur totale (LTT), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Hauteur au garrot (HG), Hauteur au dos (HD), Hauteur au sacrum (HS), Tour de poitrine (TP), Hauteur de poitrine (HP), Largeur aux épaules (LE), Largeur aux hanches (LH), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux ischions (Lisch), Longueur du bassin (LB), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla), Longueur des oreilles (oL), Largeur des oreilles (ola), Périmètre du canon (Pc), Longueur du canon (Lc), Longueur de l'avant bras (Lab). *** : $p < 0,001$.

Malgré que la race Barbarine et Berbère sont de petit format, leur développement thoracique est plus important, car ces races ont une HG moins importante par rapport au TP, tandis que la race Rembi, Hamra et Ouled Djellal ont une HG plus importante avec un TP assez important ($p < 0,001$).

Le bassin de la race Berbère est significativement ($p < 0,001$) le plus étroit (LH : 17,13±1,24 cm) et le plus court (LB : 24,85±2,70 cm)

La tête est plus longue et large chez la race Ouled Djellal (tL : 30,98±2,28 cm ; tla : 16,16±2,46 cm) ; la race Barbarine présente la tête la plus courte (tL : 25,43±1,63 cm), tandis que la tête est plus étroite chez la race Rembi (tla : 13,52±2,87 cm).

La race Berbère a des oreilles plus courtes et plus étroites (oL : 13,96±1,34cm ; ola : 7,25±0,73 cm). Tandis que la race Ouled Djellal présente les oreilles les plus longues et les plus larges (oL : 22,19±3,44 cm ; ola : 10,30±1,13 cm).

Le périmètre du canon (Pc) est supérieur chez la race Ouled Djellal, elle a une ossature assez importante (Pc : 10,76±1,78 cm), la race Hamra et Rembi ont une ossature presque similaire (Pc : 8,66±0,92 cm ; 8,54±0,90 cm) mais moindre à celle de la race Ouled Djellal. La race Barbarine et Berbère ont une ossature similaire et très fine (Pc : 8,00±1,52 cm ; 7,90±0,63 cm).

I.2.2.2. Indices zootechniques

Les mensurations céphaliques ont été utilisées pour l'identification de la race, l'origine et la relation entre les espèces (Jewel, 1963). La tête des animaux étudiés est dolichocéphale, car elle est plus longue que large, chez la race Rembi et Ouled Djellal ; la largeur de la tête égale à la moitié de sa longueur (IC : $0,50 \pm 0,13$ et $0,52 \pm 0,06$).

Tableau . Les indices zootechniques de la population ovine selon la race

Race	Ouled-Djellal	Hamra	Rembi	Berbère	Barbarine	P
N	160	56	65	100	49	
IC	$0,52^b \pm 0,06$	$0,58^a \pm 0,05$	$0,50^c \pm 0,13$	$0,56^a \pm 0,05$	$0,56^a \pm 0,05$	***
IB	$0,79^b \pm 0,07$	$0,78^b \pm 0,06$	$0,84^a \pm 0,06$	$0,84^a \pm 0,08$	$0,82^a \pm 0,06$	***
IL	$1,06^b \pm 0,07$	$1,05^b \pm 0,06$	$1,02^c \pm 0,06$	$1,14^a \pm 0,11$	$1,13^a \pm 0,05$	***
PT	$0,44^c \pm 0,05$	$0,46^b \pm 0,03$	$0,45^{bc} \pm 0,03$	$0,48^a \pm 0,04$	$0,45^b \pm 0,04$	***
LI	$0,97^c \pm 0,12$	$1,09^a \pm 0,11$	$1,03^b \pm 0,10$	$0,80^e \pm 0,11$	$0,92^d \pm 0,26$	***
DT	$1,34^b \pm 0,13$	$1,36^{ab} \pm 0,10$	$1,22^c \pm 0,08$	$1,37^a \pm 0,09$	$1,38^a \pm 0,10$	***
PV1	$91,80^a \pm 40,16$	$55,97^b \pm 16,49$	$56,74^b \pm 11,55$	$46,00^c \pm 10,00$	$48,78^{bc} \pm 21,89$	***
PV2	$87,86^a \pm 39,68$	$54,70^b \pm 17,39$	$46,07^{bc} \pm 10,16$	$40,54^c \pm 11,52$	$45,29^{bc} \pm 23,71$	***
IDC	$0,41^a \pm 0,04$	$0,42^a \pm 0,03$	$0,42^a \pm 0,03$	$0,37^b \pm 0,05$	$0,38^b \pm 0,06$	***
IDT	$9,18^a \pm 0,77$	$8,56^c \pm 0,66$	$8,88^b \pm 0,85$	$8,61^c \pm 0,73$	$8,53^c \pm 0,82$	***
B	$0,86^a \pm 0,11$	$0,90^a \pm 0,12$	$0,82^b \pm 0,13$	$0,63^c \pm 0,12$	$0,81^b \pm 0,24$	***

Indice Céphalique (IC), Indice ou Rapport corporel (IB), Indice de la longueur (IL), Indice de Profondeur thoracique relative (PT), Ratio corporel (RC), Inclinaison de la largeur (LI), Développement thoracique (DT), Poids (PV1), Poids (PV2), Indice dactylo-costal (IDC), Indice dactylo-thoracique (IDT). (B) Balance. *** : $p < 0.001$.

La race Berbère et la race Barbarine ont un corps oblongue (IL : $1,14 \pm 0,11$ et $1,13 \pm 0,05$) ; alors que la race Ouled Djellal, Rembi et Hamra ont un corps carré (LSI/HG égal à 1).

La race Berbère est la race la plus près de terre (PT : $0,48 \pm 0,04$) avec une hauteur de poitrine égale à la moitié de la hauteur au garrot. Alors que la race Ouled Djellal est la plus haute (PT : $0,44 \pm 0,05$). La race Hamra et Barbarine ont un PT presque similaire à celui de la Rembi. Cela est confirmé par le DT (Tableau 09).

L'indice de l'inclinaison de la largeur (LI) montre que la race Hamra et Rembi sont bien développés en arrière (largeur aux hanches est supérieure à la largeur aux épaules : $1,09 \pm 0,11$ et $1,03 \pm 0,10$).

La balance montre une surface légèrement supérieure au niveau de la poitrine par rapport à la croupe surtout chez la race Hamra et Ouled Djellal (Tableau 09).

L'indice dactylo-costal (IDC) et l'indice dactylo-thoracique (IDT) indiquent le degré de la finesse squelettique, il nous permet d'établir une corrélation entre la masse individuelle de l'animal et ses membres, de manière à déterminer si le volume de corps correspond au développement osseux. (Cerqueira et al., 2011). Ces paramètres montrent que la race Ouled Djellal (IDC : $0,41 \pm 0,04$; IDT : $9,18 \pm 0,77$) a une ossature plus développée que les autres races, alors que la race Berbère (IDC : $0,37 \pm 0,05$; IDT : $8,61 \pm 0,73$) et la race Barbarine (IDC : $0,38 \pm 0,06$; IDT : $8,53 \pm 0,82$) ont une ossature très fine.

De plus, la race Ouled Djellal est la race la plus lourde (PV1 : $91,80 \pm 40,16$ Kg ; PV2 : $87,86 \pm 39,68$ Kg), alors que la race Berbère est la plus légère (PV1 : $46,00 \pm 10,00$ Kg; PV2 : $40,54 \pm 11,52$ Kg). Selon le poids PV1, la race Ouled Djellal, Hamra et Rembi sont hypermétriques (grand format), alors que la race Berbère et la race Barbarine sont eumétriques (format moyen), cela est confirmé par le calcul du poids vif selon la formule $TP^3 * 50,7$ (Djaout *et al.*, 2012) (Tableau 09).

I.2.2.3. Caractères qualitatifs

La race Ouled Djellal est blanche, elle a une peau (tête et membres) et une laine blanche avec une toison semi envahissante (95%) et semi fermée (98,13%). Elle a des oreilles tombantes. Les animaux de cette race sont mottes.

Seulement les animaux étudiés de race Hamra ont une peau acajou foncée. Les muqueuses et les onglons sont noirs, la langue est bleue ces derniers critères sont spécifiques pour cette race. La laine est blanche semi-envahissante peut être fermée (30,36%) ou semi fermée (53,57%). Les animaux ont des oreilles horizontales. La présence des cornes est particulière chez les mâles (10,71%).

Tous les animaux de race Rembi ont une laine fermée de couleur blanche et des oreilles tombantes. La majorité des animaux une toison semi envahissante (81,54%) et une peau blanche : tête (60%) et membres (90,77%). Le reste des animaux ont une tête et des membres roux. Les cornes existent chez tous les mâles et chez quelques femelles (27,69%).

Les animaux de race Barbarine ont une queue demi-grasse et seulement 3 mâles de l'ITELV de Saïda ont des longues queues grasses. Ils ont tous une laine blanche. La couleur de la peau est variable ; mais deux couleurs majeures de la tête des animaux ont été observées : la couleur rousse (40,82%) et marron (22,45%), contrairement, les membres sont en majorité pie rouges (57,14%). La toison est semi fermée et semi envahissante chez la majorité des animaux (73,47% et 79,59%), mais elle est envahissante chez les mâles à l'ITELV (12,24%). De plus, la plupart des animaux sont mottes avec des oreilles légèrement pendantes (48,98%) ou horizontales (51,02%).

La couleur majeure des membres de la race Berbère est blanche (67%), la tête peut être blanche (23%), noire (24%), pie rouge (24%), marron (17%) ou noire (12%). Mais la majorité des animaux ont une laine blanche (80%), semi envahissante (86%) et ouverte (71%) ; ils ont des oreilles horizontales (90 %).

Tableau . Les Caractères qualitatifs étudiés de la population ovine selon la race

	Ouled Djellal	Hamra	Rembi	Berbère	Barbarine
N	160	56	65	100	49
Couleur de la Tête	B (100%)	ACF (100%)	B (60%) R (40%)	B (23%) N (24%) M (17%) PR (24%) PN (12%)	B (10,20%) N (14,29%) M (22,45%) R (40,82%) PR (6,12%) PN (6,12%)
Couleur des membres	B (100%)	ACF (100%)	B (90,77%) R (9,23%)	B (67%) N (2%) M (3%) R (1%) PR (18%) PN (9%)	B (12,24%) N (14,29%) M (2,04%) R (8,16%) PR (57,14%) PN (6,12%)
Couleur de la laine	B (100%)	B (100%)	B (100%)	B (80%) PR (17%) PN (3%)	B (100%)
Toison	NE (95%) C (5%)	SE (100%)	NE (18,46%) SE (81,54%)	E (6%) NE (8%) SE (86%)	E (12,24%) NE (8,16%) SE (79,59%)
Tassé	SF (98,13%) F (1,88%)	SF (53,57%) F (30,36%) SO (16,07%)	F (100%)	O (71%) SO (29%)	SF (73,47%) O (10,20%) SO (16,33%)
Cornes	- (100%)	- (89,29%) + (10,71%)	- (72,31%) + (27,69%)	- (85%) + (15%)	- (75,51%) + (24,49%)
Position des Oreilles	T (100%)	H (100%)	T (100%)	H (90%) LP (10%)	LP (48,98%) H (51,02%)

(B) Blanche ; (N) Noire ; (M) Marron ; (R) Rousse ; (PR) Pie rouge ; (PN) Pie noire ; (ACF) Acajou foncée ; (E) Envahissante ; (NE) Non envahissante ; (SE) Semi envahissante ; (C) en Carapace ; (F) Fermée ; (SF) Semi Fermée ; (O) Ouverte ; (SO) Semi ouverte ; (+) Présence ; (-) Absence ; (T) Tombantes ; (LP) Légèrement pendantes ; (H) Horizontales.

I.2.3. Variation morphologique des individus

I.2.3.1. Selon les mensurations corporelles

Analyse des variables

Une analyse en composante principale (ACP) a été utilisée en retenant les variables suivantes : LSI, HG, TP, HP, LE, LH, Ltro, tL, tla, oL, ola et Pc. La part cumulée d'informations restituées dans ce cas est de 81,94% (Figure 30).

L'analyse des paramètres étudiés montre que les deux axes présentent respectivement 74,33% et 7,62% de l'inertie totale

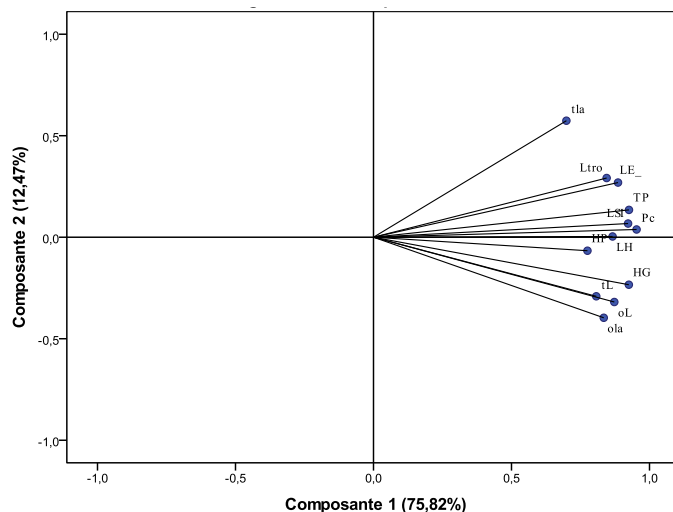


Figure . Présentation des variables par ACP chez la population ovine étudiée

L'axe 1 (75,82%) : est représenté par les variables suivantes : LSI, HG, TP, HP, LE, LH, Ltro, tL, tla, oL, ola et Pc.

L'axe 2 (12,47%) : est représenté par les variables suivantes : tla (Figure 30).

✚ Analyse des individus

L'analyse en composante principale : ACP (Figure 31) et la classification ascendante hiérarchique ont permis de déterminer deux classes.

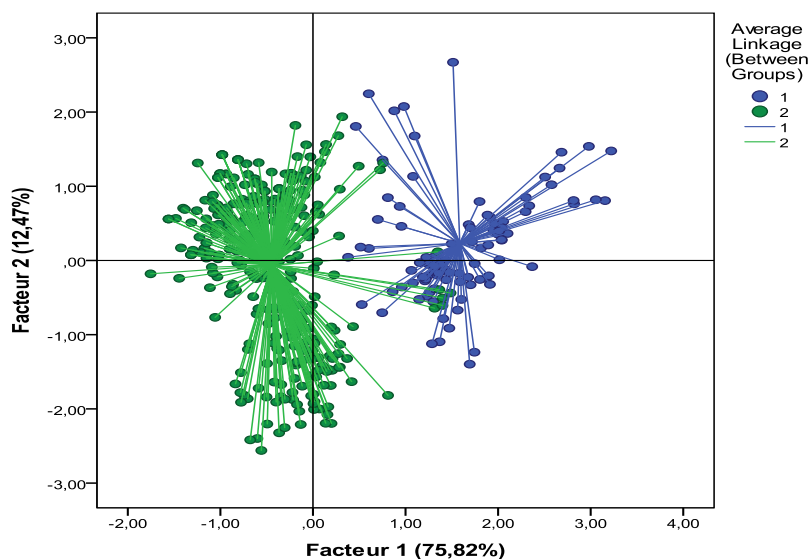


Figure . Présentation des individus de la population ovine étudiée

La figure 32 présente l'importance des caractères étudiés dont le Pc et la LE sont les critères les plus importants (100% et 97%). TP, LSI, Ltro, oL, HG, ola et LH sont des critères importants avec des pourcentages respectivement de 85%, 79%, 75%, 71%, 65%, 57% et 55%.

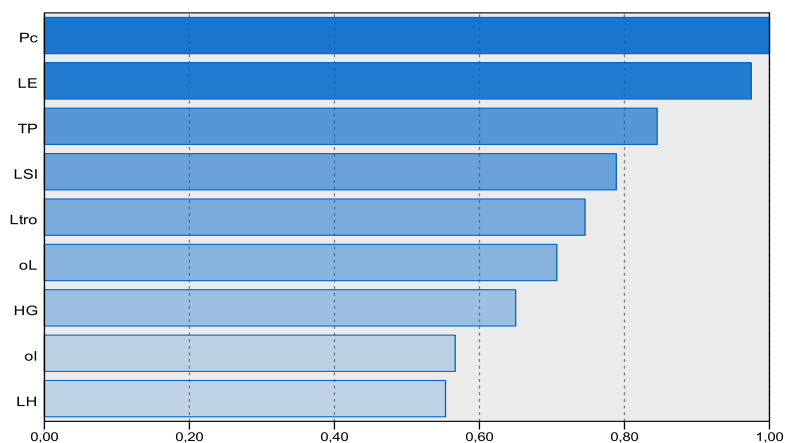


Figure . Importance des mensurations corporelles chez la population ovine étudiée

Tableau . Classification des animaux la population ovine étudiée par ACP

	Classe 1	Classe 2
N	94	336
Pc	12,05±1,11	8,36±0,96
LE	30,63±3,23	21,00±2,68
TP	132,13±9,08	95,56±8,78
LSI	100,24±9,21	78,52±6,48
Ltro	31,55±2,84	23,91±2,56
oL	23,81±3,29	15,94±2,79
HG	91,86±6,47	73,31±7,22
ola	10,68±1,04	8,16±1,20
LH	27,90±3,45	19,98±3,44
HP	39,73±6,96	33,78±3,84
tL	31,90±2,25	27,21±2,36
tla	17,91±1,87	14,36±1,87

Périmètre du canon (Pc), Largeur aux épaules (LE), Tour de poitrine (TP), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Largeur aux trochanters (Ltro), Longueur des oreilles (oL), Hauteur au garrot (HG), Largeur des oreilles (ola), Largeur aux hanches (LH), Hauteur de poitrine (HP), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla).

Classe 01 : Cette classe est constituée de 94 animaux, dont 91 individus de race Ouled Djellal, un animal de race Hamra et deux animaux de race Barbarine. Ces animaux sont plus développés que la deuxième classe. Ils sont caractérisés par un Pc très développé (12,05±1,11 cm), une largeur du corps (LE) très importante (30,63±3,23 cm), un périmètre thoracique très important (132,13±9,08 cm). Ces animaux sont plus longilignes (100,24±9,21 cm) et plus hauts sur pattes (HG : 91,86±6,47 cm) avec un bassin très large (Ltro : 31,55±2,84 cm et LH : 27,90±3,45 cm) et des oreilles très longues (oL : 23,81±3,29 cm) (Tableau 11).

Classe 02 : Les animaux de cette classe constituent la majeure partie de la population ovine étudiée (336 animaux), elle est constituée de cinq races. Ces animaux sont caractérisés par un Pc de 8,36±0,96cm et une largeur du corps (LE) de 21,00±2,68cm ; ces deux mesures sont presque égales à la moyenne. Ils sont moins longilignes (LSI : 78,52±6,48 cm), plus petits (HG : 73,31±7,22 cm), avec un TP (95,56±8,78 cm) et une LH (19,98±3,44 cm) moins

importants que les animaux de la première classe ; et inférieurs à la moyenne de la population totale (tableau 11).

La plus grande valeur des mesures de la race Ouled Djellal est confirmée par l'analyse de cluster, elle constitue un seul groupe ; les races Barbarine et Berbère constituent un groupe, ce qui explique que ces deux races portent des caractères barymétriques assez proches. Aussi, la race Hamra et la race Rembi sont presque identiques, et elles présentent des caractères similaires (Figure 33).

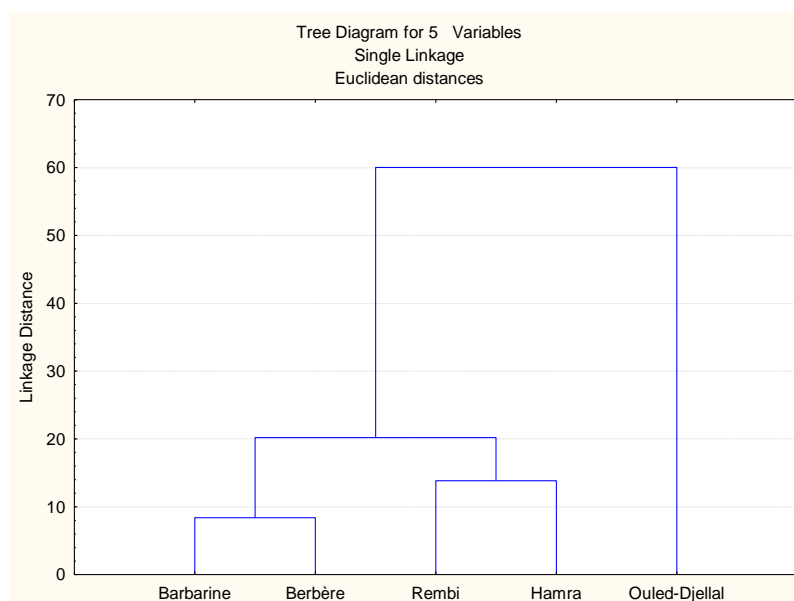


Figure . Présentation des races ovines étudiées par l'analyse de Cluster

I.2.3.2. Selon les caractères qualitatifs

Il existe une grande diversité phénotypique entre les animaux. Cela est confirmé par l'analyse d'ACM.

Tableau . Valeurs propres

Dimension	Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	3,66	52,27%	52,27
2	2,43	34,72%	34,72
Total	6,09	86,99%	

L'analyse effectuée sur 430 ovins, appartenant à 5 races locales différentes, montre que les deux premiers axes factoriels 1 et 2 expriment respectivement 52,27% et 34,72% de l'inertie, dont l'inertie totale est de 87%, elle est très significative (Tableau 12).

L'axe 1 (52,27%) est présenté par les variables suivantes : Le tassé, l'état d'envahissement de la laine (toison), la présence des cornes et la position des oreilles.

L'axe 2 (34,72%) est présenté par les variables suivantes : La couleur des membres. La couleur de la tête et de la laine sont des variables communes entre les deux axes. (Tableau 13).

Tableau . Représentation des variables identifiées par ACM sur les axes

	Dimension	
	1	2
Couleur de la tête	0,81	0,87
Couleur des membres	0,54	0,85
Couleur de la laine	0,21	0,21
Toison	0,71	0,20
Tassé	0,48	0,22
Présence des cornes	0,10	0,02
Position des oreilles	0,80	0,07

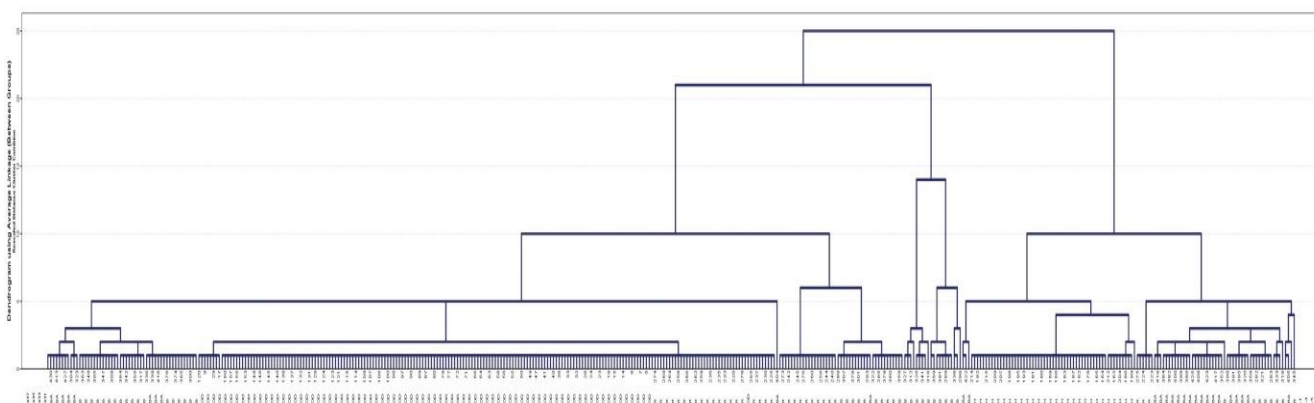


Figure . Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez les animaux étudiés selon les caractères qualitatifs

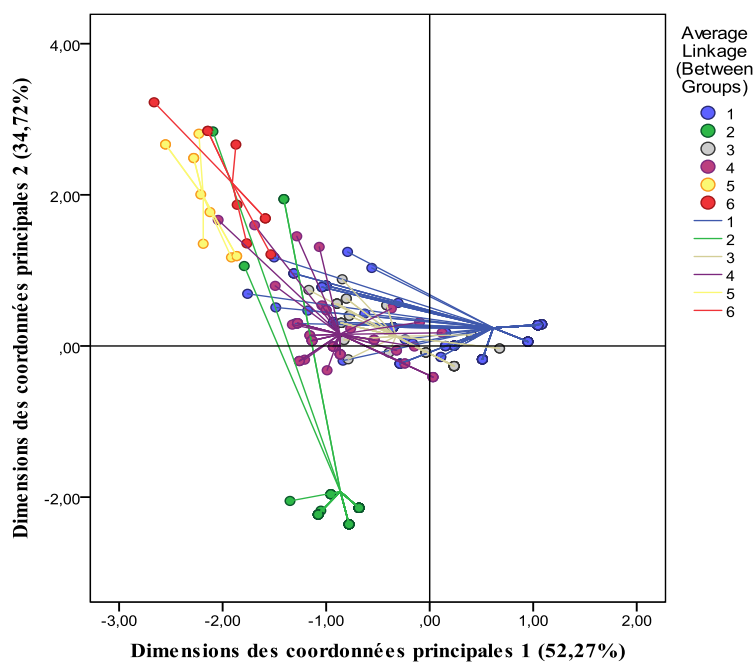


Figure . Présentation des individus de la population ovine étudiée par ACM.

L'analyse de classification en two step montre que cette classification est bonne à 60% (Figure 36).



Figure . Mesure par silhouette de cohésion et de la séparation

La figure 37 présente l'importance des caractères qualitatifs étudiés, dont la couleur des membres (100%) et de la tête (97%) sont les deux critères les plus variables chez la population totale étudiée. Les autres critères présentent des variabilités moindres (<50%).

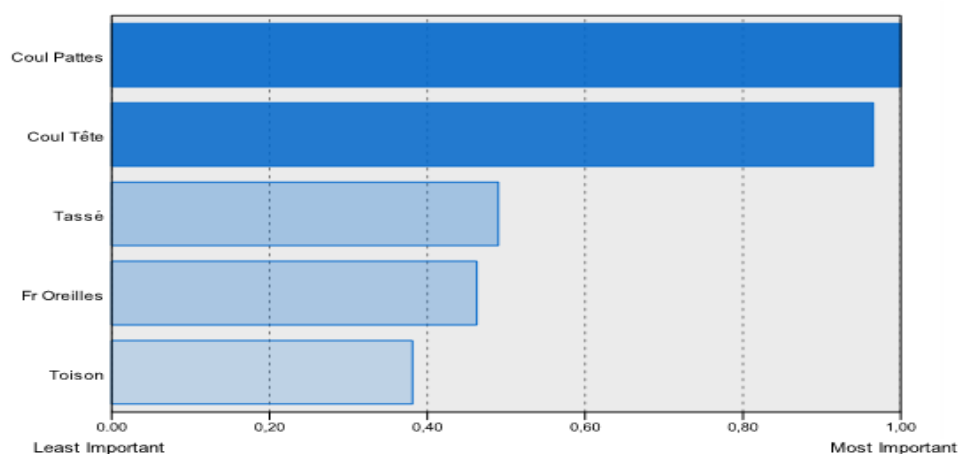


Figure . Importance des caractères qualitatifs chez la population ovine étudiée

Les critères majeurs de la population sont les suivants : La couleur la plus fréquente des pattes et de la tête des animaux est blanche, la laine est semi-fermée, semi-envahissante, les oreilles sont horizontales et les cornes sont absents.

Classe 1 : Les animaux de cette classe constituent de 252 animaux, ont une tête, des membres et une laine blancs (90,08%, 95,63% et 100%), une toison non envahissante (65,87%) et semi fermée (67,06%), des oreilles tombantes.

Classe 2 : Cette classe est constituée de 60 animaux. Ils ont une tête et des membres acajou foncé (93,33%) avec une laine blanche (100%), semi envahissante (95%) et des oreilles horizontales (98,33%).

Classe 3 : 43 animaux constituent cette classe. Ils ont tous des membres blancs, la tête est soit rousse (46,51%), pie rouge (30,23%) ou pie noire (23,26%), la laine est blanche (100%) semi envahissante (88,37%), soit fermée (46,51%) soit ouverte (39,53%). Les oreilles sont soit tombantes (46,51%) ou horizontales (41,86%).

Classe 4 : Cette classe contient 55 animaux, ils ont une tête rousse (47,27%), marron (29,09%) ou pie rouge (21,82%) avec des membres pie rouges (76,36%) avec une laine

blanche (100%) semi envahissante (83,64%), soit semi fermée (38,18%) , ou semi ouverte (27,27%) ou ouverte (23,64%). Les oreilles sont soit horizontales (47,27%) soit Légèrement pendantes (41,82%).

Classe 5 et 6 : Ces deux classes contiennent très peu d'animaux suite à un mélange de couleur des membres et de la tête (Tableau 14).

Tableau . Classification des animaux selon l'analyse d'ACM

N	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
	252	60	43	55	11	09
Couleur de la Tête	B (90,08%) N (6,35%) M (3,57%)	PN (6,67%) ACF(93,33%)	R (46,51%) PR (30,23%) PN (23,26%)	N (1,82%) M (29,09%) R (47,27%) PR (21,82%)	N (54,55%) M (18,18%) PR (18,18%) PN (9,09%)	N (88,89%) M (11,11%)
Couleur des membres	B (95,63%) N (3,17%) M (1,19%)	PN (6,67%) ACF(93,33%)	B (100%)	M (1,82%) R (20%) PR (76,36%) PN (1,82%)	PR (36,36%) PN (63,64%)	B (88,89%) N (11,11%)
Couleur de la laine	B (100%)	B (100%)	B (100%)	B (100%)	PR (90,91%) PN (9,09%)	PR (77,78%) PN (22,22%)
Toison	E (40%) NE (65,87%) SE (30,56%) C (3,17%)	E (5%) SE (95%)	NE (11,63%) SE (88,37%)	E (7,27%) NE (9,09%) SE (83,64%)	SE (100%)	E (44,44%) SE (55,56%)
Tassé	F (16,67%) SF (67,06%) O (11,11%) SO (5,16%)	F (28,33%) SF (53,33%) O (1,67%) SO (16,67%)	F (46,51%) SF (2,33%) O (39,53%) SO (11,63%)	F (10,91%) SF (38,18%) O (23,64%) SO (27,27%)	O (81,82%) SO (18,18%)	O (88,89%) SO (11,11%)
Présence Cornes	- (92,46%) + (7,54%)	- (86,67%) + (13,33%)	- (83,72%) + (16,28%)	- (83,64%) + (16,36%)	- (72,73%) + (27,27%)	- (44,44%) + (55,56%)
Position des Oreilles	T (78,97%) LP (1,59%) H (19,44%)	LP (1,67%) H (98,33%)	T (46,51%) LP (11,63%) H (41,86%)	T (10,91%) LP (41,82%) H (47,27%)	LP (9,09%) H (90,91%)	H (100%)

(B) Blanche ; (N) Noire ; (M) Marron ; (R) Rousse ; (PR) Pie rouge ; (PN) Pie noire ; (ACF) Acajou foncée ; (E) Envahissante ; (NE) Non envahissante ; (SE) Semi envahissante ; (C) en Carapace ; (F) Fermée ; (SF) Semi fermée ; (O) Ouverte ; (SO) Semi ouverte ; (+) Présence ; (-) Absence ; (T) Tombantes ; (LP) Légèrement pendantes ; (H) Horizontales.

I.3. Discussion

L'existence d'une grande diversité phénotypique et barymétrique entre les races étudiées (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère et Barbarine), peut expliquer une diversité génétique importante (Gaouar *et al.*, 2015a). Avec une supériorité significative ($p < 0,001$) de la race Ouled Djellal.

La variabilité morphologique peut être considérée comme un bon indicateur de la variabilité génétique et ainsi le potentiel d'adaptation de la race (Toro *et al.*, 2011).

La caractérisation morphologique d'une race permet d'avoir des critères concernant sa diversité génétique (Al-Rawi et Al-Athar, 2000 ; Nsoso *et al.*, 2004), reste encore insuffisante ; des analyses moléculaires ont été effectuées récemment vont compléter cette étude (Gaouar *et al.*, 2011 ; 2014 ; 2015a,b ; 2016 ; Gaouar, 2016).

La définition du standard de la race est nécessaire pour la connaissance d'une race donnée (**Rothschild, 2003**). Selon nos résultats nous pouvons dire que :

La race Ouled Djellal est la race la plus grande des races ovines algériennes ($p < 0,001$), c'est la meilleure race à viande en Algérie (**Harkat et al., 2015**). Cela a été confirmé par nos résultats dont la race Ouled Djellal est la race la plus haute, la plus large, la plus lourde et la plus longiligne des races ovines étudiées avec un bassin et une ossature assez développés. Ces résultats sont en accords avec les résultats de **Harkat et al., (2015)**.

La race Berbère est la plus petite des races, elle a un format moyen (Eumétrique) avec la race Barbarine. Ces deux races ont une ossature très fine. Aucune étude sur la caractérisation de ces deux races en Algérie pour comparer nos résultats. Les trois races Ouled Djellal, Hamra et Rembi sont hypermétriques. On ne peut pas comparer les indices zootechniques étudiés avec d'autres auteurs à l'absence des études sur l'ethnologie des races ovines algériennes.

Si on compare la race Barbarine avec la race Barbarine tunisienne (**Khaldi et al., 2011**) et d'autres races à queue grasse en Afrique de l'Ouest (**Parés-Casanova et al., 2010 ; Pareacute et Casanova, 2013**) on a trouvé que la race Barbarine étudiée est supérieure avec un format plus important. Mais cette race présente une queue demi-grasse.

De plus, très peu de travaux sur la caractérisation de la race Rembi (**Laoun et al., 2015** et **Djaout et al., 2015**) ont été effectués. Cette race est entrain de perdre ses caractéristiques phénotypiques, ces animaux qui ont été décrits par **Trouette, (1929) ; Jores D'Arces, (1947) ; Magneville, (1959)** et **Chellig (1992)**, et qui ont été caractérisés par une tête fauve ou jaune, sont désormais très rares et remplacés par des animaux proches à la race Ouled Djellal : peau blanche, absence des cornes et laine semi envahissante. Selon **Gaouar et al., (2015a)**, la race Rembi vient à la perte de son originalité génétique suite à la dilution génétique causée par des croisements avec cette dernière. De plus, les mensurations corporelles effectuées sont assez proches à celles rapportées par **Laoun et al., (2015)**.

En effet, les croisements entre la race Ouled Djellal et les autres races ovines algériennes ont été effectués pour l'amélioration des performances de ces dernières (**Madani et al., 2003**). Plusieurs races locales sont en risque de disparition (**Iniguez, 2005**), suite à la dilution génétique causée par des croisements avec la race Ouled Djellal ou par la dominance de cette dernière (**Madani et al., 2003**).

Conclusion

L'étude des mensurations corporelles a permis de déterminer la variabilité phénotypique des cinq races ovines étudiées (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère et Barbarine), sauf que tous les animaux ont une tête dolichocéphale. Une nette supériorité de la race Ouled Djellal pour tous les caractères étudiés (hauteur, largeur, longueur, périmètre thoracique, mensurations de la tête, des oreilles, du bassin et ossature) comparativement aux autres races. Les éleveurs préfèrent l'élevage de cette race suite à ses performances ; ce qui

conduit à la marginalisation des autres races avec le temps, ce qui implique une réduction de la taille des troupeaux.

L'étude des caractères phénotypique montre que la peau des animaux est blanche sauf pour la Hamra qui est acajou foncée. La laine est blanche. L'absence des cornes est un critère majeur de cette population. D'après l'analyse de Cluster nous pouvons dire que la race Barbarine et la race Berbère sont assez proches morphologiquement ainsi que pour la race Hamra et la race Rembi, cela peut être dû à des croisements non contrôlés surtout entre la race Ouled Djellal et les autres races.

Références bibliographique

1. **Al-Rawi A.A. & Al-Athar A.K., 2000.** Characteristics of indigenous chicken in Iraq. *Anim. Genet. Res. Inf.* **32**, p 87-94.
2. **Cesbron J., Lambert M., et Pelekhine P., 1972.** *Zootchnie. Brevet de technicien agricole.* Classe de seconde. Sirey (Paris). 48 p
3. **Chellig R., 1992.** *Les races ovines Algériennes*, Edition O.P.U. Algérie. 80 p.
4. **Degois E., 1970.** *Le bon moutonnier : Guide des bergers et des propriétaires de mouton.* La maison rustique - Paris, 8^{ème} édition, 268 p.
5. **Denis B., Seegers H. & Malher X., 1980.** *Ethnologie. Chaire de zootechnie et économie rurale.* Ecole nationale vétérinaire de Nante.
6. **Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Routel D., Benidir M. & Belkhiri Y., 2015.** Morphological characterization of the Rembi sheep population in the Tiaret area (West of Algeria). *Indian J. Anim. Sci.* **85** (4), p58-63.
7. **Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda., Franck M. & Sahi S., 2012.** Estimation du poids vif par barymétrie chez la population ovine de type Ouled Djellal (région de Sétif). In : 5^{ème} journée internationale de médecine vétérinaire. Université Mentouri, Constantine, Algérie. 15-16 Mai 2012.
8. **Gaouar S.B.S., Kdidi S., Tabet-Aoul N., Aït-Yahia R., Boushaba N., Aouissat M. & Saidi-Mehtar N., 2015b.** Investigation of genetic relationships among Hamra and Beni-Ighil sheep breeds based on microsatellite markers. *Wayamba Journal of Animal Science.* **7**, p1089- 1094.
9. **Gaouar SBS., Kdidi S., Tabet Aouel N., Aït-Yahia R., Boushaba N., Aouissat M., Dhimi L., Yahyaoui M-H. & Saidi-Mehtar N., 2014.** Genetic admixture of North-African ovine breeds as revealed by microsatellite loci. *Livestock Research for Rural Development.* **26** (7).
10. **Gaouar S.B.S., 2016.** Analyse de la variabilité génétique des races ovines algériennes. Editions universitaires européennes ISBN 978-3-8416-7048-9. <https://www.editions-ue.com/system/covergenerator/build/19156>
11. **Gaouar S.B.S., Da Silva A., Ciani E., Kdidi S., Aouissat M., Dhimi L., Lafri M., Maftah A. & Mehtar N., 2015a.** Admixture and Local Breed Marginalization Threaten Algerian Sheep Diversity. *PLOS ONE.* **10** (4), p 1-13.

12. Gaouar S.B.S., Lafri M., Djaout A., El-Bouyahiaoui R., Bouri A., Bouchatal A., Maftah A., Ciani E. & Da Silva A., 2016. Genome-wide analysis highlights genetic dilution in Algerian sheep. *Heredity*. 1-9.
13. Harkat S., Laoun A., Benali R., Outayeb D., Ferrouk M., Maftah A., Da Silva A. & Lafri M., 2015. Phenotypic characterization of the major sheep breed in Algeria. *Revue Méd. Vét.* **166**, (5-6), p 138-147
14. Iniguez L., 2005. Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa. Vol. 2: North Africa. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA): Aleppo, Syria.
15. Jores D'Arces P., 1947. *L'élevage en Algérie : Amélioration et développement*. Éditions Guianchain, Alger, p 93.
16. Khaldi Z., Haddad B., Souid S., Rouissi H., Ben Gara A. & Rekik B., 2011. Caractérisation Phénotypique de la Population Ovine du Sud Ouest de la Tunisie. *Animal Genetic Resources*. **49**, p 1-8.
17. Laoun A., Harkat S., Benali R., Yabrir B., Hakem A., Ranebi D., Maftah A., Madani T., Da Silva A. & Lafri M., 2015. Caractérisation phénotypique de la race ovine Rembi d'Algérie. *Productions animales et produits animaux. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. **68** (1), p 19-26.
18. Madani T., Yakhlef H. & Abbache N., 2003. Les races bovines, ovines, caprines et camelines. In: Abdelguerfi A. (ed) et SA. Ramdane. *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*, Alger.
19. Magneville D., 1959. *Observation sur le mouton Algérien, ses qualités et ses défauts*. *Elevage et Cultures*, **126**, p 12-17.
20. Nsoso S.J., Podisi B., Otsogile E., Mokhutshwane B.S. & Ahmadu B., 2004. Phenotypic characterization of indigenous Tswana goats and sheep breeds in Botswana. *Trop. Anim. Health Prod.*, **36**, p 789-800.
21. Pareacute S. & Casanova P.C., 2013. Biometrical multivariate study of the Zambian indigenous Fat-tailed sheep. *Int. J. Livest. Prod.*, **4**, p 148-154.
22. Parés-Casanova P.M., Mwaanga E.S., Caballero M., Sabaté J. & Valenzuela S., 2010. Biometrical multivariate study of the Zambian indigenous Fat-tailed sheep. *International Journal of Livestock Production.*, **4** (9), p 148-154.
23. Rothschild M.F., 2003. Approaches and challenges in measuring genetic diversity in pig. *Arch. Zoot.*, **52**, p 129-135.
24. Sagne J., 1950. *L'Algérie pastorale. Ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir*. Imprimerie Fontana, p 27.
25. Sanson M., 1973. *Les ovins dans l'antiquité d'après les vestiges phéniciens et romains en Tunisie et en Algérie*. Doc. Tech. INRAT., p 65.
26. Société Impériale Zoologique d'Acclimatation., 1859. *Bulletin mensuel de la Société Impériale Zoologique d'Acclimatation*, Volume 6. La bibliothèque de l'État de Bavière. Paris., p 620.

- 27. Toro M.A., Meuwissen T.H.E., Fernández J., Shaat I. & Mäki-Tanila A., 2011.** Assessing the genetic diversity in small farm animal populations. *Animal.*, **5** (11), p 1669-1683.
- 28. Trouette G., 1933.** *La sélection ovine dans le troupeau indigène.* Direction des Services de l'Élevage. Imprimerie P. Guiauchin: Alger.
- 29. Trouette M., 1929.** *Les races d'Algérie.* Congrès du mouton, Paris 9, 10,11 Dec 1929., p 299-302.
- 30. Turries V., 1976.** *Les populations ovines algériennes,* chaire de zootechnie et de pastoralisme, INA, Alger., p 16.

Chapitre 02. Caractérisation morphologique des ovins Rembi dans la région de Tiaret



Indian Journal of Animal Sciences 85 (4): 386–391, April 2015/Article

Morphological characterization of the Rembi sheep population in the Tiaret area (West of Algeria)

A DJAOUT¹, F AFRI-BOUZEBDA², Z BOUZEBDA³, D ROUTEL⁴, M BENIDIR⁵ and Y BELKHIRI⁶

Algeria's National Institute for Agricultural Research (INRAA), Setif 19000, Algeria

Received: 2 October 2014; Accepted: 25 November 2014

Introduction

On peut définir la notion de race comme suit : « la race est un groupe d'individus d'une même espèce présentant un ensemble de caractères communs qu'ils transmettent en bloc à leur descendants ». Pour le maintien et l'amélioration génétique d'une race, les individus de race pure doivent être inscrits et suivis par des structures gérées par le ministère de l'agriculture comme par exemple les livres généalogiques ou encore les Unités de Promotion de Race (UPRA), comme il en existe dans les pays ayant des races pures.

En Algérie la notion de race pure pose encore problème, et ce en raison de la reproduction non contrôlée notamment en élevage de type extensif, ce dernier représente l'essentiel de l'élevage ovin algérien. De plus l'introduction de races performantes étrangères sur le territoire national en vue de l'amélioration des performances, et le non contrôle de la reproduction risque à long terme de conduire à la disparition des populations locales.

A cet effet l'étude des caractéristiques phénotypiques des reproducteurs dans des centres expérimentaux contribuent à la fixation des standards.

Notre étude s'est intéressée à l'une des races ovines algériennes, la race Rembi connue pour ses performances en viande, et occupant principalement l'Ouest du pays dans la wilaya de Tiaret.

Sagne en 1950 a présenté la race Rembi et la race Ouled Djellal comme des sous - races de la race arabe algérienne, avec deux variétés chez la Rembi :

- Le mouton arabe à tête fauve ou sous race « Rembi des Amour »,
- Le mouton arabe à tête noire ou sous race « Rembi de Sidi Aissa ».

D'autres auteurs (**Trouette, 1929 ; Jores D'Arces, 1947 ; Magneville, 1959**) parlent d'une seule variété de la race Rembi à tête fauve ou jaune, qui peuple l'Oriental, le Sud de Tiaret et la région de Djebel Amour. D'après ces mêmes auteurs le mouton Rembi est issu d'un croisement entre le mouflon de Djebel Amour (appelé également « Laroui ») et la race

Ouled Djallel, parce qu'il a la conformation de la Ouled Djellal et la couleur du Mouflon dont il a également les cornes énormes.

Plus récemment **Commission Nationale AnGR, (2003)** ont mentionné deux « types » dans cette race :

- Rembi du Djebel Amour (Montagne) ;
- Rembi de Sougueur (Steppe).

Ce mouton Rembi est particulièrement adapté aux régions de l'Ouarsenis et des monts de Tiaret. La race Rembi occupe la zone intermédiaire entre la race Ouled Djellal à l'Est et la race Hamra à l'Ouest. Elle est limitée à son aire d'extension puisqu'on ne la rencontre nulle part ailleurs (**Chellig, 1992**).

Cette race est particulièrement rustique et productive ; elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres de montagnes (**Commission Nationale AnGR, 2003**).

II.1. Matériels et Méthodes

II.1.1. Zone d'étude

La wilaya de Tiaret est située à l'Ouest de l'Algérie (Figure 38). Elle présente sur le plan physique trois grandes zones distinctes :

- au Nord : une zone montagneuse de l'Atlas tellien,
- au centre : les hauts plateaux,
- au sud : des espaces semi arides.

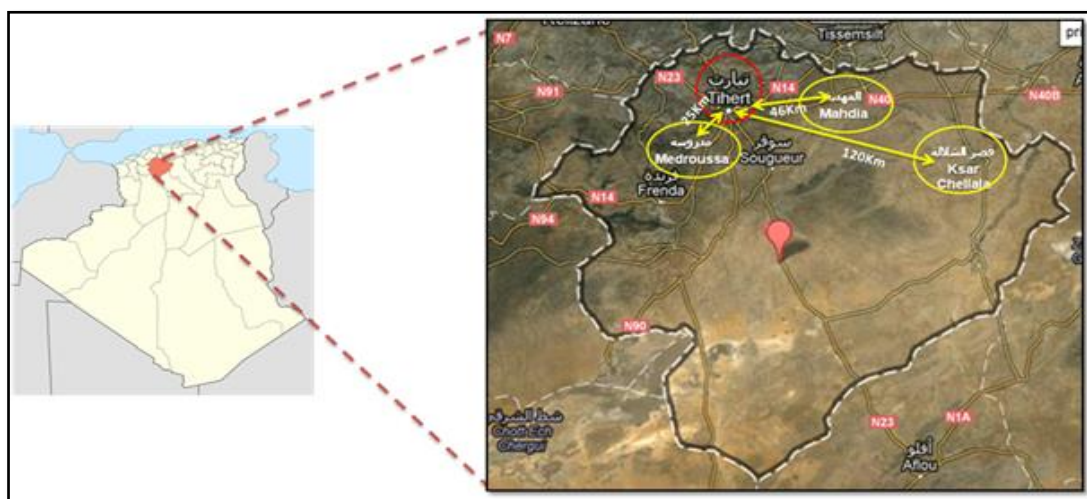


Figure . Localisation géographique de la wilaya de Tiaret et des sites expérimentaux

La wilaya se caractérise par un climat continental dont l'hiver est rigoureux et l'été chaud et sec, et une pluviométrie de 300 à 400 mm en moyenne par an.

Trois sites de reliefs différents ont été choisis : Ksar Chellala, Mahdia et Medroussa (Figure 38).

II.1.2. Choix des animaux

Notre étude a été effectuée dans la wilaya de Tiaret durant la période de printemps du 20 Avril 2013 à 20 Juin 2013.

L'effectif choisi est fonction de la disponibilité de reproducteurs dans les centres expérimentaux pour le développement de la race. Ainsi un ensemble de 54 animaux qui ont un âge moyen de $4,30 \pm 1,48$ an, dont 41 femelles et 13 mâles ont fait l'objet de mesures. L'effectif est réparti par sexe et par région (Tableau 15) et les animaux sont représentés par les figures 08, 09, 10, 11, 12 et 13.

Tableau . Répartition des effectifs étudiés

Région		Ksar Chellala	Mahdia	Medroussa	TOTAL
Effectif	Mâles	7	3	3	13
	Femelles	14	10	17	41
	Total	21	13	20	54

L'élevage au niveau des sites expérimentaux est semi-extensif et les animaux sont hébergés dans des bergeries traditionnelles. Les animaux exploitent les terres avoisinant leur bâtiment. En période froide, les animaux reçoivent deux types de rations : le concentré (l'orge) et la paille de blé. Par contre en période chaude, ils pâturent presque toute la journée sur prairies naturelles (herbe au printemps : foin et jachère en été). La paille est disponible durant toute l'année, elle est donnée aux animaux la matinée.

II.1.3. Mensurations corporelles

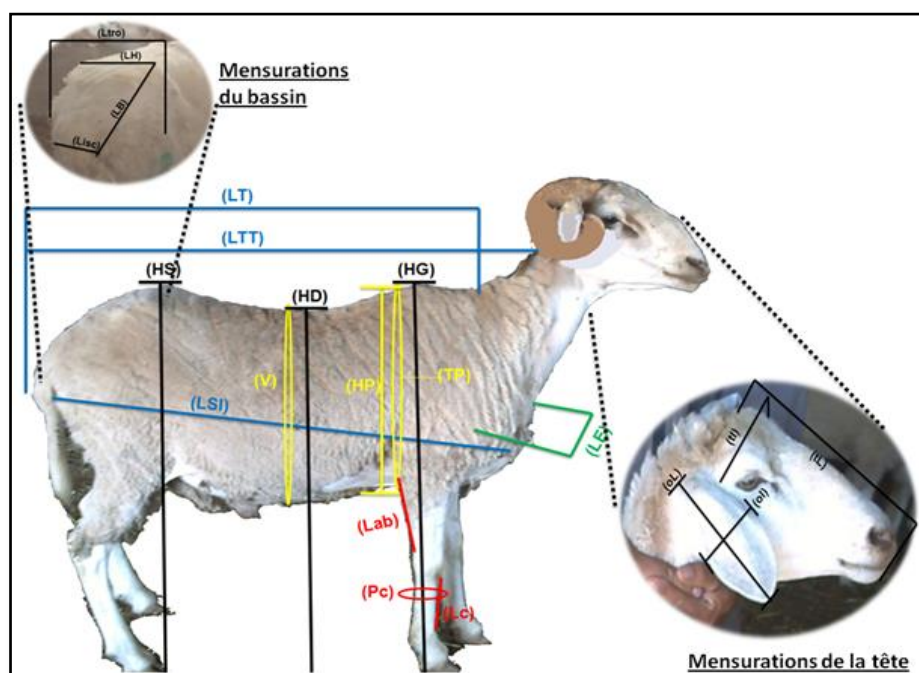


Figure . Mensurations corporelles utilisées

Les mensurations réalisées pour la caractérisation phénotypique sont inspirées des travaux sur la population ovine algérienne (Chellig, 1992 ; Benyoucef *et al.*, 1995 ; Djaout

et al., 2012) mais aussi sur d'autres travaux à travers le monde (Esquivelzeta *et al.*, 2011 ; Khaldi *et al.*, 2011 ; Ravimurugan *et al.*, 2012 ; Yakubu, 2013).

Le poids vif est obtenu par pesée des animaux par balance. Pour la réalisation des 21 mesures, les instruments utilisés sont le mètre à ruban et une toise rigide à double potence. La représentation graphique de toutes les mensurations est synthétisée en figure 39.

Ainsi les mensurations ont été relevées chez les animaux après la période de tonte.

II.1.4. Indices zootechniques

Afin d'évaluer les caractéristiques morphologiques de la race Rembi, 6 indices zootechniques définis dans le tableau 16 ; ont été tirés des travaux de Sotillo et Serrano (1985) et Alderson (1999).

Les indices céphalique, thoracique ; pelvien et corporel sont des indices ethnologiques qui donnent des informations générales sur les caractéristiques de la race (structure et proportion), alors que les indices restants sont fonctionnels, fournissant des informations sur le type et les performances des animaux (Sotillo et Serrano, 1985 ; Alderson, 1999).

Tableau . Définition des indices zootechniques calculés

Indice	Type	Calcul (%)
Céphalique	Ethnologique	$tl/tL \times 100$
Thoracique	Ethnologique	$LE/HP \times 100$
Pelvien	Ethnologique	$LH/LB \times 100$
Corporel	Ethnologique	$LSI/TP \times 100$
Profondeur relative du thorax	Fonctionnel	$HP/HG \times 100$
Longueur	Fonctionnel	$LSI/HG \times 100$

(tl) la largeur de la tête, (tL) la longueur de la tête, (LE) la largeur aux épaules, (HP) la Profondeur de poitrine, (LH) la largeur aux hanches, (LB) la longueur du bassin, (LSI) la longueur scapulo-ischiale, (TP) le tour droit de poitrine, (HG) la hauteur au garrot.

II.1.5. Caractères qualitatifs

Les caractères qualitatifs qui ont été étudiés pour la description de la couleur des animaux sont : la couleur de la tête (la face et la nuque), la couleur du cou, la couleur des membres et l'absence ou la présence des cornes chez les deux sexes.

La couleur de la laine et son état d'envahissement n'ont pas été prises en charge, car la totalité du troupeau a une toison blanche, fermée et semi envahissante.

II.1.6. Analyse statistique

Les données baryométriques ont été traitées en utilisant les statistiques descriptives à savoir les fréquences pour les variables qualitatives (type discontinu) et les valeurs pour les variables quantitatives (type continu).

Les différences observées au niveau des variables quantitatives ont été étudiées par le modèle linéaire suivant: $Y_{ij} = \mu + \text{Région}_i + \text{Sexe}_j + \text{Sexe (Région)}_{ij} + \varepsilon_{ij}$

Avec y_{ijk} = les mensurations corporelles étudiées (PV, LTT, LT, LSI, HG, HD, HS, TP, HP, V, LE, LH, Ltro, Lisch, LB, tL, tL, oL, ol, Pc, Lc ou Lab), μ = moyenne générale de la population; Région_i = effet de la $i^{\text{ème}}$ région (Ksar Chellala, Mahdia ou Medroussa); Sexe_j = effet du jème sexe; $\text{Sexe (Région)}_{ij}$ = effet du $j^{\text{ème}}$ sexe (mâle ou femelle) hiérarchisé dans la $i^{\text{ème}}$ région ; et ε_{ij} = erreur résiduelle de moyenne = 0 et de variance constante. Toutes ces données ont été analysées à l'aide du logiciel d'analyse statistique SAS (version 19).

Les variables qualitatives ont été traitées par l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) grâce au logiciel SPAD afin de construire une typologie qui consiste à identifier des individus assez semblables entre eux pour présenter des caractéristiques communes de la couleur de la face, de la nuque, du cou et des membres.

II.2. Résultats

II.2.1. Mensurations corporelles

La race Rembi fait l'objet de description généralement basée sur des observations ponctuelles. Celles-ci constituent néanmoins des références intéressantes dans la connaissance des races.

Tableau . Mensurations corporelles des ovins Rembi dans la région de Tiaret

Mensurations	Moyenne	Min	Max	Variance	Ecart-type	CV	Erreur standard
PV (Kg)	57,94	37	100	255,98	16,00	27,61	2,18
LTT (cm)	100,30	82	117	49,46	7,03	7,01	0,96
LT (cm)	83,50	70	101	44,44	6,67	7,98	0,91
LSI (cm)	80,57	72	97	28,21	5,31	6,59	0,72
HG (cm)	78,91	71	92	19,71	4,44	5,63	0,60
HD (cm)	76,74	69	89	14,65	3,83	4,99	0,52
HS (cm)	77,26	70	89	15,29	3,91	5,06	0,53
TP (cm)	95,93	74	112	59,16	7,69	8,02	1,05
HP (cm)	35,33	31	41	5,92	2,43	6,89	0,33
v (cm)	109,04	95	130	54,45	7,38	6,77	1,00
LE (cm)	20,28	17	25	4,17	2,04	10,07	0,28
LH (cm)	20,65	17	29	5,74	2,40	11,60	0,33
Ltro (cm)	22,46	20	26	3,08	1,76	7,82	0,24
Lisch (cm)	10,98	9	14	1,72	1,31	11,93	0,18
LB (cm)	27,94	21	37	12,24	3,50	12,52	0,48
tL (cm)	28,07	23	34	5,43	2,33	8,30	0,32
tla (cm)	13,13	10	20	7,93	2,82	21,44	0,38
oL (cm)	17,27	13	20	3,84	1,96	11,34	0,27
ola (cm)	8,60	7	10	0,32	0,57	6,62	0,08

Pc (cm)	8,53	7	11	0,83	0,91	10,71	0,12
Lc (cm)	12,80	10	19	4,09	2,02	15,80	0,28
Lab (cm)	22,31	19	26	2,45	1,56	7,01	0,21

(LTT) la longueur totale du corps, (LT) la longueur du corps, (LSI) la longueur scapulo-ischiale, (HG) la hauteur au garrot, (HD) la hauteur au dos, (HS) la hauteur au sacrum, (TP) le tour droit de poitrine, (HP) la Profondeur de poitrine, (v) le tour ventral, (LE) la largeur aux épaules, (LH) la largeur aux hanches, (Ltro) la largeur aux trochanters, (Lisc) la largeur aux ischions, (LB) la longueur du bassin, (tL) la longueur de la tête, (tla) la largeur de la tête, (oL) la longueur de l'oreille, (ola) la largeur de l'oreille, (Pc) le périmètre du canon, (Lc) la longueur du canon, (Lab) la longueur de l'avant bras.

Le tableau 17 présente les résultats des mesures (moyennes et écarts-types) des animaux qui ont un âge moyen de $4,3 \pm 1,48$ ans. Ce dernier varie en fonction des sites de l'étude : Ksar Chellala, Mahdia et Medroussa, il est respectivement de $4,40 \pm 1,59$; $4,04 \pm 1,13$ et $4,35 \pm 1,61$ ans, mais aussi en fonction du sexe : $4,44 \pm 1,55$ ans pour les femelles et $3,85 \pm 1,18$ ans pour les mâles.

Les valeurs des mensurations corporelles selon la région et selon le sexe sont résumées dans le tableau 18.

Tableau . Les mensurations corporelles selon les facteurs étudiés

Mensurations	Selon la région				Selon le sexe		
	Ksar Chellala	Mahdia	Medroussa	P	Mâles	Femelles	P
	Moy±S.D	Moy±S.D	Moy±S.D		Moy±S.D	Moy±S.D	
PV	54,86±13,13	57,15±23,59	61,70±12,47	ns	78,69±14,00	51,37±9,80	***
LTT	102,52±5,41	98,77±8,47	98,95±7,27	ns	107,31±6,59	98,07±5,61	***
LT	84,19±6,81	83,46±8,06	82,80±5,75	ns	90,77±6,25	81,20±4,96	***
LSI	81,67±6,20	80,23±4,76	79,65±4,65	ns	87,00±4,78	78,54±3,59	***
HG	77,81±3,92	80,92±5,82	78,75±3,64	ns	84,15±4,51	77,24±2,87	***
HD	75,76±3,49	78,31±5,19	76,75±2,88	ns	81,46±3,64	75,24±2,43	***
HS	76,33±3,47	78,62±5,12	77,35±3,34	ns	82,31±3,61	75,66±2,33	***
TP	98,10±4,86	94,85±8,03	94,35±9,53	ns	103,38±4,70	93,56±6,92	***
HP	36,05±1,88	34,54±2,73	35,10±2,65	ns	38,15±1,72	34,44±1,88	***
V	108,48±5,55	105,92±8,71	111,65±7,58	ns	113,85±7,50	107,51±6,73	**
LE	20,81±2,23	19,69±2,32	20,10±1,55	ns	22,62±1,45	19,54±1,60	***
LH	22,29 ^a ±2,49	19,38 ^b ±1,56	19,75 ^b ±1,74	***	22,23±3,06	20,15±1,93	**
Ltro	21,62 ^b ±1,32	22,69 ^{ab} ±2,10	23,20 ^a ±1,61	*	23,54±2,03	22,12±1,54	**
Lisc	10,24 ^b ±1,22	11,15 ^a ±1,14	11,65 ^a ±1,14	**	12,08±1,04	10,63±1,20	***
LB	29,90 ^a ±2,91	26,77 ^b ±3,68	26,65 ^b ±3,12	**	30,92±4,42	27,00±2,56	***
tL	26,29 ^b ±1,74	28,85 ^a ±1,91	29,45 ^a ±1,93	***	29,46±2,79	27,63±2,01	*
tla	16,14 ^a ±1,96	11,38 ^b ±0,87	11,10 ^b ±1,07	***	15,62±3,31	12,34±2,14	***
oL	15,69 ^b ±1,66	17,92 ^a ±1,44	18,50 ^a ±1,36	***	16,31±2,32	17,57±1,75	*
ola	8,31 ^b ±0,58	8,69 ^a ±0,48	8,85 ^a ±0,49	**	8,42±0,70	8,66±0,52	ns
Pc	8,55±1,18	8,54±0,88	8,50±0,61	ns	9,85±0,69	8,11±0,47	***
Lc	14,29 ^a ±2,24	12,54 ^b ±0,97	11,40 ^b ±0,99	***	15,08±2,50	12,07±1,15	***
Lab	22,19±1,75	22,46±1,81	22,35±1,23	ns	23,69±1,75	21,88±1,23	***

* significatif à 0,05 ; ** significatif à 0,001 ; *** significatif à 0,001 ; ns : non significatif.

(LTT) la longueur totale du corps, (LT) la longueur du corps, (LSI) la longueur scapulo-ischiale, (HG) la hauteur au garrot, (HD) la hauteur au dos, (HS) la hauteur au sacrum, (TP) le tour droit de poitrine, (HP) la Profondeur de

poitrine,(v) le tour ventral, (LE) la largeur aux épaules, (LH) la largeur aux hanches, (Ltro) la largeur aux trochanters, (Lisc) la largeur aux ischions, (LB) la longueur du bassin, (tL) la longueur de la tête, (tla) la largeur de la tête, (oL) la longueur de l'oreille, (ola) la largeur de l'oreille, (Pc) le périmètre du canon, (Lc) la longueur du canon, (Lab) la longueur de l'avant bras.

Le poids vif moyen de la population étudiée est de $57,94 \pm 16\text{Kg}$ avec un coefficient de variation maxima de 27,61. Cette différence explique une diversité remarquable du poids entre les animaux étudiés. Cette différence est significativement liée au sexe des animaux ($p < 0,001$). Les mâles sont plus lourds que les femelles avec un poids moyen de $78,69 \pm 14,00$ vs $61,70 \pm 12,47$ Kg.

L'influence du sexe est significative ($p < 0,001$), les béliers sont plus longilignes, hauts et larges avec un développement thoracique important, un tour ventral très important, un périmètre du canon plus large et des membres plus longs que ceux des femelles (Tableau 18). Alors que les femelles ont une tête assez courte et étroite avec des oreilles plus longues que celles des mâles mais avec une largeur d'oreille presque identique. De plus, elles ont un bassin moins long et moins large que celui des mâles.

Les animaux de Ksar Chellala ont présenté des têtes courtes et larges, des oreilles courtes assez étroites ($p < 0,001$), des membres longs et un bassin plus large (LH) et plus long (LB) ($p < 0,01$). Alors que les animaux de Mahdia et de Medroussa ont un bassin étroit, des membres courts, des têtes moyennes et des oreilles plus larges et de longueurs moyennes ($p < 0,001$).

II.2.2. Indices zootechniques

Le calcul et l'analyse des différents indices zootechniques permettent de classer l'ethnologie de la race Rembi étudiée, les indices sont présentés dans le tableau 19.

Le rapport tla/tL ($47 \pm 12\%$) indique une forme oblongue de la tête avec une largeur égale à la moitié de la longueur.

L'indice thoracique LE/HP ($57 \pm 5\%$) et l'indice de longueur LSI/HG indiquent que la forme du corps est presque carrée, puisque le rapport entre la hauteur au dos et la longueur scapulo-ischiale est de $102 \pm 5\%$.

Tableau . Les indices zootechniques étudiés

Indices%		Moy	Min	Max	Ecart-type	CV	Err. std
Céphalique	tla/tL	47	33	79	12	26,12	0,02
Thoracique	LE/HP	57	41	75	5	8,34	0,01
Pelvien	LH/LB	74	54	95	8	10,71	0,01
Corporel	LSI/TP	84	74	105	6	6,99	0,01
Profondeur relative du thorax	HP/HG	45	38	53	3	5,94	0,00
Longueur	LSI/HG	102	91	117	5	5,27	0,01

(tL) la longueur de la tête, (tla) la largeur de la tête, (LE) la largeur aux épaules, (HP) la Profondeur de poitrine, (LH) la largeur aux hanches, (LB) la longueur du bassin, (LSI) la longueur scapulo-ischiale, (TP) le tour droit de poitrine, (HG) la hauteur au garrot.

II.2.3. Caractères qualitatifs

L'analyse effectuée sur 54 animaux montre que les deux premiers axes factoriels 1 et 2 expriment respectivement 36,85% et 18,63% de l'inertie (Figure 40).

L'axe 01 exprime 36,85% de l'inertie, représentée par les variables suivantes : la couleur du cou (blanc et marron), de la nuque (fauve et fauve à tache blanche), de la face (fauve), des membres (fauves et blancs) et enfin le sexe (mâle et femelle).

L'axe 02 exprime 18,63% de l'inertie, représentée par les variables suivantes : la présence et l'absence des cornes, la couleur de la face (fauve et légèrement marron) et de la nuque (fauve à tache blanche et légèrement marron).

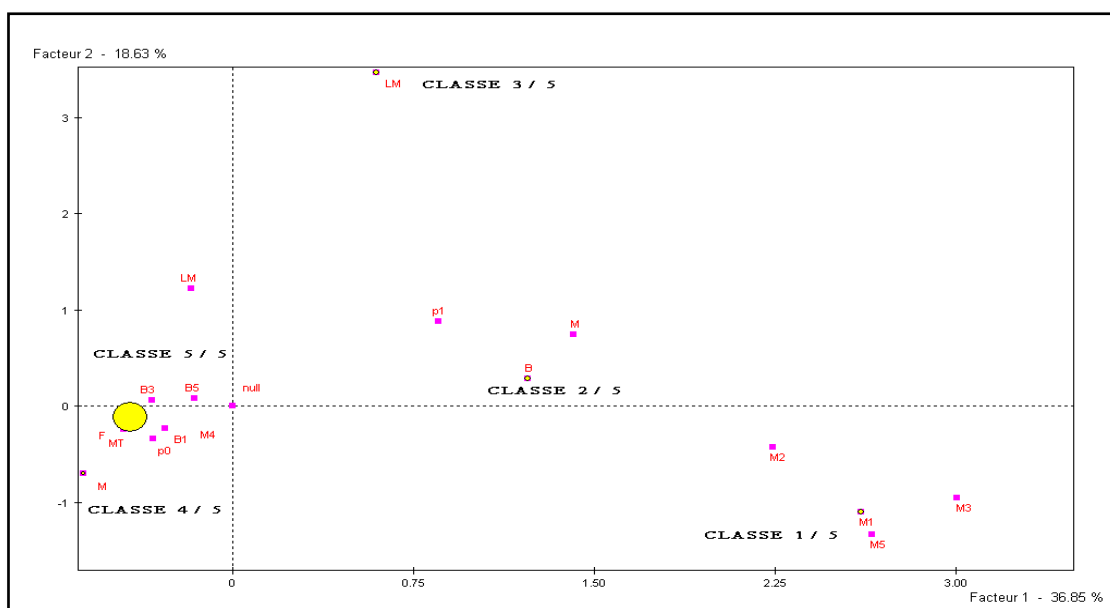


Figure . Présentation des variables

En outre, l'analyse hiérarchique a permis de déterminer cinq classes (Figure 41). Chaque classe est représentée principalement par les troupeaux suivants (pourcentage d'appariement).

La classe 01 (9,26% de la population) : 100% des animaux de cette classe sont des mâles caractérisés par une tête (face et nuque), un cou et des membres fauves. La classe 02 constitue 5,56% de la population, ces mâles ont un cou blanc et une nuque fauve.

La classe 03 constitue aussi 5,56% de la population, mais ces mâles sont caractérisés par une face et une nuque légèrement marron. La classe 04 présente 3,7% de la population, ces mâles ont une face fauve.

La classe 05 (75,93% de la population) est constituée par des femelles qui ont une nuque fauve à tache blanche avec une face, un cou et des membres blancs.

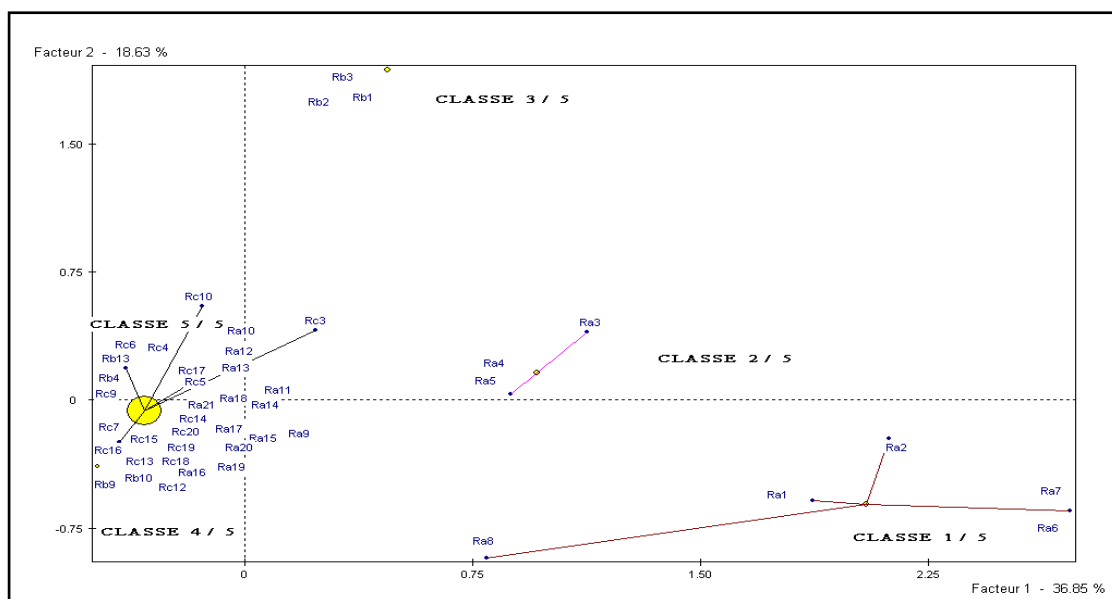


Figure . Représentation graphique des classes identifiées par AFCM

II.3. Discussion

Vu le manque de données sur la caractérisation phénotypique de cette race, en dehors des documents de **Chellig (1992)** et de travaux anciens (**Trouette, 1929 ; Jores D'Arces, 1947 ; Magneville, 1959**), il est à faire remarquer que la circulation des troupeaux sur le territoire national a grandement évolué. En effet les ovins ayant fixé leur caractères raciaux suite à des croisements en consanguinité, il y a de cela quelques décennies, ont probablement subi des modifications suite à l'évolution des méthodes d'élevages (principalement extensif), de la libre circulation des animaux à travers le territoire national et des modes de reproduction incontrôlés.

Les données disponibles ou accessibles sur la race Rembi indiquent que le mouton Rembi a une tête rouge ou brunâtre et des membres fauves avec une robe chamoisée, il est haut sur pattes, possédant des cornes spiralées et massives, des oreilles moyennes tombantes, un profil busqué et une queue mince et moyenne. (**Chellig, 1992 ; Commission Nationale AnGR, 2003**).

La laine des animaux étudiés est blanche fermée et semi envahissante, la tête, le cou et les membres sont dépourvus de laine.

Les cornes présentent chez 28% des animaux, donc environ 70% sont mottes. 77% des mâles ont des cornes longues, spiralées et massives de 53,6cm de longueur, alors que seulement 12% des femelles ont des cornes courtes de 16,25cm de longueur inclinées vers l'arrière.

Les brebis Rembi ont une nuque fauve à tache blanche avec une face, un cou et des membres blancs. Alors que les béliers sont classés en 4 groupes : des mâles à tête, cou et membres fauves ; des mâles à cou blanc et nuque fauve ; des mâles à face et nuque marron et des mâles à face fauve.

D'après les mensurations corporelles ; les mâles ont un poids similaire à celui rapporté par **Turries (1976)**, **Chellig (1992)**, et inférieur à celui cité par **Commission Nationale AnGR, (2003)**.

En effet, la longueur du corps (LSI) et la hauteur au garrot (HG) chez les béliers sont supérieures à celles rapportées par **Turries (1976)** et **Chellig (1992)**, mais ils ont une profondeur thoracique presque similaire à celle citée par **Chellig (1992)** et supérieure à celle présentée par **Turries (1976)**. Les brebis aussi présentent la même profondeur de poitrine rapportée par **Chellig (1992)**.

De plus, la race étudiée présente une longueur du corps (LSI) similaire à celle de la race Ouled Djellal rapportée par **Chellig (1992)**; mais plus longiligne et plus haute (HG) par rapport à la race Ouled Djellal étudiée par (**Dekhili and Aggoun, 2013**), ainsi que d'autres races algériennes : Hamra, Berbère, Barbarine (**Chellig, 1992**) et la race espagnole Ripollesa (**Esquivelzeta et al., 2011**) avec un tour et une profondeur de poitrine (TP et HP) inférieures à celles de la race Hamra et la race Ouled Djellal (**Chellig, 1992 ; Dekhili and Aggoun 2013**) mais supérieures à celles de la race Brebère, Barbarine (**Chellig, 1992**) et Ripollesa (**Esquivelzeta et al., 2011**). En effet, la longueur de la tête, la longueur des oreilles et le périmètre du canon des animaux étudiés sont similaires à ceux de la race espagnole Ripollesa (**Esquivelzeta et al., 2011**).

L'indice céphalique montre que la tête des animaux est dolichocéphale. (**Esquivelzeta et al., 2011**). L'indice céphalique, thoracique, pelviens et la longueur ont été inférieurs à ceux rapportés par **Esquivelzeta et al., (2011)** chez la race Ripollesa. Alors que l'indice corporel et la profondeur relative du thorax ont été similaires à cette race.

Selon **Esquivelzeta et al., (2011)**, les indices zootechniques (ethnologiques et fonctionnels) sont suffisants pour classer une race et fournir des informations sur son aptitude de production.

Ces indices zootechniques indiquent que la race Rembi est une race bréviligne près de terre. Cette proportion indique que la race est une race à viande parce que les faibles valeurs de la profondeur relative du thorax (HP/HG) indiquant une meilleure aptitude à viande (**Aparicio, 1944**). Ainsi, cette confirmation a été rapportée par **Esquivelzeta et al., (2011)** chez la race Ripollesa qui est une race à viande et présente un HP/HG similaire qui est de 44,2.

On ne peut pas comparer ces indices zootechniques avec d'autres races algériennes à l'absence des études sur l'ethnologie de cette race. Concernant ces critères et en l'absence de données locales les résultats ne peuvent faire l'objet de comparaison.

Conclusion

Si l'on se permet de tirer des conclusions concernant cette étude, cela est liée au fait que les animaux utilisés sont considérés comme les reproducteurs de la race et sont élevés dans des conditions de milieu bien encadré (ferme expérimentale pour la conservation de la

race pure). Toutefois l'effectif mesuré reste sur le plan statistique encore insuffisant, il est à multiplier pour assurer la pérennité de la race en question.

L'étude des caractères quantitatifs et qualitatifs a permis de définir les caractéristiques de la race Rembi dans la région de Tiaret comme une race à toison blanche, fermée et semi envahissante caractérisée par un corps longiligne près de terre avec une orientation marquée pour la production de viande et présentant des signes d'adaptation à l'environnement. Ces animaux ont une tête courte avec des oreilles moyennes et larges ; variables selon les régions d'étude et le sexe des animaux. Les mâles sont en majorité à tête et membres fauves avec des cornes massives et spiralées, alors que 88% des femelles sont mottes, de couleur blanche avec une nuque fauve à tache blanche. De plus les mâles sont plus développés que les femelles avec des variations significatives de tous les paramètres étudiés.

Références bibliographiques

1. **Alderson L., 1999.** The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. *Anim. Genet. Res. Inf.* **25**, p 45–55.
2. **Aparicio S.G., 1944.** *Zootecnia especial: etnología compendiada*. p. 364. Del S.E.U. de Córdoba, Córdoba.
3. **Benyoucef M.T., Boutebila S., Kaidi, R., Khellaf D., Benaissa T., Benzidour A. & Zahaf A., 1995.** Aspects organisationnels et techniques d'un programme d'étude génétique de la race ovine Hamra dans la région de l'ouest (Algérie). *Options Méditerranéennes*. **11**, p 215-224.
4. **Chellig R., 1992.** *Les races ovines Algériennes*, Edition O.P.U. Algérie, p 80.
5. **Dekhili M. & Aggoun A., 2013.** Path coefficient analysis of body weight and biometric traits in Ouled-Djellal breed (Algeria). *Revue Agriculture*. **06**, p 41 – 46.
6. **Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda., Franck M. & Sahi S., 2012.** Estimation du poids vif par barymétrie chez la population ovine de type Ouled Djellal (région de Sétif). In : *5^{ème} journée internationale de médecine vétérinaire*. Université Mentouri, Constantine, Algérie. 15-16 Mai 2012.
7. **Esquivelzeta C., Fina M., Bach R., Madruga C., Caja G., Casellas J. & Piedrafita J., 2011.** Morphological analysis and subpopulation characterization of Ripollesa sheep breed. *Animal Genetic Resources*. **49**, p 9–17.
8. **Commission Nationale AnGR, 2003.** *Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie, République algérienne démocratique et populaire*. Alger. 46 p.
9. **Jores D'Arces P., 1947.** *L'élevage en Algérie : Amélioration et développement*. Éditions Guianchain, Alger, p 93.
10. **Khaldi Z., Haddad B., Souid S., Rouissi H., Ben Gara A. & Rekik B., 2011.** Caractérisation Phénotypique de la Population Ovine du Sud Ouest de la Tunisie. *Animal Genetic Resources*. **49**, p 1–8.
11. **Magneville D., 1959.** *Observation sur le mouton Algérien, ses qualités et ses défauts*. *Elevage et Cultures*, **126**, p 12-17.
12. **Ravimurugan T., Thiruvankadan A.K., Krovvidi S., Elango A. & Panneerselvam S., 2012.** Breed characteristics of Pattanam sheep of Tamil Nadu, India. *Animal Genetic Resources*., **51**, p99–104.

13. **Sagne J., 1950.** *L'Algérie pastorale. Ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir.* Imprimerie Fontana, p 27.
14. **Sotillo J.L. & Serrano V., 1985.** *Producción Animal. I: Etnología Zootécnica.* Madrid, Tebar Flores, D.L. p 402.
15. **Trouette M., 1929.** *Les races d'Algérie.* Congrès du mouton, Paris 9, 10,11 Dec 1929., p 299-302.
16. **Turries V., 1976.** *Les populations ovines algériennes,* chaire de zootechnie et de pastoralisme, INA, Alger., p 16.
17. **Yakubu A., 2013.** Principal component analysis of the conformation traits of Yankasa sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry* **29** (1), p 65-74.

Chapitre 03. Caractérisation phénotypique et étude des indices zootechniques des ovins Berbère dans l'Est Algérien

Introduction

Les mensurations corporelles constituent la base de la table de pointage dans une race donnée ; certaines d'entre elles (le tour de poitrine, la hauteur au garrot, la profondeur de poitrine) sont le support de l'estimation du poids vif (**Djaout *et al.*, 2012 ; Afolayan *et al.*, 2006 ; Suhaila *et al.*, 2013 ; Dekhili and Aggoun., 2013**), lequel permet la détermination de la production de l'animal (le suivi de la croissance, de l'état d'engraissement) (**Jafari, 2014**), ou de la détermination d'une posologie dans un traitement médical.

De plus, ces mensurations peuvent être utilisées pour l'estimation de quelques propriétés des carcasses d'agneaux (**Abdel-Moneim, 2009**) car elles ont une influence sur les performances ovines (**Abbasi and Ghafouri-Kesbi, 2011**), elles sont utilisées aussi pour l'estimation des paramètres génétiques de poids vif (**Abbasi and Ghafouri-Kesbi, 2011 ; Jafari, 2014, Jafari *et al.*, 2014**) et surtout pour la caractérisation morphologique et ethnique (**FAO, 2013a**) des races ovines (**Esquivelzeta *et al.*, 2011 ; Handiwirawan *et al.*, 2011 ; Melesse *et al.*, 2013 ; Djaout *et al.*, 2015 ; Harkat *et al.*, 2015**) et d'autres espèces animales : caprine, équine, bovine, cameline, porcine et aviaire (**Herrera *et al.*, 1996 ; Rout *et al.*, 2000 ; Sponenberg *et al.*, 2000 ; Nicks *et al.*, 2006 ; Boujenane *et al.*, 2008 ; Chacón *et al.*, 2011 ; Melesse and Negesse, 2011 ; Kefena *et al.*, 2012 ; Yilmaz *et al.*, 2012 ; Adamou *et al.*, 2013 ; FAO, 2013a ; Bedhief-Romdhani *et al.*, 2014**).

Les différentes mensurations corporelles ont été utilisées pour le calcul des indices zootechniques, selon Alderson, qui a développé un système d'évaluation de l'indice de type et de fonction chez les bovins, a proposé l'application de ce système chez d'autres espèces. Cette procédure explore la possibilité d'étendre l'utilisation des indices morphologiques au-delà des comparaisons au sein du troupeau au niveau de la ferme, à la détermination de type et de fonction entre les races au sein de l'espèce (**Salako, 2006**).

Notre étude consiste à étudier -pour la première fois- les caractères phénotypiques et morphologiques, à partir des mensurations corporelles et des indices zootechniques, d'une race ovine en voie d'extinction « la race Berbère ». Cette race ovine primitive et la plus ancienne des races ovines au Maghreb. Elle est dite "Berbère à laine azoulai". C'est une petite race rustique, adaptée aux pâturages pauvres et élevée dans les montagnes de la Kabylie en Algérie. **Sagne (1950)** a rapporté que le document d'Herodoteus a révélé la présence de cette race en Kabylie, 3000 ans JC. Son aire de répartition de la race Berbère est la chaîne montagneuse du Nord de l'Algérie (Souk Ahras, Maghnia, Tlemcen, Jijel (Collo), Edough, Ouarsenis, et les montagnes de Tiaret (**Chellig, 1992**).

Notre travail a été effectué dans l'extrême Est d'Algérie au niveau de sept régions différentes suite aux faibles effectifs des animaux Berbère par éleveurs où les troupeaux de

cette race ne dépassant pas les 20 têtes par éleveur avec la présence de quelques têtes de race Ouled Djellal ou des individus de population locale.

Aucune étude n'a été réalisée sur la race Berbère et très peu de travaux ont été effectués sur la caractérisation des races ovines algériennes : Ouled Djellal (**Dekhili and Aggoun, 2013 ; Harkat et al., 2015**), Rembi (**Djaout et al., 2015 ; Laoun et al., 2015**), D'man (**Boubekeur et al., 2015a**) et Hamra (**Benyoucef et al., 1995**).

III.1. Matériels et Méthodes

III.1.1. Zone d'étude

Notre travail a été effectué au niveau de six régions dans la wilaya d'El-Tarf (Bouhadjar, Matroha, Aïn Assel, Lac des oiseaux, El-Kala et Om Etboul) (Figure 42). Les régions ont été choisies suite à la disponibilité des animaux de race Berbère dans la wilaya d'El-Tarf.



Figure . Localisation géographique de la wilaya de Tiaret et des régions d'études

III.1.2. Animaux étudiés

L'étude a porté sur l'analyse des indices zootechniques d'après des mensurations corporelles, et de la description phénotypique chez 100 ovins de race Berbère âgés en moyenne de $3,24 \pm 1,25$ ans (entre Octobre 2013 et Mai 2014) au niveau de six régions différentes (Tableau 20).

Tableau . Description des troupeaux et le nombre d'animaux mesurés dans chaque troupeau

Région	Altitude	Taille de troupeau	Béliers mesurés	Brebis mesurées	Total
Bouhadjar	243 m	40	0	13	13
Matroha	128m	10	0	7	7
Aïn Assel	123m	25	3	13	16
Lac des oiseaux	10m	25	1	13	14
El-Kala	1m	45	10	21	31
Om Etboul	22m	30	3	16	19
Total		175	17	83	100

III.1.3. Mensurations corporelles et indices zootechniques

Les différentes mensurations corporelles ont été mesurées par le même opérateur la matinée, 19 mesures ont été utilisées pour chaque animal : Longueur totale (LTT), longueur scapulo-ischiale (LSI), hauteur au garrot (HG), hauteur au dos (HD), hauteur au sacrum (HS), tour de poitrine (TP), hauteur de poitrine (HP), largeur aux épaules (LE), largeur aux hanches (LH), largeur aux trochanters (Ltro), largeur aux ischions (LIsch), longueur du bassin (LB), longueur de la tête (tL), largeur de la tête (tla), longueur des oreilles (oL), largeur des oreilles (ola), périmètre du canon (Pc), longueur du cano (Lc), longueur de l'avant bras (Lab).

Tableau . Indices zootechniques étudiés

	Indice	Calcul
Forme de la tête	Indice Céphalique (IC)	tla/tL
Format de l'animal	Indice ou Rapport corporel (IB)	LSI/TP
	Indice de la longueur (IL)	LSI/HG
	Profondeur thoracique relative (PT)	HP/HG
	Ratio corporel (RC)	HG/HS
	Inclinaison de la largeur (LI)	LH/LE
	Développement thoracique (DT)	TP/HG
Performance de l'animal	Poids (PV1)	$[LSI \times HP \times (LH + LE) / 2] / 1050$
	Poids (PV2)	$TP^3 \times 50.7$
Squelette	Indice dactylo-costal (IDC)	Pc/LE
	Index dactylo- thoracique (IDT)	$(Pc/TP) \times 100$

La longueur de la tête (tL), la largeur de la tête (tla), longueur du corps ou la longueur scapulo-ischiale (LSI), le tour de poitrine (TP), la hauteur au garrot (HG), la hauteur de poitrine (HP), la largeur aux hanches (LH), la largeur aux épaules (LE), le périmètre du canon (Pc).

A partir de ces mensurations, 11 indices zootechniques ont été calculés selon les travaux de **Miller et al., (1964)** ; **Sotillo et Serrano (1985)** ; **Santos et al., (1995)** ; **Alderson (1999)** ; **Salako (2006)** ; **Sarma (2006)** et **Chacón et al., (2011)** (Tableau 21). Le calcul et l'analyse des différents indices zootechniques permettent de classer l'ethnologie de la race Berbère étudiée.

III.1.4. Caractères qualitatifs

D'autres variables phénotypiques ont été étudiées : la couleur de la tête, la couleur des pattes, la couleur de la laine, l'envahissement de la toison, le tassé, la forme des oreilles et la le profil céphalique (Tableau 22).

Tableau . Variables qualitatives étudiées

Couleur de la tête et des pattes	Blanche, noir, Pie rouge, pie noir, marron
Couleur de la laine	Blanche, pie rouge, pie noir
Toison	Semi-envahissante, envahissante, non-envahissante
Tassé	Ouverte, semi-ouverte, fermée ou semi-fermée
Forme des oreilles	Horizontale, légèrement pendante, tombante
Profil céphalique	Concaviligne, rectiligne
Cornes	Présence, absence

III.1.5. Analyses statistiques

Les mensurations corporelles ont été analysées selon le modèle linéaire suivant :

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Région}_i + \text{Sexe}_j + \text{Age}_k + \varepsilon_{ijk}$$

Avec y_{ijk} = les caractères phénotypiques dépendants, μ = moyenne générale de la population; Région_i = effet de la $i^{\text{ème}}$ région; Sexe_j = effet du $j^{\text{ème}}$ sexe; Age_k = effet du $k^{\text{ème}}$ âge ; et ε_{ijk} = erreur résiduelle de moyenne = 0 et de variance constante. L'effet de la région, du sexe et de l'âge ont été comparés par le test ANOVA à un facteur suivi par le test de comparaison multiple de Student Newman-Keuls. Toutes ces données ont été analysées à l'aide du logiciel d'analyse statistique SAS (version 9.1.3).

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée en se basant sur les indices zootechniques et une analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) à été utilisée pour les variables qualitatives afin de différencier les ovins selon les indices zootechniques utilisés pour la classification des animaux et de construire une typologie qui consiste à identifier des individus assez semblables entre eux pour présenter des caractéristiques qualitatives communes. Enfin, pour obtenir le nombre optimal de groupes, une classification hiérarchique ascendante (CHA) a été utilisée. Ces tests ont été traités par le logiciel SPSS (version 19).

III.2. Résultats

III.2.1. Mensurations corporelles et indices zootechniques

III.2.1.1. Analyse descriptive

Les moyennes, les écarts-types, les minima, les maxima et coefficients de variation des mensurations corporelles et des indices zootechniques des ovins de race Berbère sont rapportés dans les tableaux 23 et 24.

✚ *Format de la tête*

Dans notre étude, l'indice céphalique ($IC = 0,56 \pm 0,05$) chez les animaux de race Berbère montre que la tête des animaux de race Berbère est dolichocéphale, car elle est plus longue que large, mais elle est courte et fine car elle a une longueur de $26,64 \pm 1,84$ cm vs $14,89 \pm 1,37$ cm de largeur. Les oreilles sont courtes ($oL : 13,96 \pm 1,34$ cm) et fines ($ola : 7,25 \pm 0,73$ cm).

✚ *Format du corps*

La longueur du corps est la longueur scapulo-ischiale (LSI), elle est prise de la pointe de l'épaule à la pointe de l'ischium, elle est de $76,55 \pm 6,47$ cm avec un CV de 8,45, la longueur totale (LTT) est de $94,28 \pm 5,09$ cm. La hauteur au garrot (HG) et la hauteur au sacrum (HS) sont respectivement de $67,03 \pm 3,47$ cm et $67,62 \pm 3,42$ cm. La largeur aux épaules (LE) est de $21,67 \pm 2,78$ cm avec un CV le plus élevé (12,80) par rapport aux autres mensurations.

L'indice corporel (IB) est de $0,84 \pm 0,08$ montre que la race Berbère est bréviligne, près de terre (Profondeur thoracique : $PT = 0,48 \pm 0,04$) avec un corps assez long de forme oblongue, car la longueur du corps est plus importante que la hauteur (indice de longueur : $IL = 1,14 \pm 0,11$). La ligne dorsale des animaux est droite (Ratio corporel : $RC = 0,99 \pm 0,02$).

L'animal de race Berbère est peu développé en avant car la largeur aux épaules est supérieure à la largeur aux hanches (Inclinaison de la largeur $LI = 0,80 \pm 0,11$). Par rapport à sa petite taille, l'animal a un développement thoracique important (Développement thoracique (DT) $1,37 \pm 0,09$).

Tableau . Analyse descriptive des mensurations corporelles (cm) chez la race Berbère

	Moyenne	Ecart-type	Err Std	Var	CV	Min	Max
LTT	94,28	5,09	0,51	25,90	5,40	80	104
LSI	76,55	6,47	0,65	41,85	8,45	65	95
HG	67,03	3,47	0,35	12,03	5,17	61	75
HD	66,59	3,19	0,32	10,20	4,80	61	74
HS	67,62	3,42	0,34	11,69	5,06	60	74
TP	92,10	8,05	0,80	64,78	8,74	82	114
HP	32,17	3,40	0,34	11,54	10,56	27	41
LE	21,67	2,78	0,28	7,70	12,80	17	28
LH	17,13	1,24	0,12	1,55	7,26	14	19
Ltro	24,57	2,71	0,27	7,32	11,01	19	29
Lisch	11,37	1,66	0,17	2,76	14,61	9	16
LB	24,85	2,70	0,27	7,28	10,86	21	33
tL	26,64	1,84	0,18	3,38	6,91	23	30
tl	14,89	1,37	0,14	1,88	9,20	12	19
oL	13,96	1,34	0,13	1,80	9,60	11	16
ola	7,25	0,73	0,07	0,53	10,07	6	10
Pc	7,90	0,63	0,06	0,39	7,94	7	9
Lc	11,23	1,20	0,12	1,43	10,65	10	15
Lab	18,49	1,57	0,16	2,48	8,51	15	22

Longueur totale (LTT), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Hauteur au garrot (HG), Hauteur au dos (HD), Hauteur au sacrum (HS), Tour de poitrine (TP), Hauteur de poitrine (HP), Largeur aux épaules (LE), Largeur aux hanches (LH), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux ischions, Longueur du bassin (LB), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla),

Longueur des oreilles (oL), Largueur des oreilles (ola), Périmètre du canon (Pc), Longueur du canon (Lc), Longueur de l'avant bras (Lab).

✚ Dimensions du bassin

La distance entre les deux pointes de la hanche (ilions) (LH) est de $17,13 \pm 1,24$ cm, alors que la distance entre la pointe de l'ilium et la pointe de l'ischium (LB) est de $24,85 \pm 2,70$ cm. Le bassin des animaux est plus long que large.

✚ Ossature

L'indice dactylo-thoracique (IDT) qui est de $8,61 \pm 0,73$ et le périmètre du 1/3 supérieur de l'os du canon (Pc) qui est de $7,90 \pm 0,63$ cm montrent que les animaux sont légers et ont une ossature très fine (Indice dactylo-costal : $IDC = 0,37 \pm 0,05$).

✚ Performance de l'animal

Suite à l'absence de bascule chez les éleveurs visités, nous avons calculé le poids des animaux selon deux formules : PV1 ($[LSI \cdot HP \cdot (LH + LE) / 2] / 1050$) (Alderson, 1999) et PV2 ($TP^3 \cdot 50,7$) (Djaout *et al.*, 2012). Ils sont respectivement de 46 ± 10 kg et $40,54 \pm 11,52$ kg. Ces valeurs montrent que ces animaux sont de format moyen (Eumétrique).

Tableau . Analyse descriptive des indices zootechniques chez la race Berbère

Index Zootechniques	Moyenne	Ecart type	Erreur Std	Variance	CV	Min	Max
IC	0,56	0,05	0,00	0,002	8,28	0,44	0,65
IB	0,84	0,08	0,01	0,01	10,02	0,68	1,13
IL	1,14	0,11	0,01	0,01	9,60	1,00	1,51
PT	0,48	0,04	0,00	0,004	8,56	0,41	0,57
RC	0,99	0,02	0,00	0,00	2,02	0,94	1,03
LI	0,80	0,11	0,01	0,01	14,28	0,59	1,00
DT	1,37	0,09	0,01	0,01	6,52	1,19	1,60
PV1	46,00	10,00	1,00	100,10	21,75	30,53	71,32
PV2	40,54	11,52	1,15	132,66	28,41	27,95	75,11
IDC	0,37	0,05	0,00	0,00	12,43	0,29	0,47
IDT	8,61	0,73	0,07	0,53	8,47	7,10	10,00

Indice Céphalique (IC), Indice ou Rapport corporel (IB), Indice de la longueur (IL), Indice de Profondeur thoracique relative (PT), Ratio corporel (RC), Inclinaison de la largeur (LI), Développement thoracique (DT), Poids (PV1), Poids (PV2), Indice dactylo-costal (IDC), Indice dactylo- thoracique (IDT)

III.2.1.2. Facteurs de variation des mensurations corporelles

✚ Effet de la région

Le tableau 25 présente les mensurations corporelles chez les animaux Berbère au niveau de différentes régions dans la wilaya d'El-Tarf. Les animaux étudiés ne présentent aucune différence significative ($p > 0,05$) pour toutes les mensurations corporelles excepté la longueur du corps (LSI) et la longueur totale (LTT), la largeur aux épaules (LE), la longueur

de la tête (tL) et la longueur de l'avant bras (Lab), donc les animaux présentent des différences significatives ($p < 0,05$).

Les animaux dans la région Om Etboul sont plus longilignes (LTT et LSI) ($p < 0,05$) que les autres animaux, ainsi que les animaux dans la région de Bouhadjar avec une longueur scapulo-ischiale (LSI) de $78,54 \pm 7,89$ cm, alors que les animaux dans la région de Aïn Assel sont moins longilignes et moins larges (LE) ($p < 0,05$) avec des têtes courtes (tL) par rapport aux autres animaux dans les différentes régions d'études.

La longueur de l'avant bras (Lab) des animaux de la région de Matrouha est supérieure par rapport aux autres animaux (Lab : $20,14 \pm 1,35$ cm), alors que les animaux dans la région d'El-Kala ont une longueur moindre (Lab : $18,00 \pm 1,46$ cm).

Tableau . Les mensurations corporelles de la race Berbère selon les régions

Région	Bouhadjar	Matrouha	Aïn Assel	Lac des oiseaux	El-Kala	Om Etboul	p
N	13	7	16	14	31	19	
LTT	$94,69^{abc} \pm 6,00$	$96,00^{ab} \pm 3,56$	$91,44^c \pm 5,38$	$91,71^{bc} \pm 5,50$	$95,19^{ab} \pm 4,50$	$96,16^a \pm 3,96$	*
LSI	$78,54^a \pm 7,89$	$77,43^a \pm 4,89$	$71,50^b \pm 5,24$	$75,29^{ab} \pm 5,17$	$77,71^a \pm 6,68$	$78,16^a \pm 5,66$	*
HG	$66,46 \pm 2,50$	$69,86 \pm 2,54$	$66,13 \pm 2,00$	$66,57 \pm 4,01$	$67,35 \pm 4,09$	$66,95 \pm 3,55$	ns
HD	$65,85 \pm 2,70$	$68,57 \pm 2,15$	$64,75 \pm 2,15$	$66,36 \pm 3,61$	$67,26 \pm 3,64$	$67,00 \pm 2,91$	ns
HS	$67,00 \pm 2,83$	$69,29 \pm 2,81$	$65,88 \pm 1,67$	$67,36 \pm 4,22$	$68,32 \pm 3,82$	$67,95 \pm 3,42$	ns
TP	$90,62 \pm 6,55$	$96,29 \pm 13,09$	$87,38 \pm 3,16$	$93,36 \pm 7,26$	$92,32 \pm 8,12$	$94,26 \pm 8,94$	ns
HP	$31,23 \pm 3,35$	$34,00 \pm 5,00$	$31,00 \pm 2,19$	$32,86 \pm 3,84$	$32,00 \pm 3,17$	$32,89 \pm 3,48$	ns
LE	$22,00^a \pm 3,03$	$22,43^a \pm 3,64$	$19,56^b \pm 1,32$	$21,79^a \pm 2,97$	$22,00^a \pm 2,83$	$22,32^a \pm 2,41$	*
LH	$17,54 \pm 1,51$	$17,00 \pm 1,29$	$17,69 \pm 0,79$	$16,57 \pm 1,60$	$17,06 \pm 1,18$	$16,95 \pm 1,03$	ns
Ltro	$25,38 \pm 2,69$	$24,43 \pm 3,51$	$23,25 \pm 2,11$	$23,86 \pm 3,01$	$24,77 \pm 2,72$	$25,37 \pm 2,36$	ns
Lisch	$10,92 \pm 0,86$	$11,71 \pm 0,95$	$10,31 \pm 1,35$	$11,57 \pm 1,79$	$11,68 \pm 2,02$	$11,79 \pm 1,48$	ns
LB	$25,62 \pm 3,07$	$25,29 \pm 2,14$	$24,75 \pm 1,81$	$25,00 \pm 3,68$	$24,87 \pm 2,91$	$24,11 \pm 2,13$	ns
tL	$26,62^a \pm 1,85$	$27,29^a \pm 1,70$	$25,19^b \pm 1,87$	$27,43^a \pm 1,56$	$26,97^a \pm 1,87$	$26,53^a \pm 1,47$	**
Tla	$14,23 \pm 1,48$	$14,86 \pm 0,38$	$14,75 \pm 0,58$	$14,86 \pm 1,35$	$15,26 \pm 1,77$	$14,89 \pm 1,20$	ns
oL	$13,69 \pm 0,86$	$14,71 \pm 1,25$	$13,19 \pm 0,91$	$13,93 \pm 1,49$	$14,13 \pm 1,43$	$14,26 \pm 1,49$	ns
OI	$7,23 \pm 0,60$	$7,29 \pm 0,76$	$7,38 \pm 1,03$	$7,14 \pm 0,86$	$7,26 \pm 0,63$	$7,21 \pm 0,63$	ns
Pc	$8,08 \pm 0,28$	$8,14 \pm 0,69$	$7,50 \pm 0,52$	$7,86 \pm 0,77$	$8,00 \pm 0,63$	$7,89 \pm 0,66$	ns
Lc	$11,62 \pm 1,85$	$11,43 \pm 0,79$	$10,88 \pm 0,62$	$11,29 \pm 1,44$	$11,26 \pm 1,24$	$11,11 \pm 0,88$	ns
Lab	$19,15^{ab} \pm 1,63$	$20,14^a \pm 1,35$	$18,13^{bc} \pm 1,20$	$18,29^{bc} \pm 1,77$	$18,00^c \pm 1,46$	$18,68^{bc} \pm 1,49$	*

Longueur totale (LTT), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Hauteur au garrot (HG), Hauteur au dos (HD), Hauteur au sacrum (HS), Tour de poitrine (TP), Hauteur de poitrine (HP), Largeur aux épaules (LE), Largeur aux hanches (LH), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux ischions (Lisch), Longueur du bassin (LB), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla), Longueur des oreilles (oL), Largeur des oreilles (ola), Périmètre du canon (Pc), Longueur du canon (Lc), Longueur de l'avant bras (Lab).

✚ Effet du sexe

Les mensurations corporelles étudiées chez les deux sexes des animaux de race Berbère sont présentées dans le tableau 26. On a constaté des différences significatives entre les deux sexes (0,05). Les mâles sont moins longilignes (LTT et LSI), plus hauts (HG, HD,

HS), avec des têtes (tla) et des oreilles plus larges, un périmètre du canon (Pc) assez important et une longueur de l'avant bras inférieur par rapport aux femelles.

Tableau . Les mensurations corporelles de la race Berbère selon le sexe

Sexe	Mâle	Femelle	p
N	17	83	
LTT	91,59±4,30	94,83±5,08	*
LSI	72,94±3,50	77,29±6,70	*
HG	68,82±3,58	66,66±3,35	*
HD	68,53±3,36	66,19±3,03	**
HS	69,76±3,27	67,18±3,30	**
TP	90,88±5,69	92,35±8,46	ns
HP	31,18±2,10	32,37±3,58	ns
LE	20,94±2,14	21,82±2,88	ns
LH	17,65±1,22	17,02±1,23	ns
Ltro	24,00±2,09	24,69±2,81	ns
Lisch	11,94±2,77	11,25±1,32	ns
LB	24,59±1,58	24,90±2,88	ns
tL	27,24±2,14	26,52±1,76	ns
Tla	16,00±1,90	14,66±1,12	***
oL	14,29±1,26	13,89±1,35	ns
ola	7,59±0,62	7,18±0,74	*
Pc	8,29±0,59	7,82±0,61	**
Lc	11,00±0,87	11,28±1,25	ns
Lab	17,41±1,37	18,71±1,53	**

Longueur totale (LTT), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Hauteur au garrot (HG), Hauteur au dos (HD), Hauteur au sacrum (HS), Tour de poitrine (TP), Hauteur de poitrine (HP), Largeur aux épaules (LE), Largeur aux hanches (LH), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux ischions (Lisch), Longueur du bassin (LB), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla), Longueur des oreilles (oL), Largeur des oreilles (ola), Périmètre du canon (Pc), Longueur du canon (Lc), Longueur de l'avant bras (Lab).

Effet de l'âge

Les animaux âgés de 2 sont moins longilignes (LSI) moins larges (LE) que les autres animaux avec un TP et HG moins importants et une tête moins longue (tL). Ils ont aussi un bassin moins long (LB). L'os du canon des animaux âgés de 4 ans est plus long (Lc) que celui des autres animaux. L'os du canon des animaux âgés de 4 ans est plus long (Lc) que celui des autres animaux (Tableau 27).

Tableau . Variation des mensurations corporelles des animaux selon l'âge

Age	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	≥ 5 ans	P
N	10	16	33	25	16	
LTT	92,5±7,18	93,31±4,39	93,76±5,99	96,04±3,73	94,69±3,59	ns
LSI	77,6 ^a ±4,67	71,50 ^b ±3,35	77,64 ^a ±7,66	77,92 ^a ±6,57	76,56 ^a ±4,91	*
HG	66,60 ^{ab} ±2,12	65,31 ^b ±2,36	66,64 ^{ab} ±4,16	68,52 ^a ±3,72	67,50 ^{ab} ±2,13	*
HD	66,40±1,90	65,25±2,75	66,03±3,59	67,72±3,74	67,44±1,50	ns
HS	67,50±2,27	66,50±3,29	67,06±4,18	68,84±3,39	68,06±1,69	ns
TP	96,80 ^a ±10,59	87,75 ^c ±4,42	93,82 ^{ab} ±9,66	91,92 ^{abc} ±6,27	90,25 ^{bc} ±5,80	*
HP	34,20±3,85	30,44±1,41	32,73±4,33	31,72±2,39	32,19±3,04	ns
LE	22,60 ^{ab} ±2,72	19,50 ^c ±2,13	22,82 ^a ±3,19	21,36 ^b ±2,08	21,38 ^{ab} ±2,13	**
LH	16,00 ^b ±1,05	16,94 ^{ab} ±0,77	17,03 ^a ±1,19	17,68 ^a ±1,25	17,38 ^a ±1,41	**
Ltro	24,20 ^{abc} ±2,20	22,31 ^c ±2,63	25,48 ^a ±2,39	25,40 ^{ab} ±2,12	23,88 ^{bc} ±3,18	***
Lisch	10,10 ^b ±1,10	10,13 ^b ±1,09	11,45 ^a ±1,33	12,20 ^a ±2,12	11,94 ^a ±1,06	***
LB	25,30 ^a ±2,36	23,13 ^b ±1,54	25,73 ^a ±3,40	24,88 ^a ±2,62	24,44 ^{ab} ±1,21	*
tL	26,90 ^a ±1,20	25,00 ^b ±1,90	27,09 ^a ±1,55	26,76 ^a ±2,07	27,00 ^a ±1,55	**
tla	14,40 ^b ±0,70	14,69 ^b ±1,30	14,61 ^b ±1,03	15,64 ^a ±2,04	14,81 ^{ab} ±0,40	*
oL	14,80±1,55	13,69±0,95	13,85±1,48	14,20±1,26	13,56±1,21	ns
ola	6,90±0,32	7,44±0,89	7,24±0,71	7,44±0,65	7,00±0,82	ns
Pc	7,90±0,32	7,75±0,45	8,03±0,68	7,96±0,79	7,69±0,48	ns
Lc	11,50 ^{ab} ±0,85	10,69 ^b ±0,95	11,15 ^b ±1,33	11,84 ^a ±1,25	10,81 ^b ±0,83	*
Lab	18,10 ^{ab} ±1,37	18,44 ^{ab} ±1,09	18,91 ^a ±1,77	17,80 ^b ±1,35	19,00 ^a ±1,67	*

Longueur totale (LTT), Longueur scapulo-ischiale (LSI), Hauteur au garrot (HG), Hauteur au dos (HD), Hauteur au sacrum (HS), Tour de poitrine (TP), Hauteur de poitrine (HP), Largeur aux épaules (LE), Largeur aux hanches (LH), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux ischions (Lisch), Longueur du bassin (LB), Longueur de la tête (tL), Largeur de la tête (tla), Longueur des oreilles (oL), Largeur des oreilles (ola), Périmètre du canon (Pc), Longueur du canon (Lc), Longueur de l'avant bras (Lab)

III.2.1.3. Variation barymétrique des individus

✚ Analyse des variables

Une analyse en composante principale (ACP) a été réalisée, sur toutes les variables en premier temps ont présentées 59,40% de l'inertie totale sur les deux axes. Il est relativement très faible. Afin d'avoir une représentation plus pertinente, en retenant les variables qui présentent des variances très élevées. 07 variables ont été utilisées (LSI, HG, TP, HP, LE, Ltro et LB). La part cumulée d'informations restituées dans ce cas est de 74,75% (Tableau 28).

Tableau . Valeurs propres

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	4,20	60,07	60,07	4,20	60,07	60,07
2	1,03	14,68	74,75	1,03	14,68	74,75

L'analyse des paramètres étudiés montre que les deux axes présentent respectivement 60,07% et 14,68% de l'inertie totale.

L'axe 1 (60,07%) : est représenté par les variables suivantes : HG, TP, HP, LE, Ltro et LB.

L'axe 2 (14,68%) : est représenté par les variables suivantes : LSI et HG (Figure 43).

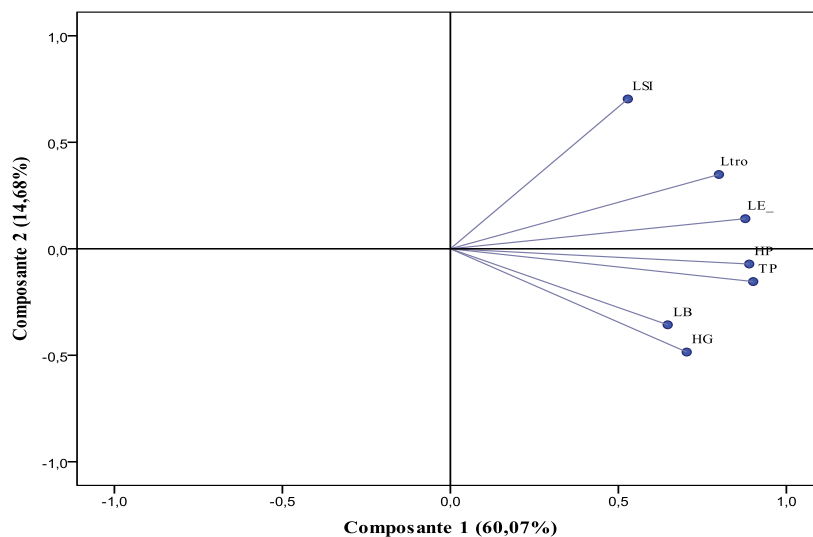


Figure . Présentation des variables par ACP chez la race Berbère

✚ Analyse des individus

L'analyse en composante principale : ACP (Figure 44) et la classification ascendante hiérarchique (Figure 45) ont permis de déterminer cinq classes.

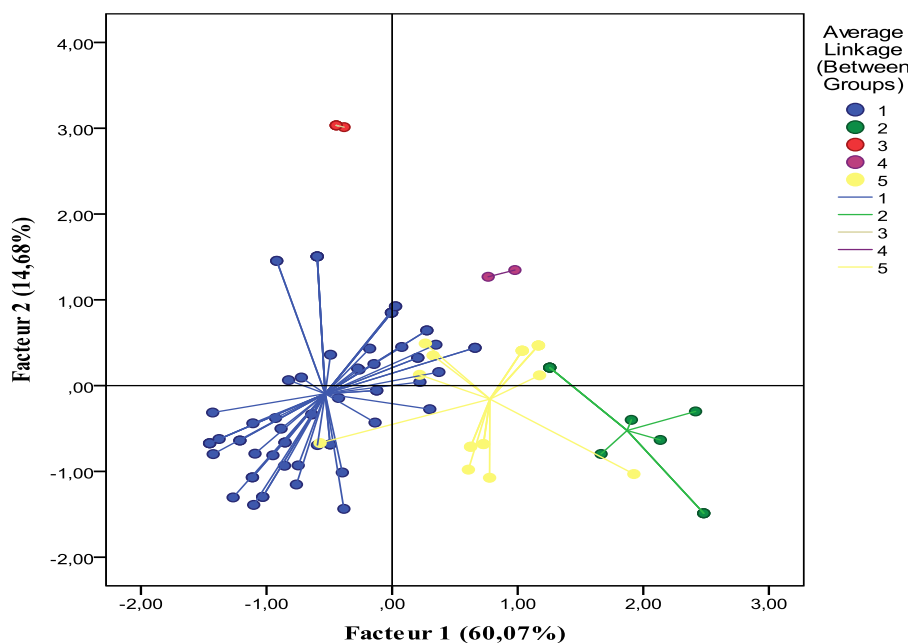


Figure . Présentation des individus de race Berbère par ACP

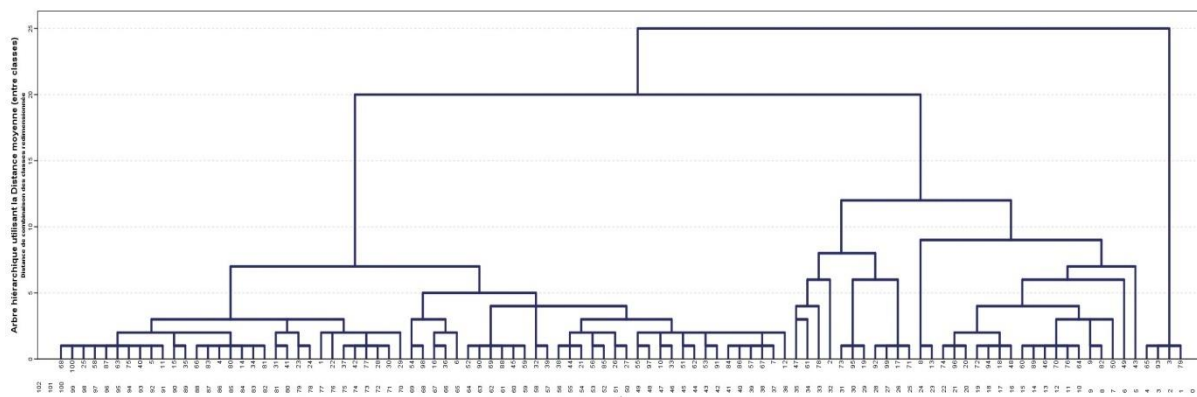


Figure . Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez la race Berbère

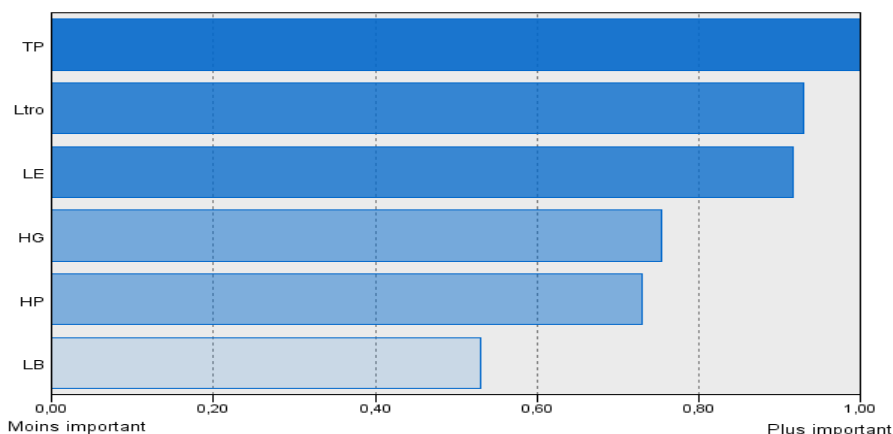


Figure . Importance des mensurations corporelles chez la race Berbère

La figure 46 présente l'importance des caractères étudiés dont le TP est le critère le plus important avec un pourcentage de 100%, Ltro, LE, HG, HP et LB sont des critères importants et représentent les pourcentages suivants : 93%, 92%, 75%, 73% et 53% respectivement.

L'analyse de classification en two step montre que cette classification est acceptable à 40% (Figure 47).

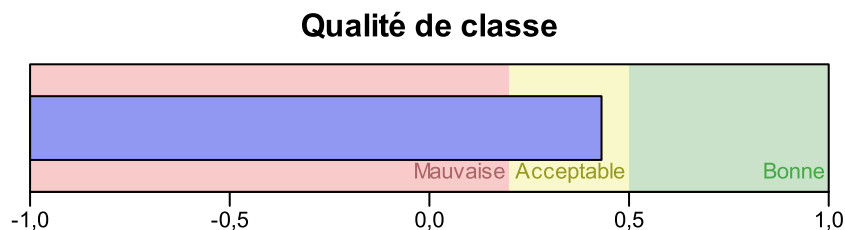


Figure . Mesure par silhouette de cohésion et de la séparation (5 classes)

Le tableau suivant montre les mensurations corporelles de différentes classes.

Tableau . Classification des animaux Berbère par ACP

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
N	65	11	4	2	18
TP	87,82±3,02	109,27±3,98	84,00±0,00	91,00±0,00	99,00±2,59
Ltro	23,63±2,71	26,82±1,47	25,00±0,00	26,00±0,00	26,33±1,85
LE	20,42±1,97	25,64±2,80	20,00±0,00	26,00±1,41	23,67±1,50
HG	65,49±2,21	71,55±3,14	63,00±0,00	67,00±0,00	70,72±2,32
HP	30,48±2,02	38,27±1,95	30,25±0,50	35,50±0,71	34,61±2,43
LB	24,42±2,05	29,18±3,52	22,00±0,00	26,00±0,00	24,28±2,02
LSI	73,77±4,53	82,36±3,80	95,00±0,00	87,00±0,00	77,78±3,46

Tour de poitrine (TP), Largeur aux trochanters (Ltro), Largeur aux épaules (LE), Hauteur au garrot (HG), Hauteur de poitrine (HP), Longueur du bassin (LB), Longueur scapulo-ischiale (LSI).

Classe 01 : Cette classe est constituée de 65 animaux (majorité de la population), ils sont caractérisés par une poitrine moins développée que celle des autres animaux. Ils ont un TP et une HP inférieurs à la moyenne et à ceux des autres classes, ils sont aussi les moins longilignes (LSI).

Classe 02 : Les animaux de cette classe (11 animaux) ont une poitrine très développée par rapport aux animaux des autres classes (TP : 109,27±3,98 cm et HP : 38,27±1,95 cm), ils sont aussi les plus hauts sur pattes (HG : 71,55±3,14 cm) avec un bassin plus large (Ltro : 26,82±1,47 cm) et plus long (LB : 29,18±3,52 cm). Ils ont une longueur du corps supérieure à la moyenne (LSI : 82,36±3,80 cm vs 76,55±6,47 cm).

Classe 03 : Les animaux (4 animaux) sont les plus longilignes (LSI : 95,00 cm) et les plus petits (HG : 63,00 cm) avec une poitrine la plus moins développée (TP : 84,00 cm et HP : 30,25±0,50 cm) et un bassin le plus court (LB : 22,00 cm).

Classe 04 : 02 animaux seulement constituent cette classe, ils sont les plus larges (LE : 26,00±1,41 cm) avec une poitrine assez développée (TP : 91,00 cm et HP : 35,50±0,71 cm)

Classe 05 : 18 animaux sont caractérisés par une poitrine développée (TP : 99,00±2,59 cm et HP : 34,61±2,43 cm), une hauteur de 70,72±2,32 cm supérieure à la moyenne. Ils ont un bassin très large par rapport à celui des autres animaux (Ltro : 26,33±1,85 cm).

III.2.2. Caractères morphologiques

III.2.2.1. Analyse descriptive

Les individus étudiés ont une queue fine de longueur moyenne, ils ont des oreilles courtes de longueur différentes. Ils présentent des couleurs différentes au niveau de la tête et des pattes ; tous des béliers sont cornus, ils constituent 15% de la population étudiée. Les cornes ont une longueur moyenne de 33,07±9,10cm.

Tableau . Caractérisation de la race Berbère étudiée (%)

Couleur de la tête	Couleur des pattes	Couleur de la laine	Toison	Tassé	Oreilles	Cornes	Profil céphalique
B (23%)	B (67%)	B (80%)	SE (86%)	O (71%)	LP (10%)	P (15%)	Re (80%)
PR (24%)	PR (18%)	PR (17%)	E (6%)	SF (29%)	H (90%)	A (85%)	Co (20%)
PN (12%)	PN (9%)	PN (3%)	NE (8%)				
M (17%)	R (4%)	-	-	-	-	-	-
N (24%)	N (2%)						

B : Blanche ; *PR* : Pie rouge ; *PN* : Pie noire ; *M* : Marron ; *N* : Noire ; *R* : Rouge ; *SE* : Semi-envahissante ; *E* : Envahissante ; *NE* : Non-envahissante ; *LP* : Légèrement pendantes ; *H* : Horizontales, *P* : Présence ; *A* : Absence ; *Re* : Rectiligne ; *Co* : Concaviligne ; *O* : Ouverte ; *SF* : Semi fermée.

III.2.2.2. Variation phénotypique des individus

Les caractères qualitatifs qui ont été étudiés pour la description phénotypique de la race sont : la couleur de la peau (tête et membres), la couleur de la laine, l'état d'envahissement de la laine, le tassé, la forme des oreilles et le profil céphalique.

L'analyse effectuée sur 100 animaux de race Berbère montre que les deux premiers axes factoriels 1 et 2 expriment respectivement 32,08% et 24,49% de l'inertie, dont l'inertie totale est de 56,58%.

Tableau . Variance expliquée

Dimension	Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	2,25	32,08%	32,08
2	1,71	24,49%	24,49
Total	3,96	56,58%	

L'axe 1 (32,08%) est présenté par les variables suivantes : couleur de la laine, l'état d'envahissement de la laine, le tassé, la forme des oreilles et le profil céphalique

L'axe 2 (24,49%) est présenté par les variables suivantes : couleur de la tête, couleur des pattes et le tassé (Tableau 32).

Tableau . Mesures de discrimination des variables qualitatives chez la race Berbère

	Dimension	
	1	2
Couleur de la tête	0,63	0,74
Couleur des pattes	0,47	0,63
Couleur de la laine	0,66	0,14
Toison	0,29	0,07
Tassé	0,09	0,09
Forme des oreilles	0,06	0,01
Profil céphalique	0,05	0,04

L'analyse a permis de déterminer quatre classes (Figure 48 et 49).

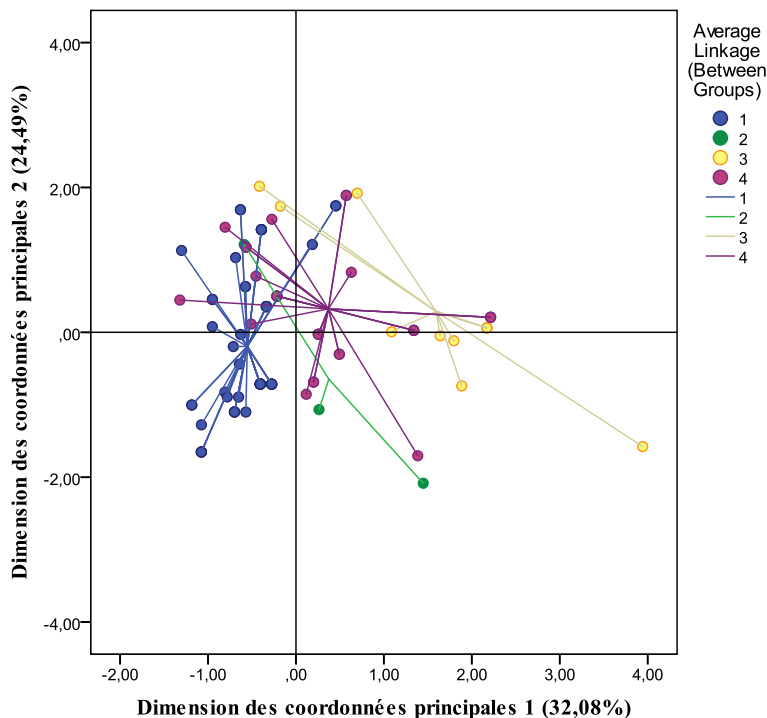


Figure . Présentation des individus de race Berbère par ACM

La figure 50 présente l'importance des caractères étudiés dont la couleur de la tête, le profil céphalique et la couleur de la laine sont les critères les plus importants avec un pourcentage de 100%, 80% et 54% respectivement.

L'analyse de classification en two step montre que cette classification est acceptable à 30% (Figure 51).

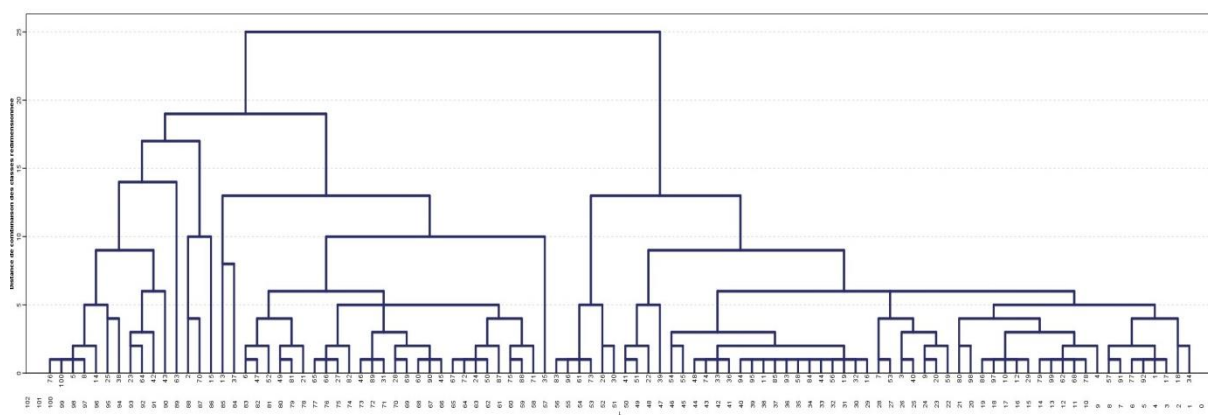


Figure . Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez la race Berbère selon les variables qualitatives

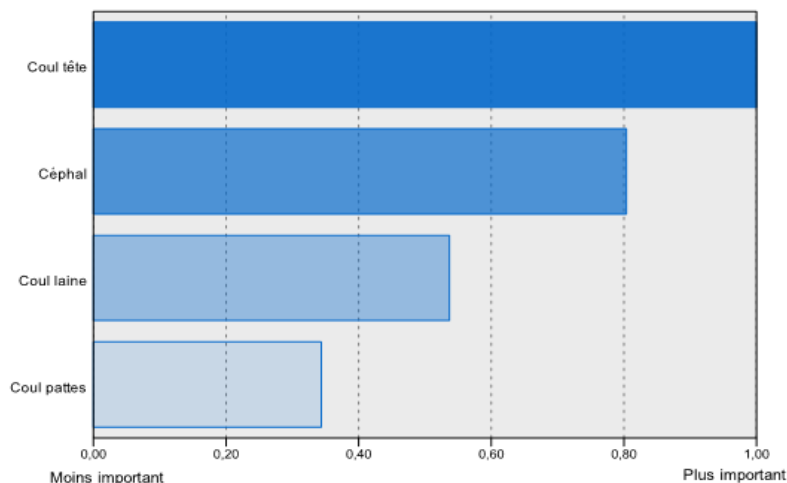


Figure . Importance des variables

Qualité de classe

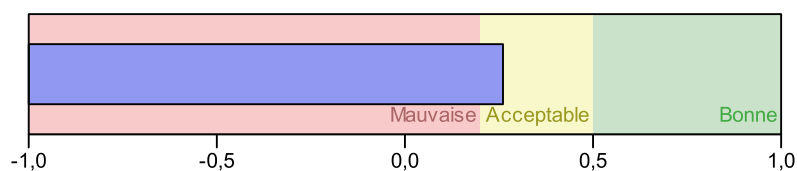


Figure . Mesure par silhouette de cohésion et de la séparation

Classe 01 : 56 des animaux de la population ont des têtes blanches (41,07%), pie rouges (41,07%) et pie noires (17,86%) ; des membres en majorité blanches (80,36%) ou pie rouges (19,64%). La laine est blanche (96,43%) et semi-envahissante chez 87,50% des animaux, elle est soit ouverte (69,64%), soit semi-ouverte (30,36%). Les oreilles sont horizontales chez 85,71% des individus avec un profil céphalique rectiligne chez la majorité des animaux (78,57%), alors que 21,43% des animaux ont un chanfrein concave.

Classe 02 : Cette classe est constituée de 03 animaux seulement, dont 2 animaux ont des têtes et membres pie noires et un individu à tête pie rouge et membres marron. La laine est semi-ouverte, elle est de couleur blanche chez deux individus, alors qu'un seul animal a une laine pie noire. Ces animaux ont un profil céphalique rectiligne et des oreilles horizontales.

Classe 03 : 12 animaux constituent cette classe, dont 75% ont des têtes noires et 25% ont des têtes marron. Les membres sont pie noires (58,33%), marron (25,00%) et noires (16,67%). La laine est blanche (41,67%), pie rouge (50,00%) et pie noire (8,33%), chez la plupart des animaux de cette classe ; la laine est semi-envahissante (83,33%) et ouverte (91,67%). La plupart des animaux ont des oreilles horizontales (91,67%) et un profil céphalique rectiligne (75%), alors que seulement 25% des animaux ont un profil céphalique concaviligne.

Classe 04 : La classe 04 est présentée par 29 individus, ces animaux ont des têtes marron (48,28%) et noires (51,72%), des membres blancs (75,86%) et pie rouges 24,14%. La laine est blanche (65,52%), pie rouge (31,03%) et pie noire (3,45%) ; elle est semi-envahissante chez la majorité des animaux (82,76%), envahissante (10,34%) et non-

envahissante (6,90%) chez certains. Elle est aussi ouverte (72,41%) et semi-ouverte (27,59%). Les oreilles sont horizontales (96,55%). Cette classe a des animaux à profil céphalique rectiligne (82,76%) (Tableau 33).

Tableau . Classification des animaux Berbère par ACM

Caractères qualitatifs		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
N		56	3	12	29
Couleur de la tête	Blanche	41,07%	-	-	-
	Pie rouge	41,07%	33,33%	-	-
	Pie noire	17,86%	66,67%	-	-
	Marron	-	-	25%	48,28%
	Noire	-	-	75%	51,72%
Couleur des pattes	Blanche	80,36%	-	-	75,86%
	Pie rouge	19,64%	-	-	24,14%
	Pie noire	-	66,67%	58,33%	-
	Marron	-	33,33%	25%	-
	Noire	-	-	16,67%	-
Couleur de la laine	Blanche	96,43%	66,67%	41,67%	65,52%
	Pie rouge	3,57%	-	50%	31,03%
	Pie noire	-	33,33%	8,33%	3,45%
Toison	Semi-envahissante	87,50%	100,00%	83,33%	82,76%
	Envahissante	1,79%	-	16,67%	10,34%
	Non-envahissante	10,71%	-	-	6,90%
Tassé	Ouverte	69,64%	-	91,67%	72,41%
	Semi-ouverte	30,36%	100,00%	8,33%	27,59%
Oreilles	Légèrement pendantes	14,29%	-	8,33%	3,45%
	Horizontales	85,71%	100,00%	91,67%	96,55%
Profil céphalique	Rectiligne	78,57%	100,00%	75%	82,76%
	Concaviligne	21,43%	-	25%	17,24%

III.3. Discussion

Vu l'absence de données sur la caractérisation phénotypique et morphologique de cette race, en dehors des documents de **Chellig, (1992)**, notre document est le premier travail qui a été réalisé sur la caractérisation morphologique de cette race.

Comparant ces animaux de race Berbère avec d'autres races algériennes, on a trouvé qu'ils sont plus longilignes que la race Ouled djellal (**Dekhili and Aggoun, 2013**) et moins longilignes que la race Rembi (**Djaout et al., 2015**). Ils sont moins hauts et moins larges que la race Ouled Djellal (**Dekhili and Aggoun, 2013**) et Rembi (**Djaout et al., 2015**) avec un tour de poitrine (TP) et un développement thoracique (HP) moins importants.

Quant aux béliers et aux brebis, comparés à ceux cités par (Chellig, 1992), ils présentent des valeurs de mensurations supérieures pour ce qui est de la hauteur (HG) et de la longueur (LSI), avec une profondeur de poitrine moins importante. Par contre ils ont une hauteur au garrot moins importante que la race Ouled Djellal (Harkat *et al.*, 2015), la race D'man (Boubekeur *et al.*, 2015a) et la race Rembi (Djaout *et al.*, 2015 ; Laoun *et al.*, 2015)

Il peut être afin de suggérer que les indices qui sont produites à partir des mesures corporelles qui sont plus étroitement associés à la croissance des os telles que la longueur de l'avant bras, la hauteur et l'indice de longueur sont plus appropriés pour l'évaluation de type de l'animal (Salako, 2006). Les faibles valeurs de l'indice corporel (IB) indiquent que l'animal est plus près de forme rectangulaire qui est un indicateur d'une meilleure conformation pour la viande (Cerqueira *et al.*, 2011), mais selon les indices zootechniques, on peut classer la race Berbère étudiée comme une race bréviligne, hypométrique à eumétrique, de format moyen et près de terre avec un corps de forme oblongue.

En effet, l'indice dactylo-thoracique (IDT) indique le degré de la finesse squelettique, il nous permet d'établir une corrélation entre la masse individuelle de l'animal et ses membres, de manière à déterminer si le volume de corps correspond au développement osseux (Cerqueira *et al.*, 2011). Les animaux étudiés sont légers et ont une ossature très fine contrairement à ceux de la race Rembi (Djaout *et al.*, 2015).

Le ratio corporel montre que les animaux de cette race ont une ligne dorsale droite. Les raisons d'une supériorité de la taille à la croupe par rapport à celle au garrot peuvent être multiples, dépendant à la fois de la longueur des différents rayons osseux mais aussi de l'angulation des articulations du boulet, du coude, de l'épaule, du jarret et du grasset. Il conviendrait d'éviter des écarts trop importants dans un sens ou dans l'autre. (Nicks *et al.*, 2006).

Il est à faire remarquer que la circulation des troupeaux sur le territoire national a grandement évolué. En effet les ovins ayant fixé leur caractères raciaux suite à des croisements en consanguinité, il y a de cela quelques décennies, ont probablement subi des modifications suite à l'évolution des méthodes d'élevages (principalement extensif), de la libre circulation des animaux à travers le territoire national et des modes de reproduction incontrôlés, et spécialement dans la région d'El-Tarf où cette race a été remplacée par la race Hamra pendant ces dernières années, d'où l'apparition d'individus qui portent les critères différents des autres (les lunettes de couleur marron avec une laine semi-ouverte).

Conclusion

L'étude des mensurations corporelles et des indices zootechniques ethnologiques et fonctionnels a permis de définir la race Berbère étudiée comme une race bréviligne, près de terre, hypométrique à eumétrique et de format moyen, avec une musculature très fine. Ces animaux ont une tête dolichocéphale, très courte et fine, avec des oreilles courtes fines et horizontales.

La peau (tête et pattes) est généralement de couleur blanche, peut être marron, noire ou blanche pigmentée soit de noir ou de rouge, la laine est longue et blanche, parfois mélangée de marron et noire, non frisée, mécheuse, brillante (Azoulaï), toison ouverte largement tombante. Les brebis de cette race sont mottes, alors que les béliers sont cornus.

Les ovins ayant fixé leur caractères raciaux suite à des croisements en consanguinité, il y a de cela quelques décennies, ont probablement subi des modifications suite à l'évolution des méthodes d'élevages (principalement extensif), de la libre circulation des animaux à travers le territoire national et des modes de reproduction incontrôlés, et spécialement dans la région d'El-Tarf où cette race a été remplacée par la race Hamra pendant ces dernières années, d'où l'apparition des individus qui portent les critères différents des autres (les lunettes de couleur marron avec une laine semi-ouverte).

Suite à des croisements non contrôlés avec la race Ouled Djellal et la race Hamra, la race Berbère est en voie de disparition, cette race qui a une forte résistance au froid, à l'humidité et à plusieurs pathologies parasitaires.

Références bibliographiques

1. **Abbasi M-A & Ghafouri-Kesbi F., 2011.** Genetic (Co)variance Components for Body Weight and Body Measurements in Makooei Sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **24**, (6), p 739 – 743.
2. **Abdel-Moneim A.Y., 2009.** Use of live body measurements for prediction of body and carcass cuts weights in three Egyptian breeds of sheep. *Egyptian J. Sheep and Goat Sci.* **2**, p 17-32.
3. **Adamou A., Tekkouk-Zemmouchi F., thorin C., Brerhi E.H., Borvon A., Babelhadj B. & Guintard C., 2013.** Étude ostéo-biométrique de la « race » cameline algérienne Sahraoui (*Camelus dromedarius* L., 1758). *Revue Méd. Vét.* **164**, (5), p 230-244
4. **Afolayan R.A., Adeyinka I.A. & Lakpini C.A.M., 2006.** The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep, *Czech. J. Anim. Sci.* **51** (8), p 343–348.
5. **Alderson L., 1999.** The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. *Anim. Genet. Res. Inf.* **25**, p 45–55.
6. **Bedhiaf-Romdhani S., Chahbani I. & Djemali M., 2014.** Caractérisation phénotypique et moléculaire de l'espèce cameline au Sud tunisien par des marqueurs AFLP. *In ; Séminaire international sur l'élevage de la faune sauvage en milieux arides et désertiques.* Djerba, Tunisie. 16-18 Décembre 2014.
7. **Boubekeur A., Benyoucef M.T., Lounassi M., Slimani A. & Amiali M., 2015.** Phenotypic characteristics of Algerian D'man sheep breed in Adrar oases. *Livestock Research for Rural Development.* **27** (7).
8. **Boujenane I., Touati I. & Machmoum M., 2008.** Mensurations corporelles des chevaux Arabe-arbes au Maroc. *Revue Méd. Vét.* **159** (3), p 144-149.
9. **Cerqueira J.O.L., Feás X., Iglesia A., Pacheco L.F. & Araújo J.P.P., 2011.** Morphological traits in Portuguese Bordaleira de Entre Douro e Minho sheep: divergence of the breed. *An. Prod. Sci.* **51**, p 635-641.

10. **Chacón E., Macedo F., Velázquez F., Paiva S-R., Pineda E., McManus C., 2011.** Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Revista Brasileira de Zootecnia*. **40** (8), 1671-1679
11. **Chellig R., 1992.** *Les races ovines Algériennes*, Edition O.P.U. Algérie. 80p.
12. **Dekhili M. & Aggoun A., 2013.** Path coefficient analysis of body weight and biometric traits in Ouled-Djellal breed (Algeria). *Revue Agriculture*. **06**, p 41 – 46.
13. **Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Routel D., Benidir M. & Belkhir Y., 2015.** Morphological characterization of the Rembi sheep population in the Tiaret area (West of Algeria). *Indian J. Anim. Sci.* **85** (4), p58-63.
14. **Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda., Franck M. & Sahi S., 2012.** Estimation du poids vif par barymétrie chez la population ovine de type Ouled Djellal (région de Sétif). In : *5^{ème} journée internationale de médecine vétérinaire*. Université Mentouri, Constantine, Algérie. 15-16 Mai 2012.
15. **Esquivelzeta C., Fina M., Bach R., Madruga C., Caja G., Casellas J. & Piedrafita J., 2011.** Morphological analysis and subpopulation characterization of Ripollesa sheep breed. *Animal Genetic Resources*. **49**, p 9–17.
16. **FAO., 2013.** Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives FAO sur la production et la santé animales No. 11. Rome. FAO, 2013. p 151.
17. **Handiwirawan E., Noor R. R., Sumantri C., & Subandriyo., 2011.** The differentiation of sheep breed based on the body measurements. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* **36** (1), p 1-8.
18. **Harkat S., Laoun A., Benali R., Outayeb D., Ferrouk M., Maftah A., Da Silva A. & Lafri M., 2015.** Phenotypic characterization of the major sheep breed in Algeria. *Revue Méd. Vét.* **166**, (5-6), p 138-147
19. **Herrera M., Rodero E., Gutierrez M.J., Pefia F., and Rodero J.M., 1996.** Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Research* **22**, p 39-47
20. **Jafari S., 2014.** Estimation of Genetic Parameters for Body Measurements and Their Association with Yearling Live Weight in Makuie Sheep Breed. *World Applied Sciences Journal*. **29** (2), p 188-192.
21. **Jafari S., Hashemi A., Darvishzadeh R. & Manafiazar Gh., 2014.** Genetic parameters of live body weight, body measurements, greasy fleece weight, and reproduction traits in Makuie sheep breed. *Spanish Journal of Agricultural Research*. **12** (3), p 653-663.
22. **Kefena E., Dessie T., Han J.L., Kurtu M.Y., Rosenbom S. & Beja-Pereira A., 2012.** Morphological diversities and ecozones of Ethiopian horse populations. *Animal Genetic Resources*. **50**, p 1–12.
23. **Laoun A., Harkat S., Benali R., Yabrir B., Hakem A., Ranebi D., Maftah A., Madani T., Da Silva A. & Lafri M., 2015.** Caractérisation phénotypique de la race ovine Rembi d'Algérie. *Productions animales et produits animaux. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. **68** (1), p 19-26.
24. **Melesse A. & Negesse T., 2011.** Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken populations in southern region of Ethiopia. *Animal Genetic Resources.*, **49**, p 19–31.

25. Melesse A., Banerjee S., Lakew A., Mersha F., Hailemariam F., Tsegaye S. & Makebo T., 2013. Morphological characterization of indigenous sheep in Southern Regional State, Ethiopia. *Animal Genetic Resources.*, **52**, p 39–50.
26. Nicks B., Delfontaine B., Canart B., Vanderbruggen J. & Vandenneede M., 2006. Caractéristiques morphologiques des juments de Trait belge. *Ann. Méd. Vét.*, **150**, p 247-251.
27. Rout P.K., Saxena V.K., Khan B.U., Roy R., Mandal A., Singh S.K. and Singh L.B., 2000. Characterisation of Jamunapari goats in their home tract. *Animal Genetic Resources Information*, **27**, p 43-52.
28. Sagne J., 1950. *L'Algérie pastorale. Ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir.* Imprimerie Fontana, p 27.
29. Salako A.E., 2006. Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *International Journal of Morphology.*, **24**, p13-18
30. Sponenberg D.P., Hawes R.O., Johnson P. & Christman C.J., 2000. Turkey conservation in the United States. *Animal Genetic Resources Information.*, **27**, p 59-66.
31. Suhaila N.S., Azizah D., Zamila Z., Zila Z. & Mastura Y., 2013. Relationship of live body weight and heart girth measurement in Dorper sheep. *Malaysian Journal of Veterinary research.*, **4**, p 45-50.
32. Yilmaz O., Akin O., Metin Yener S., Ertugrul M. & Wilson R.T., 2012. The domestic livestock resources of Turkey: cattle local breeds and types and their conservation status. *Animal Genetic Resources.*, **50**, p 65–73.

Deuxième partie :

Performances de production de la
population ovine Algérienne

Chapitre 01. Estimation du poids vif des animaux d'après des régressions linéaires multiples et la formule de CREVAT de la race Ouled Djellal dans la région de Sétif

Introduction

L'élevage des races locales est basé sur une industrie animale très précieuse du point de vue économique, social et environnemental. Les races locales ont des caractéristiques particulières remarquables comme la résistance aux maladies prédominantes, la fertilité, la capacité maternelle, la longévité, l'adaptation à l'environnement et des caractéristiques uniques de leurs produits finales, par rapport aux autres animaux (**García, 1980**). La connaissance des caractéristiques phénotypiques sont importantes pour l'éleveur, mais surtout pour le vétérinaire. En effet les mensurations corporelles constituent la base de la table de pointage dans une race donnée ; de plus, certaines d'entre elles sont le support de l'estimation du poids vif, lequel permet le suivi de la croissance, de l'état d'engraissement des animaux, ou de la détermination d'une posologie dans un traitement médical (**Kunene et al., 2009**).

L'objectif des mensurations corporelles chez les ovins est présenté pour déterminer le poids corporel en tant que mesure de productivité (**Afolayan et al., 2002 a,b ; Salako, 2006**) et de sélection (**Lawrence et Fowler, 2002 ; Cam et al., 2010**), pour estimer le rendement et le poids de la carcasse (**Iyeghe et al., 1996**) ou comme un facteurs prédictifs de certains caractéristiques moins visibles (**Gilbert et al., 1993**).

Le poids vif est aussi utilisé pour le choix de reproducteurs et reproductrices dans le but de l'amélioration génétique des troupeaux par l'utilisation des différentes méthodes des biotechnologies : cas d'insémination artificielle (**Belkhiri et al., 2017**), de transfert embryonnaire chez les ovins (**Afri-Bouzebda, 1985**) et la capacité de la réponse à la stimulation ovarienne à base de GnRH et d'Hcg chez la race Ouled Djellal dans le cadre d'un programme de transfert d'embryons (**Afri-Bouzebda et al., 2015**). De plus, l'utilisation des brebis en post partum exige une connaissance de leur statut biochimique, des études ont été réalisées chez cette race en Algérie (**Lamraoui et al., 2016**).

L'objectif de notre étude est d'estimer le poids vif à partir des mensurations corporelles, calculer les corrélations qui les unissent, et ainsi d'établir des formules pour estimer le poids corporel des ovins de race Ouled Djellal dans la région de Sétif en utilisant la régression linéaire multiple (Stepwise) et la formule de CREVAT.

I.1. Matériels et Méthodes

I.1.1. Zone d'étude

Notre étude a été effectuée dans une ferme étatique située dans la zone de hautes plaines à Mezlug (Sud de Sétif) (Figure 52) avec une altitude qui varie entre 900 et 1200 m.

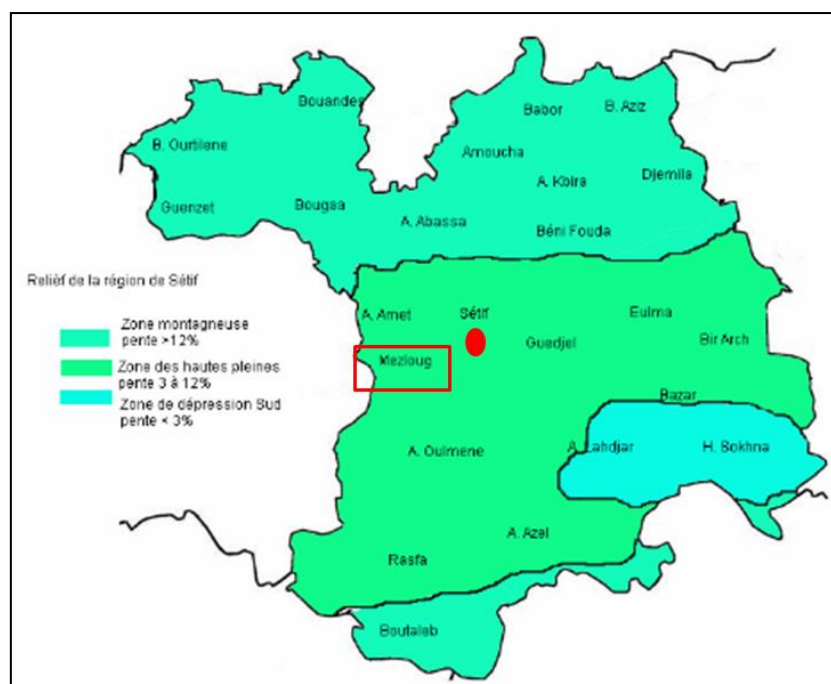


Figure . Présentation de la zone d'étude. <https://www.google.dz/imgres?imgurl>

I.1.2. Animaux étudiés

Notre étude a été conçue pour estimer le poids vif à partir de différentes mesures du corps chez 66 brebis et 15 béliers de race Ouled Djellal avec un intervalle d'âge entre 2 et 6 ans dont l'âge moyen est de $3,35 \pm 0,85$ ans. Le nombre et la forme des dents ont été utilisés pour estimer l'âge de ces animaux.

I.1.3. Mensurations corporelles

Le poids vif (PV) et quatorze mensurations corporelles ont été mesurés pour chaque brebis le bon matin pour éviter le gonflement abdominal du à l'apport excessif de l'eau et de l'aliment.

Le poids vif des animaux a été déterminé à l'aide d'une bascule. La barymétrie des brebis a été effectuée à l'aide d'un ruban métrique et une toise à double potence. On a pris les mensurations présentées les mensurations corporelles suivantes : la longueur totale du corps (LTT), la longueur du corps (LT), la longueur scapulo-ischiale (LSI), la hauteur au garrot (HG), le tour droit de poitrine (TP), la profondeur de poitrine ou hauteur de poitrine (HP), le tour ventral (v), la largeur aux épaules (LE), la largeur aux hanches (LH), la largeur aux trochanters (Ltro), la largeur aux ischiums (Lisch), la longueur du bassin (LB), le périmètre du canon (Pc) et la longueur du canon droit (Lc).

I.1.4. Formule étudiée

Dans notre étude on a utilisé la méthode de CREVAT calculée selon le périmètre thoracique (TP) utilisée chez les bovins et les équins (Marcenac and Aublet, 1980) : $PV = 80 \cdot TP^3$, alors ; toutefois, chez les ovins, le coefficient de 80 est réestimé : $PV = x \cdot TP^3$.

Donc pour définir une formule spécifique aux ovins de race Ouled-Djellal on a déterminé un constant « x » qui est $x = PV/TP^3$

I.1.5. Analyses statistiques

Pour déterminer la corrélation entre le poids vif et les différentes mesures corporelles ; les différents paramètres étudiés ont été calculés et analysés par plusieurs méthodes statistiques :

I.1.5.1. Statistique descriptive

Pour déterminer la moyenne et les écart-types du poids vif et les mensurations corporelles étudiées.

I.1.5.2. ANOVA

L'ANOVA a été utilisée pour déterminer l'influence du sexe sur les paramètres étudiés. Pour cette étude on a utilisé le logiciel SAS 9.1.

I.1.5.3. La corrélation linéaire

Une corrélation linéaire simple a été utilisée quand il ya une seule variable explicative, de matrice simple entre le poids vif et les mensurations corporelles. La corrélation a été calculée selon la formule de **Snedecor and Cochran (1981)**:

$$r_{xy} = \frac{(\sum xy - (\sum x)(\sum y) / n)}{\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 / n)(\sum y^2 - (\sum y)^2 / n)}}$$

D'où r = Coefficient de corrélation, x = Premier caractère, y = Deuxième caractère, n = Nombre total d'observations, Σ = Somme des observations.

I.1.5.4. Régression linéaire multiple

Une régression linéaire multiple a été utilisée lorsqu'il n'y a plus d'une variable de prédiction. Ce modèle a été utilisé pour évaluer la contribution relative du poids vif et des différentes mensurations corporelles en appliquant l'équation suivante (**Snedecor and Cochran, 1981**):

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$$

D'où Y est la variable dépendante (poids vif), les x sont des variables indépendantes (mensurations corporelles) affectant dépend un, a est le coefficient d'interception sur l'axe des y, et les b sont les coefficients connexes de variables indépendantes pour prédire la variable dépendante.

I.1.5.5. Stepwise multiple linear regression

Stepwise a été utilisée afin de déterminer les variables les plus importantes (variables indépendantes) contribué de manière significative la détermination du poids vif (**Draper and Smith, 1981**).

I.2. Résultats

I.2.1. Analyse descriptive

La moyenne (\pm l'écart type) et le coefficient de variation de chaque paramètre étudié chez les brebis et les béliers ont été montrés dans le tableau 34.

Il existe des différences très hautement significatives ($p < 0,001$) de toutes les mensurations corporelles entre les béliers et les brebis de race Ouled Djellal, dont les béliers sont plus lourds (PV), plus longilignes (LTT, LT et LSI), plus larges (LE), plus hauts (HG) que les brebis, avec une circonférence plus importante (TP, HP et v), un bassin plus développé (LH, LB, Ltro et Lisch), une longueur (Lc) et une circonférence du canon (Pc) supérieures à celles des brebis.

Tableau . Statistiques descriptives du poids corporel (kg) et les mensurations corporelles (cm)

Mensurations	Moyenne \pm Ecart-type			CV	P
	Mâle	Femelles	Total		
PV (kg)	100,47 \pm 15,58	56,24 \pm 6,28	64,43 \pm 19,32	29,98	<0,001
LTT (cm)	118,13 \pm 8,82	104 \pm 8,43	106,62 \pm 10,09	9,46	<0,001
LT (cm)	102,6 \pm 6,79	84,89 \pm 3,85	88,17 \pm 8,25	9,35	<0,001
LSI (cm)	96 \pm 6,00	80,83 \pm 3,83	83,64 \pm 7,30	8,73	<0,001
HG (cm)	93,47 \pm 3,56	79,64 \pm 2,22	82,20 \pm 5,95	7,24	<0,001
TP (cm)	120,67 \pm 6,14	99,02 \pm 4,84	103,02 \pm 9,86	9,57	<0,001
HP (cm)	42,67 \pm 2,13	36,48 \pm 1,98	37,63 \pm 3,13	8,32	<0,001
V (cm)	129,2 \pm 9,27	108 \pm 6,92	111,93 \pm 11,07	9,89	<0,001
LE (cm)	27,4 \pm 2,29	20,35 \pm 1,28	21,65 \pm 3,14	14,49	<0,001
LH (cm)	27,33 \pm 2,41	21,73 \pm 1,57	22,76 \pm 2,80	12,29	<0,001
Ltro (cm)	30,13 \pm 2,47	23,53 \pm 1,55	24,75 \pm 3,11	12,57	<0,001
Lisch (cm)	14,47 \pm 1,88	11,85 \pm 1,06	12,33 \pm 1,60	13,01	<0,001
LB (cm)	33,33 \pm 2,26	28,03 \pm 2,13	29,01 \pm 2,98	10,27	<0,001
Pc (cm)	11,47 \pm 0,64	8,91 \pm 0,38	9,38 \pm 1,09	11,62	<0,001
Lc (cm)	13,93 \pm 0,88	12,58 \pm 0,86	12,83 \pm 1,01	7,87	<0,001

Le poids vif (PV), la longueur totale du corps (LTT), La longueur du corps (LT), la longueur scapulo-ischiiale (LSI), la hauteur au garrot (HG), le tour droit de poitrine (TP), la Profondeur de poitrine (HP), le tour ventral (v), la largeur aux épaules (LE), la largeur aux hanches (LH), la largeur aux trochanters (Ltro), la largeur aux ischiums (Lisch), la longueur du bassin, le périmètre du canon (Pc) et la longueur du canon (Lc).

I.2.2. Corrélation entre le poids vif et les différentes mensurations corporelles

Le tableau 35 présente la corrélation entre le poids vif et les mensurations corporelles.

Tableau . *Corrélations entre le poids vif et les mensurations corporelles.*

	Sexe	LTT	LT	LSI	HG	TP	HP	v	LE	LH	Ltro	Lisch	LB	Pc	Lc
PV	M	0,50	0,68**	0,71**	0,64*	0,78***	0,71**	0,77***	-0,03	0,28	0,19	0,37	0,55*	-0,01	0,10
	F	0,43***	0,32**	0,20	0,39**	0,70***	0,39**	0,82***	0,63***	0,08	0,37**	0,36**	0,45***	0,36**	0,16
	T	0,65***	0,87***	0,84***	0,91***	0,93***	0,82***	0,89***	0,85***	0,75***	0,81***	0,69***	0,76***	0,85***	0,52***

*Le poids vif (PV), la longueur totale du corps (LTT), La longueur du corps (LT), la longueur scapulo-ischiale (LSI), la hauteur au garrot (HG), le tour droit de poitrine (TP), la profondeur de poitrine (HP), le tour ventral (v), la largeur aux épaules (LE), la largeur aux hanches (LH), la largeur aux trochanters (Ltro), la largeur aux ischiurs (Lisch), la longueur du bassin (LB), le périmètre du canon (Pc) et la longueur du canon (Lc). *Corrélation significative à $p < 0,05$; **Corrélation significative à $p < 0,01$; ***Corrélation significative à $p < 0,001$.*

Les résultats présentés dans le tableau 35 ont montré que le poids vif est fortement corrélé aux mensurations corporelles de la race Ouled Djellal.

Les plus fortes corrélations ($p < 0,001$) ont été observées entre le poids vif (PV) et le tour de poitrine (TP) ($r = 0,93$, $p < 0,001$), la hauteur au garrot (HG) ($r = 0,91$, $p < 0,001$) et le tour ventral (V) ($r = 0,89$, $p < 0,001$).

Chez les béliers, le tour droit de poitrine (TP) et le tour ventral (v) présentent les plus fortes corrélations ($p < 0,001$) avec le poids vif respectivement ($r = 0,78$, $r = 0,77$). La longueur scapulo-ischiale (LSI), la longueur du corps (LT) et la profondeur de poitrine (HP) présentent aussi des corrélations positives significatives ($p < 0,01$) avec le PV des béliers. En effet, aucune corrélation significative n'a été observée entre la largeur aux épaules (LE) et la largeur aux hanches (LH) ($p > 0,05$).

Chez les brebis, le tour ventral (v) est la mesure la plus corrélée au PV ($r = 0,82$, $p < 0,001$), d'autres mensurations sont fortement corrélées au PV, elles sont respectivement : le tour droit de poitrine (TP : $r = 0,70$, $p < 0,001$) et la largeur aux épaules (LE : $r = 0,63$, $p < 0,001$). La longueur du bassin (LB) et la longueur totale du corps (LTT) présentent aussi des corrélations positives très hautement significative avec le PV ($r = 0,45$, $p < 0,001$ et $r = 0,43$, $p < 0,001$). Le périmètre du canon droit des brebis Ouled Djellal présente une corrélation positive ($r = 0,36$) significative ($p < 0,01$) avec le poids vif.

I.2.3. Régression linéaire multiple et Stepwise

La régression linéaire multiple a été utilisée afin d'éliminer l'effet des mensurations non efficace dans le modèle de régression sur le poids vif. Dans cette analyse statistique, le poids vif (PV) est considéré comme une variable dépendante et les mensurations corporelles comme des variables indépendantes. Pour déterminer l'équation de régression toutes les variables ont été examinées.

$$PV = -153.98375 + 0.08LTT + 0.17LT + 0.35LSI + 0.49HG + 0.45TP + 0.07HP + 0.39v + 0.01LE - 0.24LH + 0.54Ltro - 0.37Lisch + 0.67LB + 1.62 Pc - 0.61Lc$$

PV : Poids vif, LTT : Longueur totale du corps, LT : Longueur du corps, LSI : Longueur scapulo-ischiale, HG : Hauteur au garrot, TP : Tour droit de poitrine, HP : Profondeur de poitrine, v : tour ventral, LE : largeur aux épaules, LH : largeur aux hanches, Ltro : Largeur aux trochanters, Lisch : Largeur aux ischiurs, LB : Longueur du bassin, Pc : Périmètre du canon et Lc : Longueur du canon.

Dans ce modèle la longueur scapulo-ischiale (LSI), le tour de poitrine (TP) et le tour ventral (V) ont une influence directe significative ($p < 0,05$) sur le PV (Tableau 36).

Tableau . Coefficient de régression (b), Erreur standard (SE), t-valeur et probabilité (P) des variables estimées dans la prédiction du poids corporel par l'analyse de régression linéaire multiple

Variabes	b	SE	T	P
LTT	0,08746	0,09091	0,96	0,3396
LT	0,17190	0,19344	0,89	0,3774
LSI	0,35434	0,15800	2,24	0,0283
HG	0,49411	0,35827	1,38	0,1725
TP	0,45438	0,21770	2,09	0,0407
HP	0,07193	0,45457	0,16	0,8747
V	0,39146	0,16146	2,42	0,0181
LE	0,01105	0,49080	0,02	0,9821
LH	-0,24720	0,41857	-0,59	0,5568
Ltro	0,54308	0,39356	1,38	0,1723
Lisch	-0,37844	0,60780	-0,62	0,5357
LB	0,67806	0,34556	1,96	0,0540
Pc	1,62000	1,39626	1,16	0,2501
Lc	-0,61673	0,83209	-0,74	0,4612

Intercept = -153,98375. $R^2=0,9336$; $R^2 Adj= 0,9195$

Pour éliminer les mensurations qui n'ont pas une influence significative directe sur ce dernier, une analyse de Stepwise a été utilisée chez les brebis, les béliers et chez tout le troupeau. (Tableau 37)

Tableau . Contribution relative (partielle et model R^2), Coefficient de régression (b), Erreur standard (SE), probabilité (P) pour la prédiction du poids corporel par l'analyse de Stepwise

Sexe	Step	Variable Entered	Partial R^2	Model R^2	b	SE	P
M	1	TP	0,6064	0,6064	1,97661	0,44170	0,0006
F	1	V	0,6669	0,6669	0,56061	0,06868	<0,0001
	2	LE	0,0558	0,7228	0,98664	0,38060	0,0119
	3	LB	0,0216	0,7443	0,52353	0,20300	0,0123
	4	Ltro	0,0167	0,7610	0,55364	0,26832	0,0433
T	1	TP	0,8584	0,8584	0,39600	0,20553	<0,0001
	2	HG	0,0375	0,8959	0,81655	0,26886	<0,0001
	3	V	0,0161	0,9120	0,50528	0,14359	0,0003
	4	LSI	0,0098	0,9218	0,43513	0,14614	0,0029
	5	Pc	0,0043	0,9261	2,37742	1,13852	0,0402

Intercept M= -138,04450. Intercept F= -52,08208. Intercept troupeau = -158,73958

L'équation de régression et Stepwise montrent que le tour droit de poitrine (TP), la hauteur au garrot (HG), le tour ventral (v) la longueur scapulo-ischiale (LSI) et le périmètre du canon ont un effet significatif direct sur le PV, dont le TP et la HG sont les meilleurs critères ($p < 0,001$) pour déterminer le poids vif des animaux étudiés.

Alors que le tour droit de poitrine (TP) est le seul paramètre qui détermine le PV chez les béliers. Par contre chez les brebis, le tour ventral (v) est le meilleur critère d'estimation du PV, la largeur des épaules (LE), la longueur du bassin (LB) et la largeur aux trochanters (Ltro) ont un effet significatif direct sur le poids vif (Tableau 37).

Les autres variables n'ont pas été incluses dans ce modèle en raison de leur contribution relative faible. Par conséquent, la dernière étape de ce modèle de régression l'équation de prédiction du poids vif obtenue est présentée dans le tableau 38:

Tableau . Équation de régression multiple du poids vif avec les mensurations corporelles

Sexe	Équations de régression
Troupeau	PV= -158,73+0,39TP***+0,81HG***+0,50v***+0,43LSI*+2,37Pc*
Mâle	PV= -138,04+1,97TP***
Femelle	PV= -52,08+0,56v***+0,98LE*+0,52LB*+0,55Ltro*

PV : Poids vif, TP : Tour droit de poitrine, HG : Hauteur au garrot, v : Tour ventral, LSI : Longueur scapulo-ischiale, Pc : Périmètre du canon, LE : Largeur aux épaules, LB : Longueur du bassin, Ltro : Largeur aux trochanters, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

I.2.4. Détermination du poids d'après la formule de CREVAT

Pour estimer le poids vif on a utilisé la formule de CREVAT : $P = x \cdot TP^3$ (Marcenac and Aublet, 1980). Les auteurs modernes ont reproché à QUETELET son raisonnement mathématique sur un cylindre imparfait, et à CREVAT son empirisme, Ils ont cherché à élaborer des formules plus précises qui tiennent compte entre autres ; des variations du coefficient entre le tour droit de poitrine et le poids vif selon le sexe.

D'après la méthode de CREVAT, la formule obtenue a été la suivante : $P = x \cdot TP^3$ d'où : $x = P/TP^3 \cdot TP$ (en mètre).

Tableau . Formule de détermination du poids vif

	Troupeau	Mâle	Femelle
X	57,90±6,27	56,96±6,16	58,12±6,32
TP (m)	1,03	1,20	0,99
PV= $x \cdot TP^3$ (kg)	63,27	98,43	56,39
PV à la bascule (kg)	64,43±19,32	100,47±15,58	56,24±6,28

On peut dire que le PV des ovins Ouled Djellal est déterminé par la formule suivante : $PV = 57,9 \cdot TP^3$.

I.3. Discussion

Il existe de nombreuses études sur la barymétrie et l'estimation du poids corporelle à partir des mesures du corps dans les différentes races de moutons du monde entier (Cam *et al.*, 2010 ; Khaldi *et al.*, 2011 ; Amare *et al.*, 2012 ; Pérez-Cabal *et al.*, 2013 ; Younas *et al.*, 2013 ; Yakubu *et al.*, 2005 ; Yakubu 2010 ; 2012 et 2013). Toutefois les résultats relatifs à ce type d'étude sur les ovins en Algérie semblent rares (Dekhili and Aggoun., 2013).

Les résultats de corrélation présentés dans le tableau 35 ont montré que le poids vif est fortement corrélé ($p < 0,001$) aux mensurations corporelles de la race Ouled Djellal. Des résultats similaires ont été rapportés par (Topal and Macit, 2004 ; Atta and Elkhidir, 2004; Yakubu *et al.*, 2005 ; Afolayan *et al.*, 2006 ; Cam *et al.*, 2010 ; Mmereole and Obinne, 2010 ; Yakubu, 2012).

Dans ce troupeau, les plus fortes corrélations ($p < 0,001$) ont été observées entre le poids vif (PV) et le tour de poitrine ($r = 0,93$; $p < 0,001$) (Dekhili and Aggoun., 2013), la hauteur au garrot ($r = 0,91$; $p < 0,001$) et le tour ventral ($r = 0,89$; $p < 0,001$) (Djaout *et al.*, 2012). La relation entre les mensurations corporelles et le poids vif dépend de l'espèce, la race, l'âge, la taille, le sexe, l'état de l'engraissement des animaux (Heinrichs *et al.*, 1992 ; Yanar *et al.*, 1995 ; Afolayan *et al.*, 2006) et le type d'agnelage des brebis (Tabbaa, 2003).

Chez les béliers, le tour droit de poitrine ($r = 0,78$; $p < 0,001$) et le tour ventral ($r = 0,77$; $p < 0,001$) ont présenté les plus fortes corrélations avec le poids vif. Cette forte corrélation positive significative a été rapportée par Cam *et al.*, (2010); Mmereole and Obinne, (2010); Yakubu, (2012). Alors que chez les brebis le tour ventral est le plus corrélé au PV ($r = 0,77$; $p < 0,001$). En effet, aucune corrélation significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre la largeur aux épaules (LE) et la largeur aux hanches (LH) chez les béliers contrairement à ce qui a été rapporté par Yakubu, (2012) chez les béliers de race Uda dont ces deux mesures ont présenté des corrélations positives significatives.

Le tour ventral n'est pratiquement plus utilisé, en raison des erreurs qu'il peut engendrer (abreuvement excessif, femelles en gestation) malgré qu'il a une forte corrélation positive avec le PV (Djaout *et al.*, 2012).

Heinrichs *et al.*, (1992) a suggéré que certaines mesures du corps telles que la hauteur au garrot (HG) et la largeur des hanches (LH) peuvent être les meilleurs paramètres squelettiques parce qu'ils ne sont pas influencés par l'état corporel. D'ailleurs, le périmètre thoracique (TP) est la mesure la plus pratique pour être utilisée sur terrain, elle est rapide et nécessite un minimum de manipulation (Suhaila *et al.*, 2013).

khan H., *et al.*, (2006) indiquent que la mesure corporelle qui présente une forte corrélation avec le poids vif de l'animal peut être utilisée comme un critère de sélection dans les systèmes de productions traditionnels en milieu rural. Pour cette raison, le TP est le meilleur estimateur du poids corporel chez le troupeau Ouled Djellal et peut être utilisé chez les béliers comme chez les brebis. Cela est confirmé par les différents modèles statistiques étudiés (Stepwise et l'équation linéaire de régression).

La formule de CREVAT obtenu est de $PV = 57,9 * TP^3$, elle présente un constant (x) supérieur à celui calculé chez les brebis de population locale ($x = 50,76$) dans la région de Sétif (Djaout *et al.*, 2012).

Conclusion

Plusieurs modèles statistiques ont été utilisés pour étudier la variation et la relation entre le poids vif et les mensurations corporelles des brebis et des béliers Ouled Djellal. On peut conclure que le poids vif peut être estimé par une simple mesure linéaire de corps : le tour droit de poitrine (TP), cela a été confirmé par la formule de CREVAT revue $PV = 57,9 * TP^3$.

Par conséquent, la hauteur au garrot (HG), la longueur scapulo-ischiale (LSI) et le périmètre du canon (Pc) peuvent être utilisés comme critère de prédiction du PV, alors que chez les femelles, la largeur des épaules (LE) la longueur du bassin (LB) et la largeur aux trochanters (Ltro) sont les critères prises en considération.

En outre, les procédures statistiques multiples qui ont été utilisées dans cette étude ont montré que la corrélation simple ne peut pas distinguer les variables importantes qui déterminent le poids vif, le jugement définitif ne peut être fait sur la base de cette méthode en tant que telle, il est nécessaire d'utiliser des méthodes statistiques multivariées pour la détermination du poids vif.

Références bibliographiques

1. **Afolayan R.A., Adeyinka I.A. & Lakpini C.A.M., 2006.** The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep, *Czech. J. Anim. Sci.* **51** (8), p 343–348.
2. **Afolayan R.A., Pitchford W.S., Weatherly A.W., & Bottema C.D.K., 2002a.** Genetic variation in growth and body dimensions of Jersey and Limousin cross cattle. 1. Prewaning performance. *Asian-aust. J. Anim. Sci.* **15**, p 1371–1377.
3. **Afolayan R.A., Pitchford W.S., Weatherly A.W., & Bottema C.D.K., 2002b.** Genetic variation in growth and body dimensions of Jersey and Limousin cross cattle. 2. Postweaning dry and wet season performance. *Asian-aust. J. Anim. Sci.* **15**, p 1378–1385.
4. **Afri-Bouzebda F., Lamraoui R., Bouzebda Z., Chacha F. & Gherissi D.E., 2015.** Effects of GnRH or HCG on Ovarian Response in PMSG-Superovulated Ouled Djellal Ewes (Algeria). *Global Veterinaria.* **15** (5), p 498-505.
5. **Afri-Bouzebda., 1985.** Transplantation embryonnaire chez la brebis. Maîtrise en Sciences Vétérinaires. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. 1985.
6. **Amare B., Kefyalew A. & Zeleke M., 2012.** Typical features, characterization and breeding objectives of Begait sheep in Ethiopia. *Animal Genetic Resources.* **51**, p 117–123.
7. **Atta M. & Elkhidir O.A., 2004.** Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of live weight of Nilotic sheep. *Small. Rumin. Res.* **55**, p 233-237.
8. **Belkhiri Y., Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z. & Djaout A., 2017.** Testicular Morphometric Measurements of Ouled Djellal Lambs from Birth to Puberty. *Global Veterinaria.* **18** (2), p 85-91.
9. **Cam M.A., Olfaz M., & Soydan E., 2010.** Body Measurements Reflect Body Weights and Carcass Yields in Karayaka Sheep. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances.* **5** (2), p 120-127.

10. **Dekhili M. & Aggoun A., 2013.** Path coefficient analysis of body weight and biometric traits in Ouled-Djellal breed (Algeria). *Revue Agriculture*. **06**, p 41 – 46.
11. **Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda., Franck M. & Sahi S., 2012.** Estimation du poids vif par barymétrie chez la population ovine de type Ouled Djellal (région de Sétif). In : 5^{ème} journée internationale de médecine vétérinaire. Université Mentouri, Constantine, Algérie. 15-16 Mai 2012.
12. **Draper N.R. & Smith H., 1981.** *Applied regression analysis*, 2nd edition, Wiley series in probability and mathematical statistics. John Wiley & Sons, N.Y., p 709.
13. **Garcia H.M., 1980.** *Cotija : Monografias municipales de Estado de Michoacan*. Gobierno del Estado de Michoacán. 246 p
14. **Gilbert R.P., Bailey D.R.C., & Shannon N.H., 1993.** Body dimensions and carcass measurements of cattle selected for post-weaning gain fed two different diets. *J. Anim. Sci.* **71**, p 1688–1698.
15. **Heinrichs A.J., Rogers G.W., & Cooper J.B., 1992.** Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *J. Dairy Sci.* **75**, p 3576-3581.
16. **Iyeghe G.T., Osinowo O.A., Abubakar B.Y., Nwagu B.I. & Dennar F.O., 1996.** Growth rates of Yankasa sheep under semi-intensive management system. *Indian J. Anim. Sci.* **66**, p 619–62.
17. **Khalidi Z., Haddad B., Souid S., Rouissi H., Ben Gara A. & Rekik B., 2011.** Characterisation Phenotypique de la Population Ovine du Sud Ouest de la Tunisie. *Animal Genetic Resources*. **49**, p 1–8.
18. **Khan H., Muhammad F., Ahmad R., Nawaz G., Rahimullah & Zubair M., 2006.** Relationship of body weight with linear body measurements in goats. *J. Agric. Biol. Sci.* **1**, p 51-54.
19. **Kunene N.W., Bezuidenhout C.C., Nsahlaic I.V., 2009.** Genetic and phenotypic diversity in Zulu sheep populations: Implications for exploitation and conservation. *Small Ruminant Research*. **84**, p 100–107.
20. **Lamraoui R., Afri-Bouzebda F. & Bouzebda Z., 2016.** Biochemical Blood Parameters and Body Weight Change During Postpartum Period of Ouled Djellal Ewes in Algerian Semi-Arid Area. *Global Veterinaria*. **17** (6), p 532-538.
21. **Lawrence T.L.J. & Fowler V.R., 2002.** *Growth of Farm Animals*. 2nd Edition, CABI Publishing., Oxon., UK.
22. **Marcenac L.N. & Aublet H., 1980.** Etude comparative des régions proportions – compensations hippometrie. In : *Maloine: Encyclopedie du cheval, Paris, France*, p 195-212.
23. **Mmereole F.U.C., & Obinne J.I., 2010.** Relationship of the body weight and linear measurements of the west African dwarf (wad) sheep under the humid environment of Nigeria. *Agricultura tropica et Subtropica*, **43** (1).
24. **Pérez-Cabal M.A., Legaz E., Cervantes I., & De la Fuente L.F., 2013.** Association between body and udder morphological traits and dairy performance in Spanish Assaf sheep, *Archiv Tierzucht.*, **56**, p 42.
25. **Salako A.E., 2006.** Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *International Journal of Morphology.*, **24**, p13-18

26. **Snedecor GW. & Cochran WG., 1981.** *Statistical Methods*, Seventhed, Iowa State University Press, Iowa, USA,
27. **Suhaila N.S., Azizah D., Zamila Z., Zila Z. & Mastura Y., 2013.** Relationship of live body weight and heart girth measurement in Dorper sheep. *Malaysian Journal of Veterinary research.*, **4**, p 45-50.
28. **Tabbaa M.J., 2003.** Some Factors Affecting Different Body and Fat-tail Dimensions of Awassi Ewes in Jordan. *Dirasat, Agricultural Sciences*, **30** (3).
29. **Topal M., & Macit M., 2004.** Prediction of body weight from body measurements in Morkaraman sheep. *J. Applied. Anim. Res.*, **25**, p 97-100.
30. **Yakubu A., 2010.** Path coefficient and path analysis of body weight and biometric traits in yankasa lambs. *Slovak J, Anim, Sci.*, **43** (1), p 17 – 25.
31. **Yakubu A., 2012.** Application of Regression Tree Methodology in Predicting the Body Weight of Uda Sheep. *Animal Science and Biotechnologies*, **45** (2).
32. **Yakubu A., 2013.** Principal component analysis of the conformation traits of Yankasa sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry* **29** (1), p 65-74.
33. **Yakubu A., Abdullah A.R., Ari M.M. & Ogah D.M., 2005.** Studies on live weight and linear body measurements of West African Dwarf sheep in North Central Nigeria. *Production Agriculture and Technology*, **1**, p 137– 145.
34. **Yanar M., Tuzemen N., Ozkan M., Aydin R. & Ugur F., 1995.** Prediction of body weights from body measurements in Brown Swiss cattle. *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, **19**, p 357-60.
35. **Younas U., Abdullah M., Bhatti J.A., Pasha T.N., Ahmad N., Nasir M. & Hussain A., 2013.** Inter-relationship of body weight with linear body measurements in Hissardale sheep at different stages of life. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, **23** (1), p 40-44.

Chapitre 02. Progeny-test et facteurs de variation lors de la sélection laitière des brebis dans la population locale (région de Sétif)

Introduction

La connaissance des standards et des performances d'une population animale domestique de rente revêt une importance capitale pour son amélioration. Toutefois dans l'impossibilité de garantir la pureté de la race de tout le troupeau ovin, nous avons mené notre étude sur une population ovine constituée de reproducteurs mâles de race Ouled Djellal et de femelles de population hétérogène. Ce type de croisement existe presque dans tous les élevages qui visent à améliorer les performances à viande de leur troupeaux.

Le contrôle de performances est l'outil de base de l'amélioration génétique au niveau de chaque race, mais aussi et surtout un outil pour l'éleveur dans le suivi de son troupeau (Migne, 2004). La production laitière de la brebis africaine est faible. Elle varie entre 30 à 158,70kg/lactation (Bonfoh *et al.*, 1996 ; Gbangboche *et al.*, 2002). De plus, les brebis algériennes ne sont pas traitées; leur lait est utilisé seulement pour l'allaitement des agneaux. Chez la brebis, la production laitière lors de l'allaitement peut être aussi estimée par la croissance des agneaux, qui reflète mieux la quantité de lait disponible, ingérée et transformée par ces derniers (Youssao *et al.*, 2008 ; Ben Salem *et al.*, 2009). De plus, la détermination des facteurs qui influencent la viabilité et la croissance des agneaux permettra l'adoption d'une meilleure conduite d'élevage qui réduirait au maximum l'incidence des facteurs limitant le développement et la croissance de l'agneau.

Notre étude vise à contrôler la production laitière de la brebis et ce à travers l'appréciation du GMQ de la naissance à l'âge de 1 mois, et de plus faire une approche du TPN dans le troupeau étudié.

II.1. Matériels et Méthodes

II.1.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans une ferme pilote dans la région de Beni-Fouda (hauts plateaux de Sétif) située à Béni Fouda environ 20Km d'El-Eulma. C'est une zone montagneuse avec une altitude de 868m.

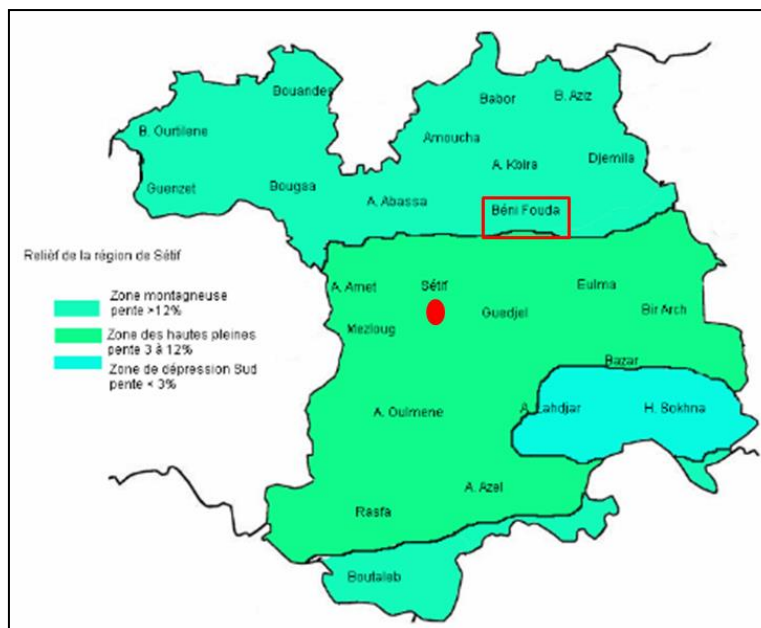


Figure . Présentation de la zone d'étude <https://www.google.dz/imgres?imgurl>

II.1.2. Animaux étudiés

L'effectif analysé concerne 116 brebis mises à la lutte après un traitement de synchronisation des chaleurs par des éponges vaginales imprégnée de 20 mg de Cronolone (CHRONOGRST® CR) suivi par une dose de 480 UI de PMSG (SYNCHROPART®). 91 brebis ont mis bas et ont donné 105 naissances, dont le sexe ratio est de 63/42 en faveur des mâles. Les brebis ne sont pas soumises à un flushing en période de lutte, et l'alimentation est à base de prairies naturelles le jour. Une complémentation en avoine est donnée le soir. Après agnelage les brebis suitées reçoivent d'une façon irrégulière de l'orge. La paille est disponible durant toute l'année et donnée aux animaux la matinée.

Un total de 105 agneaux qui ont été identifiés dès la naissance, par des boucles portant le numéro, le sexe, le mode de naissance et le numéro de la mère.

II.1.3. Paramètres étudiés

Le taux de mortalité périnatale, le taux de mortalité et le taux de productivité numérique (TPN) à 1 mois ont été déterminés d'après les formules citées par **Craplet et Thibier (1980)** :

$$\oplus \text{ Taux de mortalité} = \text{Nombre d'agneaux morts} / \text{Nombre d'agneaux nés.}$$

$$\oplus \text{ Taux de mortalité périnatale} = \text{Nombre d'agneaux morts entre 0-5j} / \text{Nombre d'agneaux nés.}$$

$$\oplus \text{ TP30} = \text{Nombre d'agneaux vivants à 30j} / \text{Nombre de brebis mises à la lutte.}$$

Chaque agneau a été pesé à l'aide d'une balance électronique à la naissance, à J10 et à J30 afin de déterminer le gain moyen quotidien (GMQ0-10, GMQ10-30) des agneaux.

II.1.4. Analyse statistique

Les paramètres suivants (Poids à la naissance (PN), GMQ0-10, GMQ10-30) ont fait l'objet d'une analyse de variance à trois facteurs (le mode de naissance, le sexe de l'agneau et le rang d'agnelage).

II.2. Résultats

II.2.1. Mortalité des agneaux

La mortalité des agneaux constitue le principal facteur de baisse de productivité. A un mois d'âge le taux de mortalité est de 23,81%, alors qu'il est de 9,52% en période périnatale (Tableau 40). Elle est élevée chez les agneaux multiples par rapport aux agneaux nés simples (12,38% vs 11,43%) surtout dans la période périnatale (6,67% vs 2,86%).

Dans notre étude les agnelles ont un taux de mortalité supérieur à celui des agneaux (12,38% vs 11,43%), mais la mortalité périnatale est plus fréquente chez les agneaux (5,71% vs 3,81%).

Tableau . Mortalité des agneaux.

Mortalité des agneaux	Sexe		Mode de naissance		Total
	♂	♀	Simple	Double	
Taux de mortalité à 30j	11,43%	12,38%	11,43%	12,38%	23,81%
taux de mortalité périnatale (0 à 5j)	5,71%	3,81%	2,86%	6,67%	9,52%

II.2.2. Productivité du troupeau

Le taux de productivité numérique (TPN) à un mois (nombre d'agneaux élevés / nombre de femelles mises à la reproduction) obtenu dans notre étude est de 0,69.

II.2.3. Croissance des agneaux

Les résultats obtenus dans cette étude (Tableau 41) montrent que le poids à la naissance varie entre 900g et 6,08Kg avec un PN moyen de $3,76 \pm 1,02$ Kg, le P10 est en moyenne de $4,86 \pm 0,97$ kg, le P30 est de $8,35 \pm 1,57$ kg en moyenne.

Tableau . La moyenne des paramètres pondéraux et la croissance des agneaux.

	Effectif	Moyenne	Min	Max	Variance	Ecart-type	Erreur
PN (kg)	105	3,76	0,90	6,08	1,04	1,02	0,10
P10 (kg)	92	4,86	2,96	7,29	0,94	0,97	0,10
P30 (kg)	79	8,35	4,76	11,85	2,48	1,57	0,18
GMQ0-10 (g/j)	92	91,80	-8,00	206,50	1926,47	43,89	4,58
GMQ10-30 (g/j)	79	167,20	-1,15	291,45	3784,23	61,52	6,92
GMQ0-30 (g/j)	79	144,02	5,33	252,33	2326,87	48,24	5,43

La vitesse de croissance est de 91,8 g/j en moyenne est variée entre -8 et 206,5g/j de la naissance à 10 jours, elle est de 167,20 g/j entre 10 et 30 jours et de 144,02g/j de la naissance à 30jours. Les faibles valeurs du poids (PN, P10 et P30) et les valeurs négatives du GMQ s'expliquent par des mortalités d'agneaux survenues pendant l'étude, qui ont été prises dans l'étude statistique.

II.2.4. Facteurs influençant le poids et le GMQ des agneaux

Les résultats relatifs à la variation des paramètres pondéraux et la croissance des agneaux selon le sexe, le mode de naissance et le rang d'agnelage sont présentés dans le tableau 42.

Tableau . Facteurs influençant la croissance des agneaux.

	Sexe			Mode de naissance			Rang d'agnelage		
	Agneaux	Agnelles	p	Simple	Double	P	Primipare	Multipare	p
PN	3,8±0,91	3,71±1,17	ns	3,96±0,97	3,22±0,98	***	3,94±0,92	3,71±1,05	ns
P10	5±0,85	4,65±1,11	ns	5,05±0,93	4,30±0,87	**	4,94±0,77	4,84±1,03	ns
P30	8,48±1,54	8,10±1,63	ns	8,54±1,56	7,62±1,46	*	8,05±1,76	8,45±1,50	ns
GMQ0-10	100,91±45,67	77,61±37,31	*	92,74±46,48	88,97±35,78	Ns	88,7±40,77	92,83±45,12	ns
GMQ10-30	171,33±54,97	159,68±72,43	ns	171,37±59,23	152±69	Ns	151,7±80,61	172,81±52,7	ns
GMQ0-30	149,63±44,18	133,82±54,22	ns	146,89±46,82	133,59±53,29	Ns	131,35±60,35	148,61±42,73	ns

*** : significatif à 0,001, ** : significatif à 0,01, * : significatif à 0,05, ns : non significatif.

Les résultats ont révélé une absence de différence significative pondérale de la naissance à l'âge de 30j ($p > 0,05$) entre les agneaux et les agnelles, sauf que la croissance des agneaux est significativement supérieure ($p < 0,05$) à celle des agnelles durant les dix premiers jours post natus (100,91±45,67 g/j vs 77,61±37,31 g/j). De même le rang d'agnelage n'a aucune influence significative sur les paramètres étudiés. Alors que les agneaux simples sont significativement plus lourds que les agneaux doubles.

II.3. Discussion

II.3.1. Mortalité des agneaux

Le taux de mortalité de la population étudiée est de 23,81%, toutefois il varie selon les auteurs entre 20 à 48 % (Vallerand et Branckaert, 1975 ; Strutz, et Glombitza, 1986 ; Armbruster *et al.*, 1991b).

Dans notre étude, les agnelles ont un taux de mortalité supérieur à celui des agneaux (12,38% vs 11,43%), mais la mortalité périnatale est plus fréquente chez les agneaux (5,71% vs 3,81%), selon Boujenane, (2006) l'effet de l'âge de la mère et le sexe des agneaux ont un effet significatif sur la mortalité des agneaux.

De plus, le taux de mortalité a été influencé par le mode de naissance (Bouix *et al.*, 1974 ; Fall *et al.*, 1982), il est élevé chez les agneaux multiples par rapport aux agneaux nés simples surtout dans la période périnatale (6,67% vs 2,86%) (Tableau 40).

Il est aussi influencé par le type de portée, et il est plus élevé chez les portées doubles et d'une façon prononcée dans la tranche d'âge 1-5j. Cela peut s'expliquer par une mauvaise prise colostrale ; en effet le colostrum assure la survie de l'agneau, mais aussi une bonne croissance. Il est un excellent aliment de démarrage avec une valeur alimentaire garantissant un apport énergétique suffisant (**Allemand, 2008**). Celui-ci apporte les nutriments et les anticorps nécessaires à une protection transitoire contre les agressions extérieures physiques et biologiques ainsi que des effecteurs physiologiques tels que des facteurs de croissance et des hormones (**Boudry et al., 2008**). Les agneaux de faible poids à la naissance (moins d'un 1 kg) ont des taux de mortalité plus élevés que les agneaux plus lourds (**Rombaut et Van Vlaenderen, 1976 ; Hadzi, 1989**).

D'après les auteurs, la mortalité des agneaux peut être influencée par d'autres facteurs comme le troupeau, la brebis, le poids à la naissance, l'année de naissance et la saison de naissance (**Fall et al., 1982**) alors que **Tuah et Baah (1985)** n'ont constaté aucun effet significatif de la saison sur la viabilité des agneaux. Par contre, **London et Weniger (1996)** ont signalé une mortalité des agneaux plus élevée à partir du 7^{ème} agnelage, due au vieillissement des brebis.

II.3.2. Taux de productivité numérique

Le taux de productivité numérique (TP30) est de 0,69 ; il est considéré comme très faible. Il est inférieur à ceux rapportés par **Dekhili et Benkhilif (2005) ; Dekhili et Aggoun (2006) ; Mennani et al., (2011)** qui sont respectivement de 0,88 ; de $0,94 \pm 0,02$ et de 1,05 ; ce qui confirme la faible productivité du troupeau étudié. En effet ce dernier doit se rapprocher de 2 (**Craplet et Thibier, 1980**).

Il est dû à la saison d'agnelage (**Ben Salem et al., 2009 ; Boujenane et al., 2002 ; Clément, 1997 ; Niaré, 1995**). Ce taux de productivité a été effectué au mois d'Octobre, après des saillies s'étalant d'Avril à Mai, période durant laquelle l'alimentation est déficitaire dans les conditions locales de la ferme, durant cette période les animaux pâturent presque toute la journée sur prairies (herbe au printemps et les jachères en été) et reçoivent de l'avoine le soir, la paille est disponible durant toute cette période. Selon **Ben Salem et al., (2009)**, l'alimentation déficitaire dans les conditions locales et la température assez élevée pourraient être préjudiciables à la qualité spermatique et à la survie embryonnaire. De plus, l'état d'embonpoint des brebis gestantes et leur production laitière ultérieure peuvent être sérieusement affectés.

II.3.3. Croissance des agneaux

Les agneaux étudiés ont un PN moyen de $3,76 \pm 1,02$ kg, un P10 de $4,86 \pm 0,97$ kg et un P30 de $8,35 \pm 1,57$ kg. Le P10 est faible, il explique une faible production lactée des brebis suite à l'alimentation durant la période d'automne (période d'étude : Septembre et Octobre) qui est à base de paille. Par contre, la vitesse de croissance après le 10^{ème} jour est élevée. Une bonne alimentation permet à la brebis de produire du lait de bonne qualité et en quantité

(Srairi, 1998 ; Fall, *et al.*, 1999 ; Bocquier *et al.*, 2001 ; Benazzouz *et al.*, 2007 ; Ben Salem *et al.*, 2009 ; Yahiaoui *et al.*, 2010).

Cependant, d'autres facteurs interviennent pour augmenter ou diminuer le poids à 10j : l'année, le mois d'agnelage, la taille de la portée, l'âge de la brebis et le sexe de l'agneau (Messine *et al.*, 1994 ; Ebangi *et al.*, 1996 ; Kocty *et al.*, 2000 ; Ben Salem *et al.*, 2009).

Les GMQ0-10, GMQ10-30 et GMQ0-30 sont respectivement de $91,80 \pm 43,89$ g/j ; $167,20 \pm 61,52$ g/j et $144,02 \pm 48,24$ g/j chez les animaux étudiés. Les GMQ des agneaux entre 0 et 90 jours sont dus en grande partie à la contribution de l'alimentation lactée (Nianogo, 1992).

Le tableau 43 présente la valeur moyenne de différentes variables de croissance des agneaux étudiés qui sont comparées avec les résultats d'autres races maghrébines (Ait Bihi et Boujenane, 1997 ; Ben Gara, 2000; Boujenane, 1999; Boujenane *et al.*, 1991; Boujenane et Chami, 1997; Boujenane et Mharchi, 1992; Chikhi et Boujenane, 2003; Dekhili et Mahnane, 2004 ; IDOVI, 1985; Khelifi, 1999), il montre que les agneaux ont présenté un PN supérieur, un P10 inférieur et un P30 moyen par rapport aux autres races.

Tableau . Les paramètres étudiés selon les races

Races	PN	P10	P30	GMQ10-30	GMQ0-30
Agneaux	3,76±1,02	4,86±0,97	8,35±1,57	167,20±61,52	144,02±48,24
Sardi	3,0 à 3,6	6,35	6,9 à 9,8 a ; 9,35	161	116 à 215
Timahdite	3,2 à 3,6	5,42	8,60	159	
Béni Guil	2,7 à 3,3	5,15	7,90	139	
Boujaâd	3,89	5,33	9,38 ; 10,3	177	213
D'men	1,7 à 2,9	-	-	-	-
Rembi	2 à 3,5 ; 2,5	-	-	-	-
Hamra	3 à 4	6,72 à 7,48	-	160 à 180	-
Barbarine	3,4	5,4	9,2	187	
Ouled Djellal	3,73	-	9,7	-	

II.3.4. Facteurs influençant la croissance des agneaux

II.3.4.1. Rang d'agnelage ou âge de la mère

On a remarqué que le rang d'agnelage n'a aucune influence significative sur les paramètres étudiés ($p > 0,05$). Nos résultats sont différents à ceux rapportés par Abassa *et al.*, (1992) ; London *et al.*, (1994) et Yapi-Gnaoré *et al.*, (1997a) qui ont prouvé que les agneaux issus du premier et dans une certaine mesure du second agnelage sont généralement plus légers à la naissance que ceux des agnelages suivants, d'où l'importance de l'âge de la mère au premier agnelage sur la croissance de la descendance.

En effet, cela est confirmé par Dekhili et Mahnane, (2004) qui trouvent une influence significative de l'âge de la mère sur les poids des agneaux de la naissance jusqu'à 30 j. Les agneaux nés de brebis multipares sont plus lourds (4,0 kg) à la naissance que les agneaux des

primipares avec des poids de 3,2 kg, alors que nos résultats sont supérieurs chez les primipares et presque similaires chez les multipares.

L'agnelle a non seulement une production laitière faible, mais un colostrum pauvre en immunoglobulines. La faible consommation du lait et particulièrement du colostrum peut affecter la croissance de l'agneau (Allemand, 2008).

II.3.4.2. Sexe

Le sexe n'a pas une influence significative ($p > 0,05$) sur le poids des agneaux de la naissance à l'âge de 30j, sauf que la croissance des agneaux est significativement supérieure à celle des agnelles durant les dix premiers jours après la naissance ($p < 0,05$) (Tableau 42), alors que l'influence du sexe sur le poids à la naissance est confirmée par d'autres auteurs (Bathaei et Andleroy, 1994 ; Bonfoh *et al.*, 1996 ; Yapi-Gnaoré *et al.*, 1996 ; Traoré *et al.*, 2006 ; Marzo, 2007 ; Ben Salem *et al.*, 2009). Dans les mêmes conditions d'élevage, les mâles naissent plus lourds que les femelles (Otesile, 1993).

Gbangboche *et al.*, (2005) indiquent qu'il y a toujours une différence de 1 à 2,5 kg du poids à la naissance selon le sexe. Nianogo, (1992) observe une influence du sexe sur la croissance des agneaux de la naissance jusqu'à 540 jours.

II.3.4.3. Mode de naissance

Le mode de naissance a une influence significative sur le poids à la naissance ($p < 0,001$), le poids à 10j ($p < 0,01$) et le poids à 30j ($p < 0,05$) des agneaux, ainsi les agneaux nés doubles sont plus légers que les simples (Poivey *et al.*, 1982 ; Armbruster *et al.*, 1991a ; Abassa *et al.*, 1992 ; Bonfoh *et al.*, 1996 ; Theriez, 1991 ; Yapi-Gnaoré *et al.*, 1997b). Il est évident que l'insuffisance de l'alimentation lactée des portées multiples retarde leur croissance (Gbangboche *et al.*, 2005).

Le premier effet d'une augmentation de la prolificité est une réduction progressive du poids des agneaux à la naissance (Theriez, 1991). Il est évident que l'insuffisance de l'alimentation lactée des doublons retarde leur croissance (Gbangboche *et al.*, 2005).

Conclusion

Le contrôle du GMQ permet de trier les mères à béliers et mères à agnelles grâce à leur valeur laitière, pour adapter la conduite des lots selon la croissance des agneaux. De plus, la détermination des facteurs qui influencent la viabilité et la croissance des agneaux permettra l'adoption d'une meilleure conduite d'élevage qui réduirait au maximum les effets néfastes de ces derniers.

La productivité du troupeau est faible qui est relatif au taux de mortalité et la conduite d'élevage. Le rang d'agnelage et le sexe des agneaux n'ont pas des différences significatives sur le poids des agneaux (PN, P10, P30) et sur la vitesse de croissance, alors que les agnelles

présentent une vitesse de croissance inférieure à celle des agneaux durant les 10 premiers jours après la naissance. Le mode d'agnelage présente une influence significative sur le poids des agneaux, les agneaux nés doubles sont plus légers que les agneaux simples.

Références bibliographiques

1. **Abassa K.P., Pessinaba J. & Adeshola-Ishola A., 1992.** Croissance pré-sevrage des agneaux Djallonké au Centre de Kolokopé (Togo). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **45**, p 49-54.
2. **Ait Bihi N. & Boujenane I., 1997.** Contrôle de performances des ovins en milieu difficile : Cas du Maroc. *Options Méditerranéennes*. **33**, p 67-72.
3. **Allemand H., 2008.** Evaluation par la technique d'immunodiffusion radiale de la qualité du colostrum et du transfert colostrale chez les bovins. *Thèse Med. Vet. Lyon*, p 150.
4. **Armbruster T., Peters K.J. & Hadji-Thomas A., 1991b.** Sheep production in the humid zone of West Africa : III. mortality and productivity of sheep in improved production systems in Côte - d'Ivoire. *J. Anim. Breed. Genet.* **108**, p 220 - 226.
5. **Armbruster T., Peters K.J. & Metz T., 1991a.** Sheep production in the humid zone of West Africa : II. growth performance and live weighs of sheep in improved and traditional production systems in Côte - d'Ivoire. *J. Anim. Breed. Genet.* **108**, 210-220
6. **Bathaei S.S. & Andleroy P. L., 1994.** Lamb growth performance and factors affecting body weight of Iranian fat-tailed Mehraban breed of sheep. *Élev. Méd. Vét. Pays Trop.* **47**(1), p 113-116.
7. **Ben Gara A., 2000.** Définition des objectifs de la sélection des ovins de race Barbarine en Tunisie. *Options Méditerranéennes*. **43**. p111- 116.
8. **Ben Salem I., Rekik M., Hammami H., Ben Hamouda M., Aloulou R. & Saadoun L., 2009.** Facteurs de variation non génétique de la productivité des brebis de race Noire de Thibar. *Élev. Méd. Vét. Pays Trop.* **62** (1), p 59-66.
9. **Benazzouz H., Theriez M. & El-Hadef El-Okki S., 2007.** Influence de la teneur en matières azotées de la ration alimentaire sur la production laitière de la brebis allaitante en déficit énergétique. *Sciences & Technologie*. **25**, p 38-43.
10. **Bocquier F. & Caja G., 2001.** Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.* **14** (2), p 129-140.
11. **Bonfoh B., Traoré A. & Ayewa T., 1996.** Contrôle de performances, sélection des mâles au sein de la race ovine Djallonké et création d'un flock-book. In : *Proceeding of the third Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network Workshop, 5-9 December 1994. International Livestock Research Institute (ILRI) : Nairobi, 1996, 71-78.*
12. **Boudry C., Dehoux J.P., Portetelle D. & Buldgen A., 2008.** Bovine colostrum as a natural growth promoter for newly weaned piglets. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **12**, p 157-170.
13. **Bouix J., Kadiri M. & Chari A., 1974.** Performances de la race ovine D'man des palmeraies du Sud Marocain. *Al-Awamia*. **52**, p 47-66.

14. Boujenane I. & Chami A., 1997. Effect of inbreeding on reproduction, weights and survival of Sardi and Beni Guil sheep. *J. Anim. Breed. Genet.* **114**, p 23-31.
15. Boujenane I. & Mharchi A., 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Beni Guil. *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)*. **12**, 15-22.
16. Boujenane I., 1999. *Les ressources génétiques ovines au Maroc*. Rabat, Maroc, Actes Editions, 136 p.
17. Boujenane I., 2006. Reproduction and production performance of Moroccan sheep breeds. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* **1**, (014), p18.
18. Boujenane I., Bradford G.E., Berger Y.M. & Chikhi A., 1991. Genetic and environmental effects on growth to one year and viability of lambs from crossbreeding study of D'man and Sardi breeds. *J. Anim. Sci.* **69**, p 3989-3998.
19. Boujenane I., Cisse M.F., kansari J. & Hazzam R., 2002. «Sheep productivity in autumn and spring lambing from three cross breeding systems». In: *VIIIth world Congr. Genetics applied to livestock production*, Montpellier, France, 19-23.
20. Chikhi A. & Boujenane I., 2003. Performances de reproduction et de production des ovins de race Boujaâd au Maroc. *Ressources Animales. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* **56** (1-2), 83-88.
21. Clément V., Poivey J.P., Faugere O., Tillard E., Lancelot R., Gueye A., Richard D., Bibe B., 1997. Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. *Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* **50**, p 235-249.
22. Craplet C. & Thibier M., 1980. *Le mouton*. Edition Vigot. Pris., p 160.
23. Dekhili M. & Aggoun A., 2006. Productivité Pondérale des brebis Ouled-Djellal dans la zone Tellienne (Nord) de l'Algérie. *Renc. Rech. Ruminants.* **13**, p 391.
24. Dekhili M. & Aggoun A., 2013. Path coefficient analysis of body weight and biometric traits in Ouled-Djellal breed (Algeria). *Revue Agriculture.* **06**, p 41 – 46.
25. Dekhili M. & Benkhilif R., 2005. Bilan portant sur les performances reproductives d'un troupeau de Brebis Ouled-Djellal. *Renc. Rech. Ruminants.* **12**, p162.
26. Ebangi A.L., Mbah D.A. & Nog Tama A.C., 1996. Impact of genetic and environmental factors on birth weight Fulbe sheep breeds in Cameroon. *Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* **49** (2), p 178-182.
27. Fall S.T., Diop M., Sawadogo G. & Doucouré A., 1999. Phosphates naturels et alimentation du bétail en zone sahélienne : Influence sur la survie, la production laitière et la reproduction du zébu Gobra. *Élev. Méd. Vét. Pays Trop.* **52** (3-4), p 249-254.
28. Fall A., Gueye E., Diop M., Sandford J., Wissocq J.Y., Durquin J. Trail J.C.M., 1982. Evaluation des productivités des ovins taurins et des taurins Ndama au Centre de Recherches zootechniques de Kolda, Sénégal. *Centre International pour l'Elevage en Afrique (Cipea) : Addis-Abeba.* p 74.
29. Gbangboche A.B., Abiola F.A., Laporte J.P., Salifou S. & Leroy P.L., 2002. Amélioration des ovins dans l'Ouémé et le Plateau en République du Bénin.

- Enjeux de croisement des ovins Djallonké avec les moutons du Sahel. *Tropicultura*. **20** (2), p 70-75.
- 30. Gbangboche A.B., Hornick J-L., Adamou-N'Diaye M., Edoth A.P., Farnir F., Abiola F.A., et Leroy P.L., 2005.** Caractérisation et maîtrise des paramètres de la reproduction et de la croissance des ovins Djallonké (*Ovis aries*). *Ann. Méd. Vét.* **149**, p 148-160.
- 31. Hadzi Y.N., 1989.** « Facteurs de variation de mortalité et de croissance des agneaux Djallonké au Centre d'appui technique de Kalope au Togo ». In : *Wilson R.T., Azeb M. (eds), African Small Ruminant Research and Development. International Livestock Centre for Africa (ILCA) : Adis Ababa*, p 496-509.
- 32. IDOVI, 1985.** Institut de développement de l'élevage ovin. 1985.
- 33. 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: Série A. Séminaires Méditerranéens*, **38**, p 245-247.
- 34. Kocty D. & Kanwe A. B., 2000.** Productivité des ovins dans la ville et périphérie de Bobo Dioulasso (Burkina-Faso). In: *Symposium technique T1. «Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique». CIRAD-EMVT, 20 mai 2000 à Poitiers*, 15-27.
- 35. London J.C. & Weniger J.H., 1996.** Investigation into traditionally managed Djallonké-sheep production in humid and subhumid zones of Asante, Ghana. V. Productivity indices. *J. Anim. Breed. Genet.*, **113**, p 483-492.
- 36. London J.C., Weniger J.H. & Schwartz H.J., 1994.** Investigation into traditionally managed Djallonkésheep production in humid and subhumid zones of Asante, Ghana. II. Reproductive events and prolificacy. *J. Anim. Breed. Genet.*, **111**, p 432-450
- 37. Marzo G., 2007.** Etude de la composition du colostrum et du lait de brebis et de leurs effets sur la croissance des agneaux. Mémoire de fin d'étude, Agro-alimentaire, *Institut Supérieur Industriel Huy-Gembloux*, **79**.
- 38. Mennani A., Dekhili M. & Khelifi Ahmed A.E., 2011.** Effet de mode de lutte sur la productivité des brebis de race Ouled-Djellal. *Renc. Rech. Ruminants.*, **18**, p 102.
- 39. Messine O., Tanya V.N, Mbah D. A. & Tawah C.L., 1994.** Ressources génétiques animales du Cameroun. Passé, présent et avenir: le cas des ruminants. *AGRI*, **16**, p 47-63.
- 40. Migne S., 2004.** Performances des principales races ovines présentes en pays de la Loire. *Moutonnier des pays de la Loire : le bulletin du réseau d'élevage ovin*, **26**.
- 41. Nianogo J.A., 1992.** Paramètres de production des ovins Mossi à Gampéla. In : *Proceedings of the Thirtdt Conference of the Small Ruminant Network. CIPEA, Addis-Abeba (Ethiopie)*, p 145-185.
- 42. Niaré T., 1995.** Croissance présevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnel soudano-sahélien au Mali. *Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, **48**, p 195-202.
- 43. Otesile E.B., 1993.** Studies on West African Dwarf sheep : the influence of age of ewe and parturition interval on neonatal lamb mortality rate. *Bull. Anim. Prod. Afr.*, **41**, p 251-255.

44. Poivey J.P., Landais E. & Berger Y., 1982. Etude et amélioration génétique de la croissance des Djallonké. Résultats obtenus au Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké (Côte-d'Ivoire). *Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **35**, p 421-433.
45. Rombaut D. & Van Vlaenderen G., 1976. Le mouton Djallonké de Côte-d'Ivoire en milieu villageois : Comportement et alimentation. *Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **29**, p 157-172.
46. Srairi M.T., 1998. Alimentation de brebis allaitantes avec des rations à base de paille : effet du complément azoté. *Élev. Méd. vét. Pays Trop.*, **51** (1), p 47-54.
47. Strutz C. & Glombitza K.F., 1986. Les moutons Djallonké élevés par les villageois au Congo, peuvent-ils être sélectionnés pour l'augmentation du poids ?. *Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **39**, p 107-111.
48. Theriez M., 1991. Conséquences de l'augmentation de la prolificité sur l'élevage des agneaux et sur la production de viande. *Prod. Anim.*, **4** (2), p 161-168.
49. Traoré A., Tamboura H. H., Kaboré A., Yaméogo N., Bayala B. & Zare I., 2006. Caractérisation morphologique des petits ruminants (ovins et caprins) de race locale "Mossi" au Burkina Faso. *AGRI*, **3**, p 39-50.
50. Tuah A.K. & Baah J., 1985. Reproduction performance, preweaning growth rate and pre-weaning lamb mortality of Djallonke sheep in Ghana. *Trop. Anim. Health Prod.* **17**, p 107-113.
51. Vallerand F. & Branckaert R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **28**, p 523-545.
52. Yahiaoui A., Chabaca R. & Larwence A., 2010. La paille traitée à l'ammoniac, alternative alimentaire au système d'élevage ovin traditionnel sur les hauts plateaux en Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, **22** (10).
53. Yapi-Gnaoré C.V., Oya A., Rege J.E.O. & Dagnogo B., 1997a. Analysis of an open nucleus breeding programme for Djallonke sheep in the Ivory Coast. 1. Examination of non-genetics factors. *Anim. Sci.*, **64**, p 291-300.
54. Yapi-Gnaoré C.V., Oya A., Dagnogo B. & Ouattara M., 1996. Influence de la sélection du poids du bélier sur la croissance de la descendance. In : *Proceedings of the Third Biennial Conference of the Small Ruminant Network, 5-9 December 1994. UICC, Kampala (Uganda)*, p 29-32.
55. Yapi-Gnaoré C.V., Rege J.E., Oya A., Alemayelu N., 1997b. Analysis of an open nucleus breeding programme for Djallonke sheep in the Ivory Coast. 2. Response to selection on body weights. *Anim. Sci.*, **64**, p 301-307.
56. Youssao A.K.I., Farougou S., Koutinhoun B. G., BioBagou G. & Kora B.D., 2008. Aptitudes maternelles de la brebis Djallonké en élevage traditionnel dans la Commune de Banikoara au Bénin. *Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **159** (10), p 538-544.

Troisième partie :

Génotypage des races ovines
algériennes

Chapitre 01. Présentation générale des méthodes de génotypage

Pour les animaux d'élevage, la biodiversité est mesurée par la variabilité génétique entre les races d'une même espèce et à l'intérieur des races de cette espèce. Il apparaît que la première étape à réaliser, pour la conservation et la sauvegarde de cette biodiversité, est la caractérisation génétique de ces races afin d'estimer leur variabilité et leur originalité et l'analyse des distances génétiques entre elles. La FAO a proposé en 1992, la mise en place d'un programme global visant à conserver et gérer les ressources génétiques des animaux d'élevage (**Maudet, 2001**).

Grâce aux techniques moléculaires, le polymorphisme au niveau de l'ADN est devenu plus accessible et les mesures de ce polymorphisme se sont multipliées : variabilité génétique, consanguinité et flux génétiques (**Moazami-Goudarzy et al., 1997**), identification de gènes d'intérêt médical ou agronomique (QTL : Quantitative Trait Loci) (**Julius et al., 2007**), empreintes génétiques et cartographie, etc. Les analyses phénotypiques, biochimiques et plus récemment des analyses de la génétique moléculaire, au niveau de l'ADN, constituent les principales sources de données pour caractériser la diversité génétique et les relations entre les races.

En effet, l'outil moléculaire offre, actuellement, un grand nombre de techniques permettant de mieux étudier les bases génétiques de cette biodiversité et de réaliser la caractérisation des races domestiques.

A partir des années 1970, la compréhension de la structure et de la fonction du génome s'est accélérée. La mise au point de techniques de détection du polymorphisme de l'ADN : celui des fragments de restriction ou « RFLP » d'abord (**Botstein et al., 1980**), celui des minisatellites ensuite (**Jeffreys et al., 1985**) et surtout celui des microsatellites (**Weber et May, 1989**) donna accès à un nombre de marqueurs suffisant pour établir de nouvelles approches pour l'amélioration des stratégies de caractérisation génétique. Ceci a permis de trouver des solutions alternatives aux problèmes inhérents à l'utilisation de marqueurs phénotypiques traditionnels car ils nous permettent de distinguer des variations directement au niveau de la séquence d'ADN aussi bien codante que non codante. Aujourd'hui, ils constituent un outil essentiel pour l'étude du polymorphisme des races animales.

I.1. Les marqueurs RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)

Les RFLP ou polymorphismes de taille des fragments de restriction ont été mis en évidence par la technique du Southern blot développée par **Botstein et al., (1980)**. Elle permet de détecter les variations de la séquence nucléotidique de l'ADN génomique après digestion par des enzymes de restriction (endonucléases) au niveau de sites spécifiques à chaque enzyme. En effet, une multitude de fragments d'ADN de tailles variables est générée par digestion enzymatique. Ces fragments sont séparés sur gel d'agarose et transférés par capillarité sous forme dénaturée sur une membrane de nylon. Cette membrane est mise en contact avec une solution contenant une sonde qui permet de repérer, par hybridation moléculaire, des fragments d'ADN génomique qui lui sont homologues. La différence entre

deux génotypes est révélée soit par autoradiographie si la sonde est marquée par le phosphate radioactif ou par réaction colorée si elle est associée à un conjugué enzymatique. Le polymorphisme détecté est dû à des mutations au niveau des sites de restriction de l'enzyme (polymorphisme de site de restriction) et/ou à des délétions / insertions d'un fragment d'ADN au voisinage de la zone génomique reconnue par la sonde. C'est le couple enzyme / sonde qui définit le marqueur (Najimi *et al.*, 2003).

Les RFLP sont modérément polymorphes et peuvent être utilisés pour les analyses de la génétique des populations et les études des espèces étroitement apparentées. **Montgomery et Crawford (1997)** ont répertorié 114 RFLP chez le mouton après avoir montré qu'environ 40% de RFLP humains pouvaient être exploités chez les ovins.

Bien que ces marqueurs soient co-dominants et permettent une analyse génétique complète, les RFLP ont que très rarement été utilisées dans le cadre d'études de variabilité génétique des espèces domestiques car la technique Southern-blot est lente et laborieuse. Les étapes de transfert et d'hybridation empêchent une automatisation du travail. Il faudra attendre le couplage de cette approche avec la PCR pour que cette méthode prenne la place qu'elle occupe aujourd'hui au travers de l'étude du polymorphisme de restriction de nombreux gènes chez les races domestiques (Lagziel *et al.*, 2000).

I.2. Polymorphisme de l'ADN mitochondrial

Il existe également une autre source d'information génétique dans le cytoplasme sous la forme de l'ADN mitochondrial (ADN mt). Chez les vertébrés, il se présente sous la forme d'une molécule circulaire, sans introns, ni séquences répétées. Sa taille est comprise entre 15 et 20 kb (Maudet, 2001), ce qui est très peu par rapport aux quelques milliards de paires de bases du génome nucléaire.

La propriété la plus anciennement connue de l'ADN mt est sa transmission maternelle, avec l'organite cellulaire qui le renferme, d'une génération à la suivante. Dans l'immense majorité des cas, on peut donc tracer des lignées maternelles grâce à l'étude de cet ADN, la transmission matriarcale se faisant sans recombinaison ce qui permet l'accumulation des mutations dans chaque lignée (Maudet, 2001). Les différences observées entre molécules proviennent presque exclusivement de mutations variables, essentiellement de types transition/transversion, les insertions et délétions étant rares (principalement localisées dans la région de contrôle (D-loop)). Sa seconde propriété, qui est probablement la plus importante dans le domaine de la biologie des populations et de la phylogénie, est sa vitesse d'évolution, considérée comme 5 à 10 fois plus grande que celle de l'ADN nucléaire (Brown *et al.*, 1982).

Enfin sa troisième caractéristique est que les mutations sont sélectivement neutres, et à ce titre, se fixent de façon stochastique et régulière. C'est le concept d'horloge moléculaire, qui, chez les mammifères et pour l'ADN mt est réglée sur le taux d'environ 2% de changement nucléotidique par million d'années (Brown *et al.*, 1979).

L'ADN mt a souvent été choisi pour les études d'origines des moutons (Hiendleder, 1998) ainsi que pour l'étude génétique de la variabilité et de la différenciation dans et entre les populations, sous-espèces et espèces (Aranguren-Mendez *et al.*, 2004 ; Aberle *et al.*, 2007).

I.3. Les marqueurs RAPD (Random Amplified of Polymorphic DNA)

Un autre type de marqueur moléculaire récemment développé repose sur la mise en évidence du polymorphisme généré par l'amplification aléatoire de fragments d'ADN grâce à des amorces dont les séquences ont été définies arbitrairement : RAPD (**Williams et al., 1990**). La PCR génère une série de bandes, correspondant à plusieurs loci, dont quelques-unes sont présentes chez certains individus et absentes chez d'autres. Ce type de polymorphisme peut être dû, soit à une mutation de la séquence cible des amorces, soit à une variation de longueur engendrant une bande de taille différente. Ainsi elle génère des marqueurs dominants (pas de différenciation des homozygotes et des hétérozygotes pour un site donné), multilocus et bialléliques.

Les RAPD sont couramment utilisés en cartographie génétique des végétaux et en génétique des populations (**Najimi et al., 2003**). **Jug et al., (2004)** et **Callejas et Ochando (2002)** passent par l'approche des RAPD pour différencier génétiquement les espèces domestiques.

Cette technique est très simple à mettre en œuvre, rapide, ne nécessite pas de marquage radioactif et aucune connaissance préalable sur le génome n'est requise. Néanmoins, la technique des marqueurs RAPD manque de reproductibilité (**Perez et al., 1998**), puisqu'elle est très sensible à la concentration de l'ADN et aux conditions d'amplification (**Najimi et al., 2003**) ce qui limite son application.

Aucune étude sur les races ovines algériennes n'a été effectuée, alors qu'il existe plusieurs études sur les ovins africains qui ont été réalisés en utilisant les RAPD (**El Hentati, 2012**).

I.4. Les marqueurs AFLP (Amplified Fragments Length Polymorphism)

La méthode des AFLP mise au point en 1995 (**Vos et al., 1995**) est une technique apparentée à la technique des RAPD. Elle est basée sur une amplification sélective de fragments de restriction obtenus par digestion d'ADN génomique. Le principe général des AFLP repose sur trois phases successives : une digestion-ligation, une amplification pré-sélective et une amplification sélective (Figure 18).

L'AFLP ne requiert aucune connaissance préalable du génome étudié, synthèse d'amorces ou caractérisation de sondes. Elle permet une mise au point rapide, présente une bonne reproductibilité et génère une grande quantité de marqueurs (**Bleas et al., 1998 ; Bensch et al., 2002 ; Schonswetter et al., 2003**).

Negrini et al., (2006) ont confirmé l'importance de ces marqueurs AFLP comme outil utile dans l'étude de la diversité génétique et relations phylogénétiques ainsi que pour la recherche des QTL (**Vignal et al., 2002**)

I.5. Les marqueurs minisatellites

Un nouveau type de marqueur moléculaire hyper variable connu sous le nom de minisatellites a été découvert dans les années 80 (**Chambers et macavoy, 2000**). Ces minisatellites sont constitués de répétitions en chaîne ou en tandem d'un motif formé de 16 à 60 nucléotides et appartiennent à la classe des VNTR (Variable Number of Tandem Repeats). Ils présentent un polymorphisme de taille dû à la variation du nombre d'unités de répétitions qui les constituent.

L'évolution du nombre de copie du motif constituant le minisatellite est relativement rapide et s'explique par des crossing-over inégaux durant la méiose (**Schibler et al., 2000**). La technique Southern-blot permettant d'étudier ces éléments a été nommée empreinte génétique et a été largement employée dans des problèmes de génétique des populations.

I.6. Les marqueurs microsatellites

Les marqueurs microsatellites ou STR (Short Tandem Repeats) sont des fragments d'ADN composés de motifs de 2 à 6 nucléotides répétés en tandem jusqu'à plusieurs dizaines de fois (**Chambers et Mac Avoy, 2000**). Très récemment les microsatellites sont devenus l'outil de choix pour étudier les relations phylogénétiques entre des populations (**Matsutani et al., 1992**).

Plusieurs travaux ont été réalisés pour l'étude du polymorphisme et les relations phylogénétiques des races ovines algériennes, nous citons :

L'étude portée par **Gaouar et al., (2014)** sur sept races : deux races algériennes (Hamra et Ouled-Djellal), deux races françaises (Lacaune et Corse), deux races marocaines (Béni-Ighil et D'men) et une race de Burkina Faso (For-Foro) montre que les races : Hamra, Ouled-Djellal, Béni-Ighil, D'men, Corse et Foro-Foro paraient génétiquement proches, ce qui explique l'existence d'un flux de gènes significatif entre les races nord-africaines.

Selon **Gaouar et al., 2015b**, la race Hamra algérienne et la race Beni-Iguil marocaine présentent des similitudes génétiques qui confirment l'information historique rapportant la relation génétique de ces races qui ont la même origine ancestrale.

Les six races Hamra, Ouled-Djellal, Sidaou, Taâdmit, D'men et Rembi ont présenté une grande variabilité génétique (**Gaouar et al., 2011**). La race Ouled Djellal et la race Rembi étaient fortement mélangées. De plus, la race Rembi et la race Taâdmit ont perdu leur originalité génétique à tel point qu'il est très difficile de différencier les animaux de ces races des animaux appartenant à la race Ouled-Djellal. Au contraire, les races Hamra, Sidaou et D'men n'ont pas été mélangées, elles n'ont présenté aucun déficit de diversité génétique. **Gaouar et al., (2015a)**.

Une étude récente menée par **Ameur Ameur et al., (2017)** sur 12 races ovines (Barbarine, Ouled Djellal, Rembi, Berbère, Taâdmit, Hamra, Sidaou, Tazegzawt, D'men, Ifilène, Srandi et Darâa) a montré que la population ovine locale algérienne possède une grande variabilité génétique au niveau intra-populationnelle par rapport à celles de la variabilité génétique inter-populationnelle.

La race Ouled Djellal présente la variabilité génétique intra-race la plus importante avec 267 allèles et un taux d'hétérozygotie attendu non biaisé élevé égal à $0,914 \pm 0,005$. Par contre, la race Darâa présente la variabilité génétique intra-race la plus faible avec 131 allèles et un taux d'hétérozygotie attendue non biaisée le plus faible ($0,870 \pm 0,013$).

L'analyse des relations phylogénétiques entre ces 12 races a montré un net rapprochement entre les 4 races (Ouled Djellal, Rembi, Taâdmit et berbère), une nette proximité entre les deux races (Hamra et D'men) et les deux races (Sidaou et Tazegzawt). Quant aux nouvelles races (Ifilène, Srandi et Darâa), elles révèlent une certaine relation entre elles (**Ameur Ameur et al., 2017**).

I.7. Les SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms)

Les SNPs pour « Single Nucleotide Polymorphism » sont définis par la coexistence d'au moins deux bases différentes à la même position, chacun avec une fréquence $> 1\%$ (**Krawczak, 1999**). Ils affectent une seule paire de base soit par substitution (remplacement d'un nucléotide par un autre) soit par délétion ou insertion d'une base. Ces mutations ponctuelles sont fréquentes dans le génome (1/1000 pb). **Julius et al., (2007)** s'attendent leur nombre à ce qu'il y ait **chez les mouton 50000** de SNP disponible vers la fin de 2007.

Les SNPs sont détectés par séquençage à grande échelle du génome ou de séquences exprimées (**Lee et al., 2006**). Les puces à ADN est une autre technique d'identification et de détection du polymorphisme génétique (**Jaccoud et al., 2001**). Cette technique permet l'identification (et même la quantification) de plusieurs centaines de fragments d'ADN polymorphes dans un échantillon biologique (sang, biopsie, mais aussi eau, aliments, etc.). Si les oligonucleotides fixés sur le support sont définis arbitrairement (synthèse de sonde ou digestion d'ADN), cette approche permet d'identifier des SNP différent entre deux groupes d'organismes (**Jaccoud et al., 2001**). Ces techniques sont très largement utilisées pour estimer les fréquences d'apparition de mutations dans une population (**Pitel et Riquet, 2000**).

Actuellement, plusieurs travaux ont été effectués chez les différentes races ovines dans le monde (**Ciani et al., 2014 ; Kijas et al., 2012**). Quant aux ovins algériens, une étude très récente a été présentée par **Gaouar et al., (2016)** pour évaluer la diversité génétique de huit races ovines algériennes (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Sidaou, D'men, Berbère, Barbarine et Tazegzawt) en utilisant le génotypage par les puces d'ADN : Illumina Ovine SNP50K Q4 BeadChip qui sont un outil génétique plus puissant que les microsatellites. Cette analyse complète du génome entier par marqueurs SNP a donné des informations originales concernant la diversité génétique et l'historique des races ovines algériennes. Elle fournit, d'une part, une idée sur la biodiversité génétique des races ovines algériennes avec une première analyse génétique de trois races ovines algériennes : Berbère, Barbarine et Tazegzawt ; et apporter de nouvelles informations à l'histoire de la domestication du mouton par l'exploration des relations des moutons algériens dans le contexte international d'autre part (**Gaouar et al., 2016**).

I.8. Séquençage par la méthode classique de Sanger

Le séquençage d'ADN par la méthode classique de Sanger produit des séquences d'environ 800 à 1000. Sauf exception, son utilisation en génotypage ne présente donc aucun intérêt. En revanche, les cinq dernières années ont été marquées par l'émergence de technologies de séquençage totalement différentes, qui ouvrent de réelles perspectives en matière de génotypage pour les applications où un marquage ultradense du génome est utile. Connues sous le nom générique de « Next-Generation Sequencing » (NGS), ces méthodes changent drastiquement les perspectives du séquençage en terme de réduction du coût par base séquencée, mais également en terme d'augmentation de la difficulté de l'exploitation bioinformatique des données. On peut diviser ces nouvelles technologies en deux groupes : les méthodes mettant en œuvre un clonage par PCR, et celles qui séquent des molécules uniques d'ADN. (**Falque M., 2011**).

A l'inverse des approches classiques de génotypage où l'on amplifie par PCR les locus à génotyper, les NGS ne permettent en général pas de cibler des locus particuliers. Elles produisent un échantillonnage aléatoire de séquences représentant la totalité du génome, ou un sous-ensemble plus ou moins bien ciblé de ce génome. Pour utiliser une méthode NGS à des fins de génotypage, il faut donc produire une énorme quantité de séquences, correspondant à une couverture relativement complète du génome, de sorte qu'un polymorphisme donné ait de bonnes chances d'avoir été séquencé sur tous les individus (**Falque M., 2011**).

Pour améliorer l'efficacité des approches de séquençage, il est possible de sélectionner dans l'ADN de l'échantillon les séquences les moins répétées. L'intérêt est évident : d'une part les régions répétées sont généralement pauvres en gènes et en éléments régulateurs potentiellement important pour le déterminisme du phénotype, et d'autre part il est impossible de localiser sur le génome une séquence de 75 bases appartenant à une région fortement répétée. Trois méthodes principales sont utilisées actuellement pour sélectionner les séquences les moins répétées :

(1) la capture de séquences, dans laquelle l'ADN est hybridé sur une puce contenant des fragments de toutes les régions géniques connues, puis élué et récupéré après lavage de la puce. Cette méthode est complexe à mettre en œuvre et interdit l'accès aux régions non connues préalablement, ce qui empêche probablement de marquer certains éléments régulateurs situés loin des gènes, mais elle peut en revanche cibler à la demande les parties du génome étudiées, ce qui permet de focaliser le génotypage sur des régions particulières d'intérêt.

(2) la sélection de régions hypométhylées où de forte complexité, par des méthodes enzymatiques ou physiques, qui diminue efficacement la quantité d'éléments transposables séquencés mais est lourde à réaliser sur de nombreux échantillons, et

(3) la sélection des fragments coupés par certaines enzymes de restriction choisies sans forcément d'a priori en en testant un grand nombre. (**Falque M., 2011**).

Dans le chapitre suivant (Chapitre 02), nous allons présenter cette méthode de génotypage (par séquençage) utilisée pour l'étude du polymorphisme d'un gène PRNP.

Chapitre 02. Biodiversité et sélection pour la résistance à la tremblante ovine : polymorphisme génétique des races ovines algériennes

Journal of Genetics
<https://doi.org/10.1007/s12041-018-0932-x>

© Indian Academy of Sciences

RESEARCH ARTICLE 

Biodiversity and selection for scrapie resistance in sheep: genetic polymorphism in eight breeds of Algeria

AMAL DJAOUT^{1,2*}, BARBARA CHIAPPINI³, SEMIR-BECHIR-SUHEIL GAOUAR⁴, FARIDA AFRI-BOUZEKBA¹, MICHELA CONTE³, FAKHREDDINE CHEKKAL⁵, RACHID EL-BOUYAHIAOUI², RACHID BOUKHARI⁴, UMBERTO AGRIMI³ and GABRIELE VACCARI³

¹ Laboratoire de Production Animale, Biotechnologie et Santé, Institut des Sciences Agrovétérinaires (ISAV), Université Mohammed Cherif Messaadia, 41000 Souk-Ahras, Algeria
² Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), 19000 Sétif, Algeria
³ Department of Food Safety, Nutrition and Veterinary Public Health, Istituto Superiore di Sanità, 00161 Rome, Italy
⁴ Laboratoire de Physiopathologie et Biochimie de la Nutrition (PpBioNut), Université Abou Bekr Belkaid, 13000 Tlemcen, Algeria
⁵ Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), 07000 Biskra, Algeria

*For correspondence. E-mail: djaout.amel08@gmail.com.

Introduction

Les encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST), ou maladies à prion, sont des maladies neurodégénératives du système nerveux central, touchant l'homme, variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (vCJD), et l'animal comme la tremblante des petits ruminants et l'encéphalopathie spongiforme bovine. Elles se caractérisent essentiellement par l'accumulation dans le système nerveux central d'une iso forme pathologique (PrP^{Sc}) de la protéine prion cellulaire (PrP^C). (Prusiner, 1993 ; Palmer et Collinge, 1997).

C'est une conversion de la protéine prion normale (PrP^C) en une protéine prion modifiée, résistante aux protéinases K (PrP^{res}), suite à une modification de sa structure spatiale (Prusiner, 1993 ; Palmer et Collinge, 1997).

Chez le mouton, une infection à prions spécifiques aux petits ruminants peut causer la tremblante. La sensibilité d'un individu à développer cette maladie trouve en partie son explication dans le patrimoine génétique de celui-ci. Des profils génétiques différents influencent chez les ovins la résistance/susceptibilité à la tremblante (Hunter *et al.*, 1997).

En 1989, Hunter identifie le gène de PrP dont le polymorphisme permet d'expliquer la résistance ou la sensibilité des animaux à la tremblante (Hunter *et al.*, 1989). En effet, les premiers travaux portant sur le polymorphisme génétique de la protéine prion ovine datent de 1990 (Goldmann *et al.*, 1990 ; Hunter *et al.*, 1991).

Cinq allèles du gène de la PrP sont décrits, par Belt *et al.*, (1995) et Hunter *et al.*, (1997), comme étant associés à l'incidence de la tremblante. Ces allèles se trouvent au niveau

des codons 136, 154 et 171 de l'exon 3 codant pour la protéine PrP (PRNP). (**Renard et al., 2005**).

Ces 5 allèles sont identifiés sous une forme simplifiée soit ARR, ARQ, ARH, AHQ et VRQ. Les génotypes résultant de la combinaison de ces allèles sont regroupés en cinq catégories selon le niveau de résistance à la tremblante (**Dawson et al., 1998**)

Plusieurs mutations ont été identifiées sur le gène et actuellement on considère que les mutations en position 136 A/V (Alanine/Valine), 154 R/H (Arginine /Histidine) et 171 R/Q/H (Arginine/Glutamine/Histidine) sont déterminantes dans la sensibilité à la tremblante (**Hunter et al., 1991 ; Cloucard et al., 1995 ; Hunter et al., 1996**)

Les individus dont l'allèle PrP code pour une valine (V) au niveau du codon 136 au lieu d'une alanine (A) ont un risque significativement plus élevé de développer la tremblante. Par contre le risque de développer la maladie semble moindre si une arginine (R) au lieu d'une histidine (H) ou d'une glutamine (Q) est présente au niveau du codon 171 (**Thorgeirsdottir et al., 1999 ; Tongue et al., 2004**).

L'impact du codon 154 dans la résistance à la tremblante n'est pas encore clair, mais il est possible que la présence d'une histidine au lieu d'une arginine au niveau du codon 154 puisse offrir une protection contre la pathologie pour certaines races de moutons (**Elsen et al., 1999 ; Thorgeirsdottir et al., 1999 ; Tranulis et al., 1999**).

Dans les conditions naturelles, le génotype ARQ/ARQ est généralement le plus représenté dans les troupeaux (**Hill et al., 1998 ; Thorgeirsdottir et al., 1999**) et confère une sensibilité à la tremblante tout comme le génotype VRQ/VRQ.

Comparativement, l'homozygotie ARR/ARR correspond à une résistance importante à la maladie (**Belt et al., 1995**), bien qu'un cas de tremblante ait été décrit chez un mouton ARR/ARR de race Suffolk au Japon (**Ikeda et al., 1995**).

La sensibilité à la tremblante, qui est liée au génotype des moutons, semble aussi varier selon les races (**Hill et al., 1998**). Dans la race Cheviot, les animaux VRQ/VRQ semblent être les plus sensibles alors que dans la race Suffolk le génotype le plus sensible est ARQ/ARQ (**Westaway et al., 1994 ; Hunter et al., 1996 ; 1997**); ces observations pourraient être la conséquence d'une exposition différente à l'agent infectieux mais également à l'existence de souches différentes. Ainsi, la nature de l'agent infectieux est également importante : l'isolat SSBP/1 induit une maladie chez les moutons portant au moins un allèle VRQ mais n'en induit pas chez des moutons ARQ/ARQ, ARR/ARQ, ARR/ARR alors que l'isolat de tremblante CH1641 affecte les animaux ARQ/ARQ (**Hunter et al., 2000**).

Le génotype des moutons semble aussi contrôler la période d'incubation. Les moutons VRQ/VRQ atteints de tremblante meurent plus tôt que les moutons ARQ/VRQ et ARR/VRQ (**Detwiler and Balys, 2003**). D'autres allèles (AHR et VRR) ont été récemment identifiés chez des moutons de race Texel, Nolana et Suffolk (**Kutzer et al., 2002**). D'autres codons du gène de la PrP présentent un polymorphisme (112, 137, 138, 141, 151, 211) mais ils ne

semblent pas être directement impliqués dans la susceptibilité à la maladie (**Thorgeirsdottir et al., 1999 ; Hunter et al., 2000 ; Bossers et al., 2000**).

Un nouvel allèle au niveau du codon 171 a récemment été identifié mais l'impact de cette mutation sur la résistance à développer la tremblante reste à évaluer (**De Silva et al., 2003 ; Gombojav et al., 2003**). **Kutzer et al., (2002)** ont mis en évidence deux nouvelles combinaisons alléliques (AHR et VRR) dans des races de moutons allemands. Le niveau de sensibilité à développer la tremblante reste également à établir.

Ce travail a pour but d'évaluer le polymorphisme du gène PRNP des races ovines étudiées (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère, Barbarine, Sidaou, Tazegzawt et Taadmit). De plus aucun cas de tremblante ovine n'a été déclaré par l'état en Algérie.

Tableau . Classification des niveaux de résistance à la tremblante en fonction des génotypes obtenus aux codons 136, 154 et 171

Résistance très élevée	ARR/ARR
Résistance élevée	ARR/AHQ ; ARR/ARH ; ARR/ARQ
Résistance moyenne	ARQ/ARH ; ARQ/AHQ. AHQ/AHQ ; ARH/ARH ; AHQ/ARH ; ARQ/ARQ
Haute sensibilité	ARR/VRQ
Très haute sensibilité	AHQ/VRQ; ARH/VRQ ; ARQ/VRQ ; VRQ/VRQ

Les génotypes sont donnés sous forme de deux séries de trois lettres XXX/XXX. La première lettre de chaque série correspond aux deux allèles du codon 136, la deuxième aux deux allèles du codon 154 et la troisième aux deux allèles du codon 171. A = alanine ; H = histidine ; Q = glutamine ; R = arginine ; V = valine.

II.1. Matériels et Méthodes

II.1.1. Zone d'étude

Une enquête a été effectuée au niveau national pour cette étude afin d'obtenir des échantillons du sang des individus non apparentés. Pour ce travail, 16 wilayas ont été visitées (Figure 54).

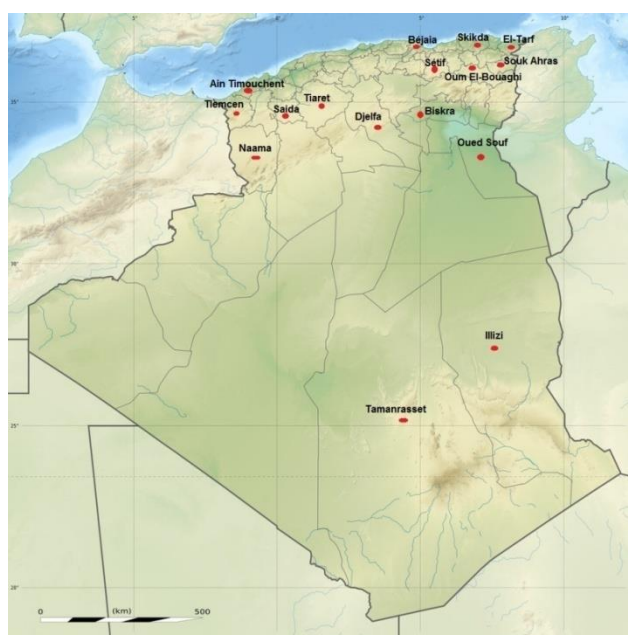


Figure . Présentation des zones d'étude

II.1.2. Choix des animaux

Pour cette étude, huit races ovines algériennes ont été étudiées (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère, Barbarine, Tazegzawt, Taadmit et Sidaou) (Tableau 45).

Un nombre de 20 individus est statistiquement significatif pour la réalisation d'une étude de diversité des races domestiques (Takezaki et Nei, 1996).

Tableau . Les échantillons, les régions d'études, le sexe et le nombre d'échantillons

Races	Abréviations	Régions d'étude	Nbr des animaux		Nbr des échantillons pour génotypage	
			N	Sexe	N	Sexe
Ouled Djellal	ODJ	Biskra	13	05 ♀ + 08 ♂	13	05 ♀ + 08 ♂
		Oum El-bouaghi	11	08 ♀ + 03 ♂	07	05 ♀ + 02 ♂
		Setif	06	03 ♀ + 03 ♂	05	02 ♀ + 03 ♂
		Tlemcen	10	04 ♀ + 06 ♂	9	04 ♀ + 05 ♂
		Tiaret	01	01 ♀	01	01 ♀
Hamra	HAM	Naama	06	06 ♀	06	06 ♀
		Aïn Timouchent	01	01 ♀	01	01 ♀
		Tlemcen	01	01 ♀	01	01 ♀
		Saïda	22	12 ♀ + 10 ♂	19	11 ♀ + 08 ♂
Rembi	REM	Aïn Timouchent	11	02 ♀ + 09 ♂	11	02 ♀ + 09 ♂
		Tiaret	25	14 ♀ + 11 ♂	25	14 ♀ + 11 ♂
		Setif	02	02 ♀	02	02 ♀
		Naama	01	01 ♀	01	01 ♀
		El-Tarf	01	01 ♂	01	01 ♂
Berbère	BER	El-Tarf	22	17 ♀ + 05 ♂	17	13 ♀ + 04 ♂
		Skikda	03	03 ♀	03	03 ♀
Barbarine	BAR	Oued Souf	14	14 ♀	13	13 ♀
		Saïda	07	04 ♀ + 03 ♂	07	04 ♀ + 03 ♂
Tazegzawt	TAZ	Souk Ahras	02	02 ♀	02	02 ♀
		Biskra	01	01 ♀	01	01 ♀
		Naama	03	01 ♀ + 02 ♂	03	01 ♀ + 02 ♂
		Bejaia	26	19 ♀ + 07 ♂	25	18 ♀ + 07 ♂
Taadmit	TAA	Djelfa	30	30 ♀	10	10 ♀
Sidaou	SID	Tamanrasset	25	25 ♀	25	25 ♀
		Illizi	05	02 ♀ + 03 ♂	05	02 ♀ + 03 ♂
Total			249	176 ♀ + 70 ♂	213	148 ♀ + 65 ♂

II.1.3. Génotypage

Un volume de sang variant de 3 ml à 4 ml a été prélevé par animal sur anticoagulant (EDTA) et conservé à -20°C . Pour cette étude du polymorphisme, nous avons utilisé les étapes suivantes :

- Extraction d'ADN par NaCl
- Dosage d'ADN
- Amplification d'ADN (PCR)
- Quantification des ADN
- Séquençage

L'extraction d'ADN a été réalisée au niveau du laboratoire de Physiologie, Physiopathologie et biochimie de la Nutrition « PPABIONUT » à l'Université Abou-Beker Belkaïd à Tlemcen. Alors que les autres étapes ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'Institut Supérieur de la Santé (Département de la Santé publique, Vétérinaire et la Sécurité alimentaire) à Rome en Italie.

II.1.3.1. Extraction d'ADN par NaCl

Les ADN ont été extraits à partir du sang total en utilisant le protocole standard de la technique au NaCl (Miller *et al.*, 1988).

II.1.3.2. Dosage d'ADN

Le dosage d'ADN a été effectué à l'aide d'un spectrophotomètre «Qubit fluorometer» sur 10 échantillons à 2 quantités différentes (5µl et 10 µl) pour déterminer la dose d'ADN idéale pour l'analyse de PCR et séquençage.

Nous avons obtenu de bonnes qualités d'ADN pour les deux doses utilisées, ce qui nous mène à utiliser seulement 5µl pour l'analyse.

II.1.3.3. PCR

La réaction de polymérisation en chaîne (PCR) a été mise au point par Mullis and Faloona, (1987). Elle permet d'amplifier in vitro de l'ADN, en tirant partie du mode de synthèse de l'ADN in vivo : chacun des deux brins de l'ADN sert de matrice pour la synthèse du brin complémentaire. Deux oligonucleotides de synthèse, complémentaires des extrémités 3' du fragment à amplifier sont utilisés comme amorces pour la réplification de l'ADN. La quantité de la séquence recherchée est ainsi multipliée de façon exponentielle puisque chaque brin nouvellement synthétisé par la polymérase peut servir de matrice dans le cycle d'amplification suivant. La PCR est une réaction cyclique, chaque cycle étant subdivisé en 3 phases :

- Une phase de dénaturation de l'ADN double brin par la chaleur (92°C – 95° C) ;
- Une phase d'hybridation avec les deux amorces spécifiques entre 55°C et 60°C ;
- Une phase d'extension par l'ADN polymérase à partir des amorces entre 70°C et 72°C.

II.1.3.3. Quantification des ADN

Le test de quantification est réalisé par électrophorèse sur gel d'agarose d'un aliquote d'ADN amplifié sur un gel d'agarose.

L'électrophorèse en gel d'agarose permet de vérifier la présence et l'intégrité des ADN. Le principe de cette analyse repose sur la migration des molécules d'acides nucléiques et leur séparation selon leur taille.

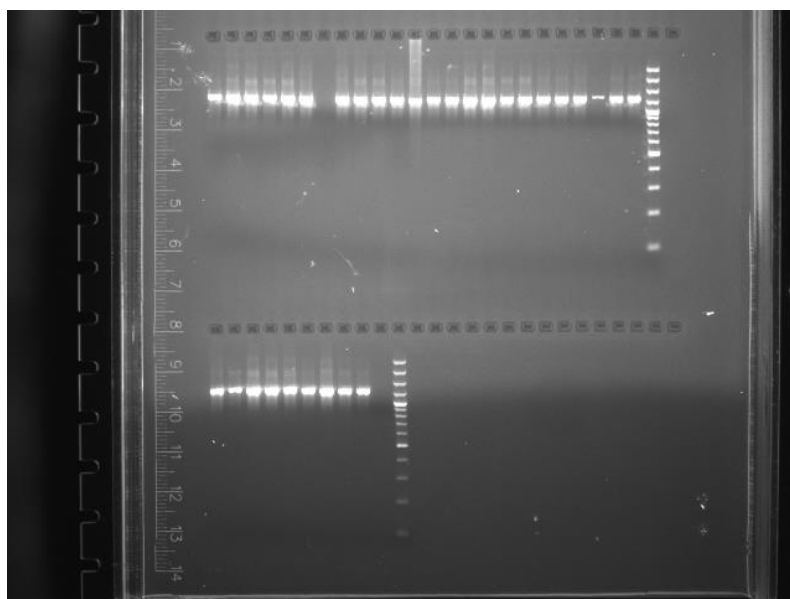


Figure . Test de quantification des échantillons d'ADN par électrophorèse

II.1.3.4. Séquençage

Le séquençage de l'ADN, est la détermination de la succession des nucléotides le composant, c'est aujourd'hui une technique de routine pour les laboratoires de biologie. La réaction de séquence que l'on utilise au laboratoire repose sur la méthode de SANGER ou méthode des interrupteurs de chaîne (Sanger *et al.*, 1977), adaptée à la fluorescence. Son principe repose sur l'incorporation aléatoire, par une ADN polymérase thermorésistante, de didéoxynucléotides (ddNTP) interrupteurs de chaîne, en plus des déoxynucléotides (dNTP) présents également dans le milieu réactionnel.

Les ddNTP diffèrent des dNTP par l'absence d'un groupement OH en position 3'. En effet, lorsqu'une ADN polymérase utilise un ddNTP au lieu d'un dNTP, cette modification empêche la formation de la liaison phosphodiester entre le ddNTP incorporé dans la chaîne et le nucléotide suivant. L'allongement de la chaîne est alors interrompu.

Une migration électrophorétique du produit de cette réaction de séquence sur un gel très résolutif (polyacrylamide) va séparer tous les fragments présents en fonction de leur masse moléculaire (taille). Les plus petits fragments vont migrer plus rapidement que les grands. La grande résolution de ce gel permet de distinguer des fragments différents entre eux d'une paire de base. L'identification du ddNTP présent à l'extrémité 3' de chaque fragment déterminera la séquence nucléotidique du brin matrice initial.

Actuellement, des séquenceurs automatiques sont capables de réaliser les réactions de séquence puis de les lire. Une fois la réaction de séquençage terminée, la taille des fragments obtenus est déterminée par une chromatographie. Le séquenceur détecte la fluorescence

sortant des colonnes de chromatographie, repérant ainsi les fragments d'ADN et leur taille précise, grâce à l'incorporation des 4 ddNTP marqués par un fluorophore différent à la même réaction de séquence. Les systèmes les plus modernes permettent même de lire les quatre nucléotides à partir d'une seule colonne de chromatographie. Le résultat est présenté par la machine sous forme de courbes présentant la fluorescence détectée, et l'interprétation qui en est faite en termes de nucléotides.

Les séquenceurs permettent de lire plusieurs centaines de nucléotides avec une très bonne qualité jusqu'à 1000 pour les appareils les plus performants.

L'analyse de génotypage des codons 136, 154 et 171 a été réalisée selon le protocole décrit par **Vaccari *et al.*, (2009a)**.

II.1.4. Analyse des données

L'alignement des séquences a été par le logiciel SeqScape 2.5.0 (1999-2004). L'équilibre de Hardy-Weinberg et le test de chi2 ont été calculés par STATISTICA 7.

L'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse de Cluster ont été effectuées par le logiciel STATISTICA 7 pour identifier les races qui présentent des fréquences alléliques et génotypiques similaires.

L'arbre phylogénétique a été réalisé par MEGA6 (**Tamura *et al.*, 2011**).

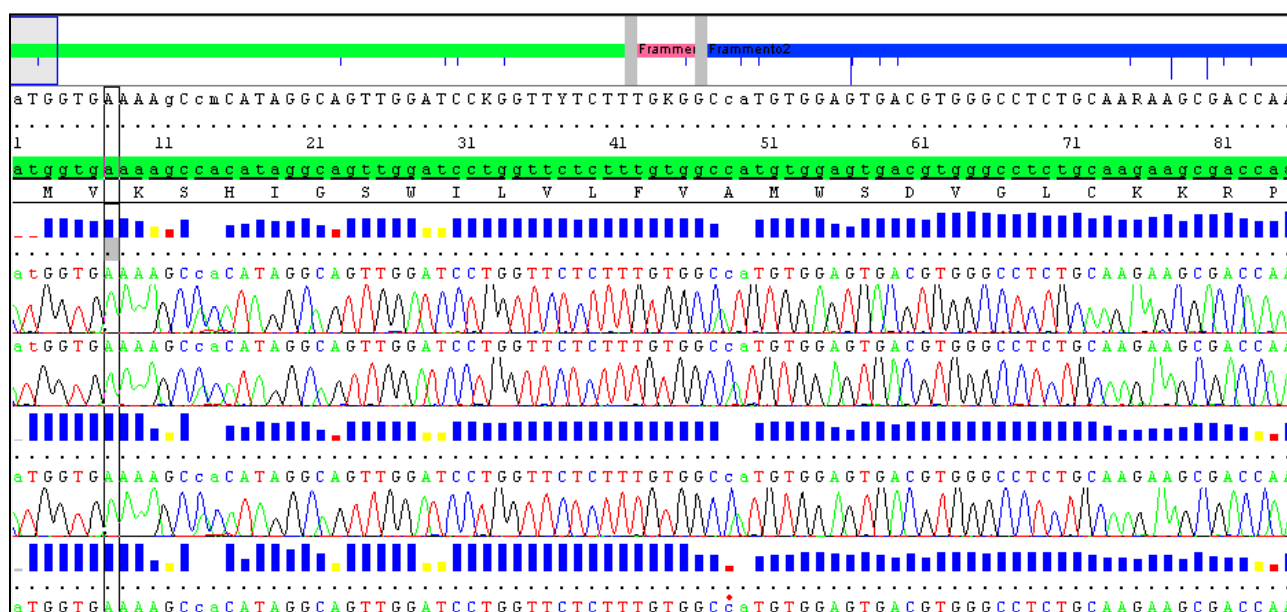


Figure . Résultats de séquençage capillaire en utilisant le logiciel SeqScap

II.2. Résultats

II.2.1. Fréquences alléliques et génétiques

Cette étude explore des données sur les polymorphismes des locus de PRNP de huit races ovines algériennes. Au total, dix-huit sites polymorphes (Tableau 46) combinés dans 44

génotypes différents (Tableau 47) ont été observés. Tous les génotypes étaient dans l'équilibre de Hardy Weinberg.

Tableau . Fréquences des haplotypes du PRNP (%) des races ovines algériennes étudiées

Haplotypes	BAR (n=20)	BER (n=20)	HAM (n=27)	ODJ (n=35)	REM (n=40)	SID (n=30)	TAA (n=10)	TAZ (n=31)
ARQ	65	48	41	31	43	45	30	47
ARR	15	18	11	26	24	8	30	8
AHQ	-	3	7	3	3	2	10	3
ARH	-	10	9	3	1	-	-	18
R ₁₀₁ ARQ	-	-	2	-	1	-	-	-
K ₁₀₃ ARQ	-	3	-	-	-	-	-	-
T ₁₁₂ ARQ	-	-	-	-	3	-	-	-
P ₁₁₆ ARQ	-	-	-	-	-	7	-	-
AI ₁₃₇ RQ	-	-	-	3	-	-	-	-
AF ₁₄₁ RQ	-	-	-	-	1	0	5	2
AM ₁₄₂ RQ	-	-	-	1	-	0	-	-
AR ₁₄₃ RQ	13	10	-	18	13	17	20	5
AS ₁₄₆ RQ	-	-	-	1	-	0	-	2
AG ₁₅₁ RQ	-	3	-	-	-	3	-	-
ARQD ₁₇₂	-	-	-	-	-	3	-	-
ARQK ₁₇₆	5	5	11	7	10	15	5	7
ARQY ₁₈₀	3	3	-	4	3	-	-	10
ARQP ₂₄₀	-	-	-	3	-	-	-	-

BAR : Barbarine ; BER : Berbère; HAM: Hamra; ODJ: Ouled Djellal; REM: Rembi; SID: Sidaou; TAA: Taadmit et TAZ: Tazegzawt

Quatre allèles (ARQ, ARR, AR₁₄₃RQ et ARQK₁₇₆) ont été détectés chez toutes les races ovines algériennes étudiées (Tableau 53). ARQ est l'allèle le plus fréquent chez toutes les races dont la fréquence est plus élevée chez la race Barbarines (65 %) et la plus faible chez la race Taadmit (30%). Les allèles ARR; AR₁₄₃RQ et ARQK₁₇₆ ont été détectés à des faibles fréquences (tableau 46).

Les fréquences de l'allèle résistant ARR varient entre 26 % et 8 % respectivement chez la race Hamra et les deux races Sidaou et Tazegzawt, cet allèle est le deuxième allèle le plus fréquent à l'exception des races Sidaou et Tazegzawt.

AR₁₄₃RQ est le deuxième allèle le plus fréquent chez Sidaou à 17% ; il varie entre 20% chez la Taadmit à 5% chez la Tazegzawt. L'allèle ARQK₁₇₆ est également présent chez toutes les races avec des fréquences qui varient entre 15% et 5%.

D'autres allèles importants, ARH et AHQ ont été détectés respectivement chez cinq ou six races ovines étudiées.

Le plus intéressant, l'allèle VRQ n'a pas été observé dans toutes les races analysées.

Douze allèles supplémentaires ($R_{101}ARQ$, $K_{103}ARQ$, $T_{112}ARQ$, $P_{116}ARQ$, $AI_{137}RQ$, $AF_{141}RQ$, $AM_{142}RQ$, $AS_{146}RQ$, $AG_{151}RQ$, $ARQD_{172}$, $ARQY_{180}$ et $ARQP_{240}$) ont été détectés à des faibles fréquences chez les races analysées.

Parmi ces allèles, trois allèles sont dus aux polymorphismes décrits ici pour la première fois chez les ovins ($K_{103}ARQ$, $AI_{137}RQ$ et $AM_{142}RQ$). En particulier, on a observé un animal hétérozygote de race Berbère avec un codon 103 N/K (un changement de nucléotide AAC/AAG), un animal homozygote de race Ouled Djellal avec un codon 137 I/I (un changement de nucléotide ATG/ATA), et un animal hétérozygote de race Ouled Djellal avec un codon 142I/M (un changement de nucléotide ATA/ATG). (Figure 57, 58 et 59). Deux mutations silencieuses des nucléotides au niveau des codons 231 (AGG/CGG) et 237 (CTC/CTG) ont été détectés chez toutes les races (données non présentées).

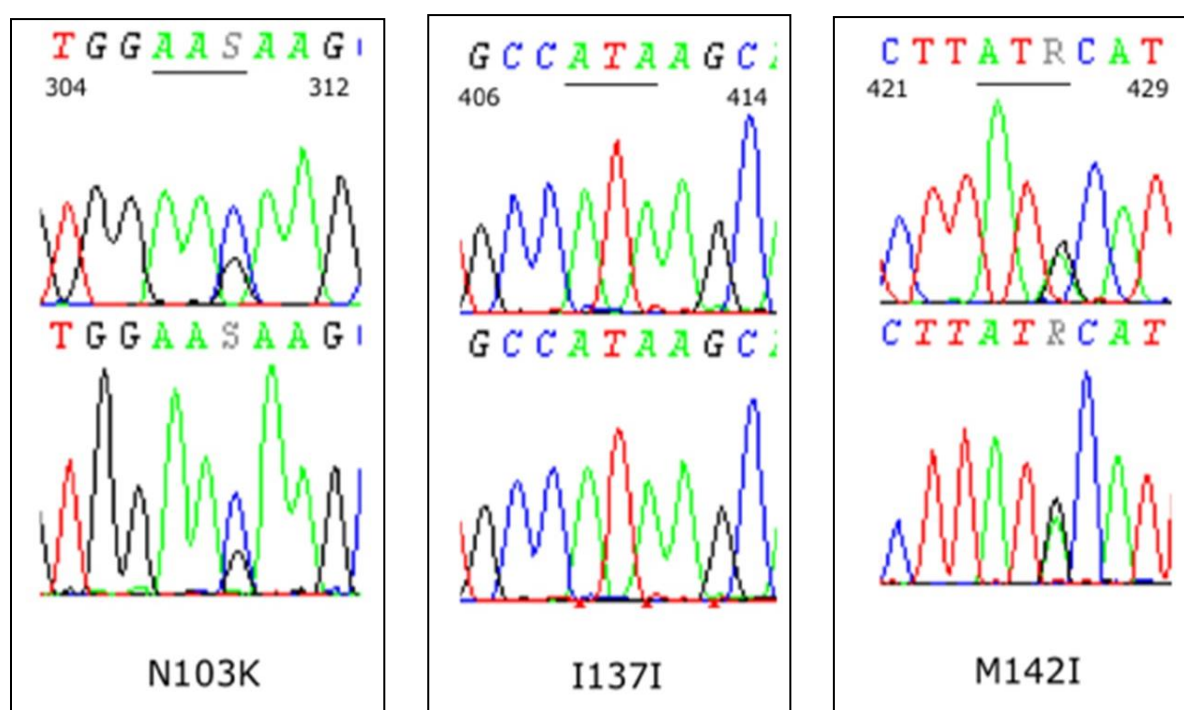


Figure . Electrophérogrammes d'un nouvel variant allélique de gène PRNP ($AK_{103}RQ$) observé chez l'ovin algérien

(Les nucléotides sont numérotés à partir du premier ATG de l'ORF du PRNP). [Sps. 4 cm]

Figure . Electrophérogrammes d'un nouvel variant allélique de gène PRNP ($AI_{137}RQ$) observé chez l'ovin algérien

Figure . Electrophérogrammes d'un nouvel variant d'allélique de gène PRNP ($AI_{142}RQ$) observé chez l'ovin algérien

Dans le cadre du plan national de la lutte contre la tremblante (**Dawson et al., 2008**), les moutons ont été classés selon le génotype du gène PRNP aux niveaux des codons 136, 154 et 171 en cinq groupes à risque (R1-R5) en fonction de la susceptibilité à la tremblante. Basant sur cette classification en Algérie, les animaux les plus résistants du groupe R1 (ceux avec le génotype ARR / ARR) ont été observés chez les races Taadmit, Rembi, Ouled Djellal et Barbarine avec des faibles fréquences variées de 20 à 8%, en effet, ce génotype a été absent chez les races Barbarine, Hamra, Sidaou et Tazegzawt.

Le groupe résistant R2 comprenant les génotypes ARR /ARQ, ARR/AHQ et ARR/ARH est le deuxième groupe le plus présent. (Tableau 47)

Tableau . Fréquences génotypiques PRNP (%) des races ovines algériennes étudiées

Scrapie Risk	Genotype	BAR (n=20)	BER (n=20)	HAM (n=27)	ODJ (n=35)	REM (n=40)	SID (n=30)	TAA (n=10)	TAZ (n=31)
NSP1	ARR/ARR	-	5	-	8	8	-	20	-
Scrapie Risk (R1)		-	5	-	8	8	-	20	-
NSP2	ARR/ARQ	20	20	19	17	20	3	10	10
	ARR/AF ₁₄₁ RQ	-	-	-	-	-	-	-	3
	ARR/AG ₁₅₁ RQ	-	5	-	-	-	-	-	-
	ARR/AR ₁₄₃ RQ	-	-	-	11	3	10	-	-
	ARR/ARQK ₁₇₆	10	-	4	6	3	3	-	-
	ARR/ARQY ₁₈₀	-	-	-	3	-	-	-	3
	ARR/AT ₁₁₂ RQ	-	-	-	-	5	-	-	-
ARR/AHQ	-	-	-	-	3	-	10	-	
Scrapie Risk (R2)		30	25	23	37	34	16	20	16
NSP3	ARQ/ARQ	40	20	11	11	18	23	10	23
	AF ₁₄₁ RQ/AR ₁₄₃ RQ	-	-	-	-	-	-	10	-
	AI ₁₃₇ RQ/AI ₁₃₇ RQ	-	-	-	3	-	-	-	-
	AR ₁₄₃ RQ/AR ₁₄₃ RQ	-	5	4	3	3	-	-	-
	AR ₁₄₃ RQ/ARQK ₁₇₆	-	-	-	3	3	7	10	-
	AR ₁₄₃ RQ/ARQY ₁₈₀	-	-	-	-	-	-	-	3
	AR ₁₄₃ RQ/AS ₁₄₆ RQ	-	-	4	3	-	-	-	3
	ARQ/AG ₁₅₁ RQ	-	-	-	-	-	7	-	-
	ARQ/AM ₁₄₂ RQ	-	-	-	3	-	-	-	-
	ARQ/AR ₁₄₃ RQ	25	5	7	8	15	13	20	-
	ARQ/ARQD ₁₇₂	-	-	-	-	-	7	-	-
	ARQ/ARQK ₁₇₆	-	10	11	-	8	7	-	10
	ARQ/ARQP ₂₄₀	-	-	-	6	-	-	-	-
	ARQ/ARQY ₁₈₀	5	5	-	-	3	-	-	6
	ARQ/AS ₁₄₆ RQ	-	-	4	-	-	-	-	-
	ARQ/K ₁₀₃ ARQ	-	5	-	-	-	-	-	-
	ARQ/P ₁₁₆ ARQ	-	-	-	-	-	3	-	-
	ARQ/R ₁₀₁ ARQ	-	-	4	-	-	-	-	-
	ARQK ₁₇₆ /ARQY ₁₈₀	-	-	-	-	3	-	-	-
	ARQK ₁₇₆ /ARQK ₁₇₆	-	-	-	3	3	3	-	-
	ARQY ₁₈₀ /ARQY ₁₈₀	-	-	-	3	-	-	-	-
AS ₁₄₆ RQ/ARQK ₁₇₆	-	-	7	-	-	-	-	-	
P ₁₁₆ ARQ/AR ₁₄₃ RQ	-	-	-	-	-	3	-	-	
P ₁₁₆ ARQ/ARQK ₁₇₆	-	-	-	-	-	7	-	-	
R ₁₀₁ ARQ/AF ₁₄₁ RQ	-	-	-	-	3	-	-	-	

	AHQ/ARQ	-	-	4	-	3	3	10	3
	AHQ/AR ₁₄₃ RQ	-	-	-	6	-	-	-	3
	ARH/ARQ	-	10	11	6	3	-	-	19
	ARH/AS ₁₄₆ RQ	-	-	4	-	-	-	-	-
	ARH/AR ₁₄₃ RQ	-	5	-	-	-	-	-	-
	ARH/ARQK ₁₇₆	-	-	-	-	-	-	-	3
	ARH/ARQY ₁₈₀	-	-	-	-	-	-	-	6
	AHQ/AHQ	-	-	4	-	-	-	-	-
	AHQ/ARH	-	5	4	-	-	-	-	-
	ARH/ARH	-	-	-	-	-	-	-	3
	Scrapie Risk (R3)	70	70	79	58	65	83	60	82

BAR : Barbarine ; BER : Berbère; HAM: Hamra; ODJ: Ouled Djellal; REM: Rembi; SID: Sidaou; TAA: Taadmit et TAZ: Tazegzawt

En général, seulement les génotypes ARQ/ARQ, ARR/ARQ, ARQ/AR₁₄₃RQ, ARQ/ARH et ARQ/ARQK₁₇₆ ont été observés à des fréquences supérieures à 3% dans la population ovine étudiée (Tableau 47).

Le génotype ARR/ARQ est le génotype le plus fréquent de ce groupe, il a été observé chez toutes les races ovines étudiées et varie de 20% chez les races Barbarine, Berbère et Rembi à 3% chez la race Sidaou. ARR/AHQ a été observé seulement chez les races Taadmit et Rembi avec de très faibles fréquences (10 et 3%)

Le groupe R3 comprenant les génotypes d'animaux sensibles à la tremblante (ARQ/ARQ, AHQ/ARQ, ARH/ARQ, AHQ/AHQ, AHQ/ARH et ARH/ARH) est le groupe le plus fréquent. Le génotype ARQ/ARQ est le plus fréquent, il a été observé chez toutes les races avec une moyenne de 20% allant de 40% chez la Barbarine à 11% chez Hamra et Ouled Djellal. Le reste des génotypes ont été observés à des faibles fréquences. ARQ/AR₁₄₃RQ a été observé chez toutes les races sauf la race Tazegzawt, il présente des fréquences varient entre 25% chez la race Barbarine à 5% chez la race Berbère.

En effet, aucun animal n'a été classé dans les groupes R4 ou R5, ces deux groupes sont très sensibles à la tremblante

II.2.2. Diversité entre races

L'analyse de Cluster (Figure 60) a permis de mettre en évidence des haplotypes identiques (ARQ, ARR, AHQ, ARH, T1_{12A}RQ, P1_{16A}RQ, AI₁₃₇RQ, AF₁₄₁RQ, AM₁₄₂RQ, AR₁₄₃RQ, AS₁₄₆RQ, AG₁₅₁RQ, ARQD₁₇₂, ARQK₁₇₆, ARQY₁₈₀, ARQP₂₄₀, R₁₀₁ARQ et K₁₀₃ARQ) qui existent chez les races ovines étudiées afin de regrouper les races génétiquement homogènes.

Ces haplotypes présentent 56,35% de l'inertie totale (F1: 32,73% et F2 : 23,62%).

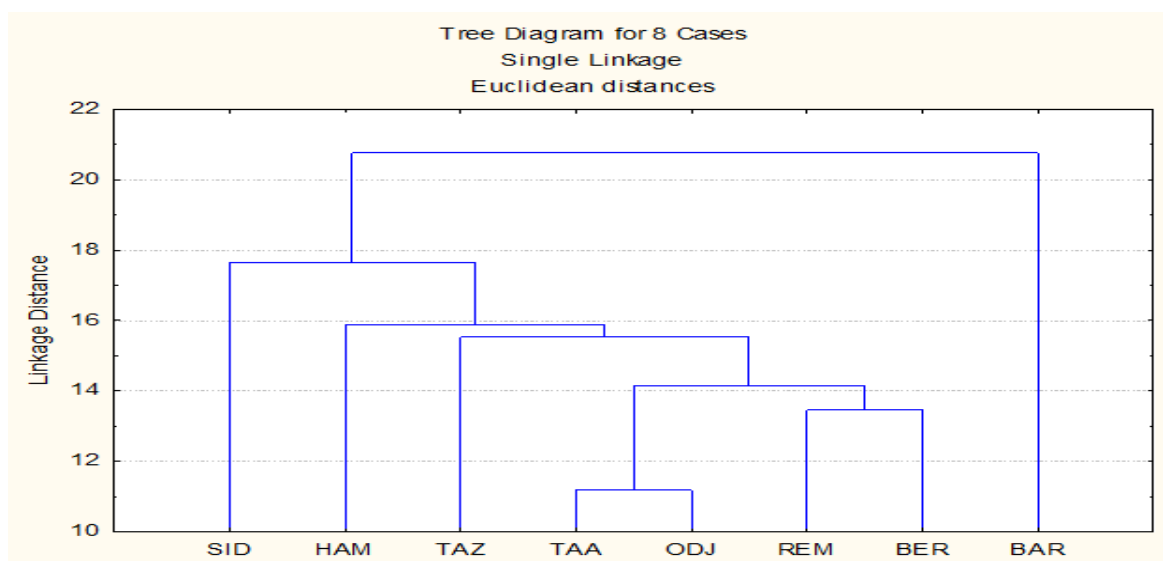


Figure . Analyse de Cluster de 8 races ovines étudiées.

L'arbre phylogénétique (Figure 61) a montré une relation étroite entre la race Ouled Djellal et Taadmit dans le premier groupe, dans le deuxième groupe une relation étroite a été observée entre la race Berbère et Rembi, le troisième groupe a montré une relation relative entre Hamra et Sidaou. Les autres races Barbarine et Tazegzawt sont entre ces groupes.

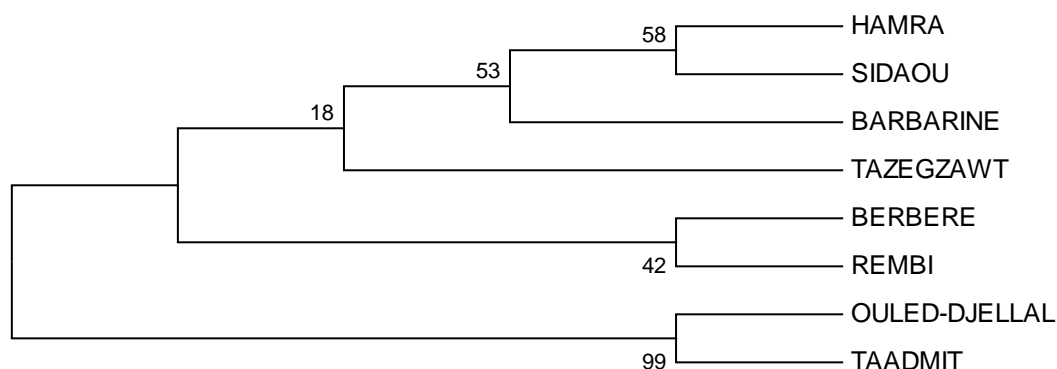


Figure . Arbre de vraisemblance maximale (Maximum Likelihood tree) des races ovines étudiées (méthode Bootstrap)

II.3. Discussion

II.3.1. Variation des fréquences alléliques et génotypiques

La tremblante ovine et caprine est une maladie mortelle, pour laquelle tous les contrôles autres que l'étude génétique de PRNP ont présenté des résultats inefficaces. Effectivement, les politiques de contrôle qui sont basées sur la sélection des béliers à génotype résistant pour la reproduction, ont montré des résultats positifs dans la lutte contre le déclenchement de l'épidémie de la tremblante classique qui affecte les troupeaux ovins et la prévention de la maladie, montrant une diminution de la prévalence de la tremblante dans certains pays européens (EFSA BIOHAZ Panel, 2014).

En Algérie, aucun cas de tremblante n'a été décrit, il serait important d'évaluer le statut génétique des moutons en ce qui concerne la susceptibilité à la tremblante classique et la tremblante atypique (Nor98).

Un total de 213 échantillons des plus importantes races ovines algériennes a été analysé pour l'évaluation de polymorphisme de PRNP. Basant sur la classification de risque à la tremblante classique définie en Europe (**Dawson et al., 1998**); les résultats obtenus indiquent que les génotypes à plus de risque de tremblante, contenant l'allèle VRQ (génotypes classés comme NSP5 ou NSP4) sont absents ou ils existent mais à très faibles fréquences chez les races les plus importantes en l'Algérie. Bien que ce ne soit pas un résultat définitif suite au nombre limité des animaux étudiés, on pourrait conclure que si ces génotypes étaient présents, ils seraient à très faibles fréquences.

Les génotypes sensibles inclus dans le groupe NSP3, sont présents avec une fréquence variable mais élevée entre 83% et 58%. Des contre-résistants ou semi-résistants (groupes NSP1 ou NSP2) sont présents avec des faibles fréquences allant de 16% à 44% chez les races étudiées.

La variabilité du gène PRNP est très élevée chez les ovins algériens. Un total de 18 variants alléliques différents a été observé. En Algérie, nous avons observé les allèles les plus existés dans monde chez la population ovine (ARQ, ARR, AHQ, ARH, AF₁₄₁RQAT₁₁₂RQ, AR₁₄₃RQ), des allèles qui ont été observés en Europe (**Goldmann, 2008**), en Asie **Saunders et al., 2009**; **Guan et al., 2011**; **Lan et al., 2014**), en Afrique (**Serrano et al., 2007**; **Kdidi et al., 2014**), en Amérique (**Harrington et al., 2010**) et en Australie.

Un autre allèle fortement représenté chez les races ovines algériennes est l'allèle ARQK₁₇₆. Il est associé à la résistance à la tremblante dans le cas des études de contrôle témoins, dans les études de transmission *in vivo* et dans les études de conversion *in vitro* (**Vaccari et al., 2007**; **2009a**, **Bucalossi et al., 2011**). Cet allèle a été observé chez toutes les races algériennes avec une fréquence varie de 5% à 15%. Il est intéressant de constater que cet allèle a été décrit dans une certaines races italiennes, espagnoles et Ouest-africaines et dans toutes les races ovines d'Afrique du Nord étudiées jusqu'à présent (**Serrano et al., 2007**; **Kdidi et al., 2014**).

Un autre potentiel allèle résistant AS₁₄₆RQ, l'homologue d'un allèle de caprin, qui a été trouvé comme résistant chez Cyprus (**Papasavva-Stylianou et al., 2011**); il est présent dans trois races ovines algériennes et il a déjà été observé chez les ovins turques, iraniens, asiatiques (**Ün et al., 2008**; **Alvarez et al., 2011**; **Karami et al., 2011**; **Meydan et al., 2013**), et tunisiens (race Barbarine et Queue fine de l'Ouest) (**Kdidi et al., 2014**).

D'autres allèles déjà observés chez les races africaines, AR₁₀₁RQ, P₁₁₆ARQ, AG₁₅₁RQ, ARQD₁₇₂, ARQY₁₈₀ et ARQP₂₄₀ ont été également existés chez certaines races ovines algériennes étudiées mais à des fréquences très faibles.

L'allèle AR₁₀₁RQ qui a été observé chez la race Hamra et Rembi, existe chez deux races tunisiennes (**Kdidi et al., 2014**), plusieurs races espagnoles (**Acín et al., 2004**), quelques races chinoises (**Guan et al., 2011; Lan et al., 2006**) et turques (**Meydan et al., 2013**)

L'allèle P₁₁₆ARQ qui a été observé chez la race Sidaou, il est précédemment décrit uniquement chez les races d'Afrique de l'Ouest (**Traoré et al., 2012**) et chez la race St. Croix White aux États-Unis (**Seabury and Derr 2003**), une race qui a été développée à partir des ovins d'Afrique de l'Ouest et apportée en Amérique dans le 1600s.

L'allèle ARQD₁₇₂ a été observé seulement chez la race Sidaou, il a été décrit précédemment chez les races ovines Africaines : Afrique de l'Ouest et Tunisie (**Traoré, et al., 2012 ; Kdidi et al., 2014**), mais il a été aussi observé en Turquie, en Espagne et en Iran (**Alvarez, et al., 2011; Acín et al., 2004 ; Karami et al., 2011**).

ARQY₁₈₀ a déjà été décrit en Tunisie (**Kdidi et al., 2014**), en Italie (**Acutis et al., 2004 ; Ludovica et al., 2015**) et en USA (**De Silva et al., 2003**).

ARQP₂₄₀, qui est l'homologue de l'un des deux allèles sauvages caprins (**Vaccari et al., 2009b**) existe ici chez deux animaux Ouled Djellal, n'a été observé que chez des ovins Moussi Au Burkina Faso (**Traoré et al., 2012**).

Les polymorphismes M137I et I142M, existaient déjà chez les caprins (**Acutis et al., 2004; Goldmann et al., 1996**). Ils sont observés pour la première fois chez les ovins. Les allèles AI₁₃₇RQ et AM₁₄₂RQ, rapportés ici, sont en liaison avec la Serine (S) au codon 240, alors que chez les caprins I137 a été décrit, en premier lieu, en liaison avec la Proline (P) au codon 240 (**Acutis et al., 2004, Goldmann et al., 1996**), et ensuite, il a été observé également en liaison avec la Serine (S) (**Serrano et al., 2007 ; Windig et al., 2016**).

Enfin, l'allèle AG₁₅₁RQ n'a jamais été observé en Afrique, mais il a été observé chez la race Berbère et Sidaou dans notre étude, chez la race Sicilo Sarde en Tunisie (**Kdidi et al., 2014**) et chez les ovins d'Afrique de l'Ouest (**Traoré et al., 2012**).

II.3.2. Diversité des races étudiées au niveau du gène PRNP

L'analyse de Cluster (Figure 57) ainsi que l'arbre phylogénétique (Figure 58) montrent que la race Rembi et Berbère sont fortement liées, ce qui est déterminé par une homologie génétique très intense entre ces deux races pour cette région du génome. En réalité ces deux races ne sont pas très proches si on prend en considération l'analyse du génome dans son intégralité (**Gaouar et al., 2016**). Ce rapprochement entre les deux races peut être le résultat d'une convergence évolutif, due probablement à la présence d'un même variant infectieux du type prion au niveau de l'air de répartition des deux races ce qui a généré des animaux avec des variant alléliques résistants à la maladie ayant des fréquences et des séquences similaires.

Le rapprochement phylogénétique entre la race Taadmit et la race Ouled Djellal et dans ce cas de figure due réellement a une proximité génétique. Cependant, ces deux races

sont presque similaires phénotypiquement et aussi génétiquement, puisque la race Taadmit est le résultat d'un croisement entre la race Ouled Djellal et la race Mérinos d'Arles (**Jore d'Arce, 1947 ; Sagne, 1950**).

Malgré que la race Sidaou soit totalement différente à la race Hamra d'un point de vue phénotypique, mais elles présentent une approche génétique dans cette partie du génome ce qui est en désaccord avec les résultats de l'analyse par puce ADN précédemment trouvé par **Gaouar et al., (2016)**.

La race Tazegzawt est seule, cela peut être expliqué par l'absence de phénomène de la dilution génétique de la race Ouled Djellal avec cette race.

La race Barbarine est assez isolée sur l'arbre phylogénétique ce qui est en désaccord avec l'étude de **Gaouar et al., (2016)** où ces auteurs l'ont trouvé regroupé entre autres avec la race Ouled Djellal. L'adaptation de cette race à une forme de prion différente peut être une explication. En plus, cette race est la seule race à queue grasse du groupe étudié.

Conclusion

Ce travail représente le premier rapport sur la variabilité du gène PRNP des races ovines algériennes. Nos résultats ont montré la présence des fréquences relativement élevées de l'haplotype ARQ mais aussi d'autres haplotypes associés à la résistance à la tremblante comme AR₁₄₃RQ et ARQK₁₇₆.

L'haplotype VRQ, associé à la plus grande sensibilité à la tremblante, était absent chez toutes les races algériennes étudiées. Globalement, nos résultats indiquent que la population ovine en Algérie pourrait être sensible à la tremblante classique et atypique. Ces résultats contribueront éventuellement au développement de programmes d'élevage en Algérie pour rendre les moutons résistants à cette pathologie.

Ce document présente la quatrième étude des polymorphismes PRNP des races ovines en Afrique après des études effectuées en Tunisie, au Maroc et en Afrique de l'Ouest. Nous pouvons dire que les races ovines algériennes ont des fréquences très élevées des allèles liés à la résistance à la tremblante et une diversité génétique (N103K, M137I, I142M) considérable au niveau des codons autres que ceux liés à la sensibilité à la maladie. La conservation de cette variabilité peut être intéressante pour les futures possibilités de reproduction.

Références bibliographiques

1. **Acín C., Martín-Burriel I., Goldmann W., Lyahyai J., Monzón M., Bolea R., Smith, A., Rodellar C., Badiola J.J. & Zaragoza P., 2004.** Prion protein gene polymorphisms in healthy and scrapie affected Spanish sheep. *J. Gen. Virol.* **85**, p 2103–2110.
2. **Acutis, P.L., Sbaiz, L., Verburg, F., Riina, M.V., Ru, G., Moda, G., Caramelli, M. & Bossers, A., 2004.** Low frequency of the scrapie resistance associated allele and presence of lysine-171 allele of the prion protein gene in Italian Biellese ovine breed. *J. Gen. Virol.* **85**, p 3165–3172.

3. Alvarez L., Gutierrez-Gil B., Uzun M., Primitivo FS. & Arranz JJ., 2011. Genetic variability in the prion protein gene in five indigenous Turkish sheep breeds. *Genet Res.* **99**, p 93–98.
4. Belt P.B., Muileman I.H., Schreuder B.E., Bosde Ruijter J., Gielkens A.L. & Smits M.A., 1995. Identification of five allelic variants of the sheep PrP gene and their association with natural scrapie. *J. Gen. Virol.* **76**, p 509-17.
5. Bossers A., Devries R. & Smits MA., 2000. Susceptibility of Sheep for Scrapie as Assessed by in Vitro Conversion of Nine Naturally Occurring Variants of PrP. *J. Virol.* **74**, p 1407-1414.
6. Bucalossi, C., Cosseddu, G., D'Agostino, C., Dibari, M.A., Chiappini, B., Conte, M., Rosone, F., Degrossi, L., Scavia, G. & otherauthors 2011. Assessment of the genetic susceptibility of sheep to scrapie by protein misfolding cyclic amplification and comparison with experimental scrapie transmission studies. *J. Virol.* **85**, p 8386–8392.
7. Cloucard C., Beaudry P., Elsen J.M., Milan D., Dussaucy M., Bounneau C., Schelcher F., Chatelain J., Launay J.M. & Laplanche J.L., 1995. Different allelic effects of the codons 136 and 171 of the prion protein gene in sheep with natural scrapie. *Journal of General Virology.* **76**, p 2097-2101.
8. Dawson M., Hoinville L.J., Hosie B.D. & Hunter N., 1998. Guidance on the use of PrP genotyping as an aid to the control of clinical scrapie. *Vet. Rec.* **142**, p 623-625.
9. Dawson M., Moore R.C. & Bishop S. C., 2008. Progress and limits of PrP gene selection policy. *Vet. Res.* **39**, 25.
10. De Silva U., Guo X., Kupfer D.M., Fernando S.C., Pillai A.T., Najjar F.Z., So S., Fitch G.Q. & Roe B.A., 2003. Allelic variants of ovine prion protein gene (PRNP) in Oklahoma sheep. *Cytogenet. Genome. Res.* **102**, p 89-94.
11. Detwiler L. & Balys M., 2003. The epidemiology of scrapie. *Rev. Sci. Off. Int. Epiz.* **22**, p 121-143.
12. EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), 2014. Scientific Opinion on the scrapie situation in the EU after 10 years of monitoring and control in sheep and goats. *EFSA Journal* **12** (7), 3781-155 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3781
13. Elsen J.M., Amigues Y., Schelcher F., Ducrocq V., Andreoletti O., Eychenne F., Tien Khang J.V., Poivey J.P., Lantier F. & Laplanche J.L., 1999. Genetic susceptibility and transmission factors in scrapie: detailed analysis of an epidemic in a closed flock of Romanov. *Arch. Virol.* **144**, p 431-445.
14. Gaouar S.B.S., Lafri M., Djaout A., El-Bouyahiaoui R., Bouri A., Bouchatal A., Maftah A., Ciani E. & Da Silva A., 2016. Genome-wide analysis highlights genetic dilution in Algerian sheep. *Heredity.* 1-9.
15. Goldmann W., 2008. PrP genetics in ruminant transmissible spongiform encephalopathies. *Vet. Res.* p 39-30
16. Goldmann W., Hunter N., Foster J. D., Salbaum M., Beyreuther K. & Hope J., 1990. Two alleles of a neural protein gene linked to scrapie in sheep. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **87**, p 2476–2480.

17. **Goldmann W., Martin T., Foster J., Hughes S., Smith G., Hughes K., Dawson M. & Hunter N., 1996.** Novel polymorphisms in the caprine PrP gene: a codon 142 mutation associated with scrapie incubation period. *Journal of General Virology*. **77**, p 2885–2891.
18. **Gombojav A., Ishiguro N., Horiuchi M., Serjmyadag D., Byambaa B., Shinagawa M., 2003.** Amino acid polymorphisms of PrP gene in Mongolian sheep. *J. Vet. Med. Sci.* **65**, p 75-81.
19. **Guan F., Pan L., Li J., Tang H., Zhu C. & Shi G., 2011.** Polymorphisms of the prion protein gene and their effects on litter size and risk evaluation for scrapie in Chinese Hu sheep. *Virus Genes*. **43**, p 147–152.
20. **Harrington N.P., O'Rourke K.I., Feng Y., Rendulich J., Difruscio C. & Balachandran, A., 2010.** Prion genotypes of scrapie infected Canadian sheep 1998–2008. *Can. J. Vet. Res.* **74**, p 228–232.
21. **Hill A.F., Sidle K.C.L., Joiner S., Keyes P., Martin T.C., Dawson M., Collinge J., 1998.** Molecular screening of sheep for bovine spongiform encephalopathy. *Neuroscience Letters*. **255** (3), p 159-162.
22. **Hunter N., Foster J.D. Dickinson A.G. & Hope J., 1989.** Linkage of the gene for the scrapie-associated fibril protein (PrP) to the Sip gene in Cheviot sheep. *The Veterinary Record*. **124**, p 364-366.
23. **Hunter N., Foster J.D., Benson G., Hope J., 1991.** Restriction fragment length polymorphisms of the scrapie-associated fibril protein (PrP) gene and their association with susceptibility to natural scrapie in British sheep. *Journal of General Virology*. **72**, p 1287-1292.
24. **Hunter N., Foster J.D., Goldmann W., Stear M.J., Hope J. & Bostock C., 1996.** Natural scrapie in a closed flock of Cheviot sheep occurs only in specific PrP genotypes. *Arch. Virol.* **141**, p 809–824.
25. **Hunter N., Goldmann W., Marshall E., O'Neill G., 2000.** Sheep and goats: Natural and experimental TSEs and factors influencing incidence of disease. *Arch. Virol. Suppl.* **16**, p 181–188.
26. **Hunter N., Moore L., Hosie B.D., Dingwall W.S., Greig A., 1997.** Association between natural scrapie and PrP genotype in a flock of suffolk sheep in Scotland. *Vet. Rec.* **140**, 59-63.
27. **Ikeda T., Horiuchi M., Ishiguro N., Muramatsu Y., Uwe G.G. & Shinagawa M., 1995.** Amino acid polymorphisms of PrP with references to onset of scrapie in Suffolk and Corriedale sheep in Japan. *J. Gen. Virol.* **76**, p 2577–2581.
28. **Jores D'Arces P., 1947.** *L'élevage en Algérie : Amélioration et développement*. Éditions Guianchain, Alger, p 93.
29. **Karami M., Amirinia C., Kashan N.E., Amirmozafari N., Chamani M. & Banabazi M.H., 2011.** Polymorphisms of the prion protein gene Arabi sheep breed in Iran. *Afr. J. Biotechnol.* **10**, p 15819–15822.
30. **Kdidi S., Yahyaoui, M.H., Conte, M., Chiappini, B., Zaccaria, G., Bensassi, M., Ben Ammar Elgaaied, A. & Vaccari, G., 2014.** PRNP polymorphisms in Tunisian sheep breeds. *Livest. Sci.* **167**, p 100–103.

31. **kutzer T., Pfeiffer I. & Brenig B., 2002.** Identification of new allelic variants in the ovine prion protein (PrP) gene. *J. Anim. Breed. Genet.* **119**, p 201-8.
32. **Lan Z., Li J., Sun C., Liu Y., Zhao Y., Chi T., Yu X., Song F. & Wang Z., 2014.** Allelic variants of PRNP in 16 Chinese local sheep breeds. *Arch. Virol.* **159**, p 2141–2144.
33. **Lan Z., Wang Z., L., Liu Y. & Zhang X., 2006.** Prion protein gene (PRNP) polymorphisms in Xinjiang local sheep breeds in China. *Arch. Virol.*, **151**, p 2095–2101
34. **Ludovica C., Sebastiani C., Ceccobelli S., Vaccari G., Pezzotti G., Nolasagna E. & Biagetti M., 2015.** PRNP polymorphisms in four Italian sheep breeds. *Livestock Science* **181**, p 38–42.
35. **Meydan H., Ozkan M.M., Yildiz M.A. & Goldmann, W., 2013.** Novel polymorphisms in ovine prion protein gene. *Anim Genet.*, **44**, p 588–591.
36. **Miller S.A., Dykes D.D., Polesky H.F., 1988.** A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Res.*, **16**, p 12–15.
37. **Mullis KB. & Faloona FA., 1987.** Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. *Methods Enzymol.*, **155**, p 335-50.
38. **Palmer M.S.V. & Collinge J., 1997.** Prion diseases: an introduction. In :*Collinge J., Palmer M.S. (Eds), Prion Diseases. Oxford University Press: New York*, 1-17.
39. **Papasavva-Stylianou P., Windl O., Saunders G., Mavrikiou P., Toumazos P. & kakoyiannis C., 2011.** PrP gene polymorphisms in Cyprus goats and their association with resistance or susceptibility to natural scrapie. *Veterinary Journal.*, **187**, p 245–250.
40. **Prusiner S.B., 1993.** Prion encephalopathies of animals and humans. *Dev. Biol. Stand.*, **80**, p 31-44.
41. **Renard C., Fontaine S., Cuvelier P., Mullender C. & Roels S., 2005.** Mise en évidence par technique de réaction de polymerization en chaîne en temps réel de polymorphismes au niveau du gène PrP dans deux exploitations ovines belges déclarées positives aux encéphalopathies spongiformes transmissibles. *Ann. Méd. Vét.*, **149**, p 166-172.
42. **Sagne J., 1950.** *L'Algérie pastorale. Ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir.* Imprimerie Fontana, p 27.
43. **Sanger F., Nicklen S., & Coulson A.R., 1977.** DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, **74** (12), p 5463-5467,
44. **Saunders G.C., Lantier S., Cawthraw S., Berthon P., Moore S.J., Arnold M.E., Windl O., Simmons M.M., Andréoletti O. & Bellworthy S. & Lantier F., 2009.** Protective effect of the T112 PrP variant in sheep challenged with bovine spongiform encephalopathy. *J. Gen. Virol.*, **90**, p 2569–2574.
45. **Seabury C. M. & Derr J.N., 2003.** Identification of a novel ovinePrP polymorphism and scrapie-resistant genotypes for St. CroixWhite and a related composite breed. *Cytogenet. Genome. Res.*, **102**, p 85–88.
46. **Serrano C., Martín-Burriel I., Lyahyai J., Monzón M., El Hamidi M., Acín C., Badiola J.J., Tligui N., Zaragoza P., 2007.** Polymorphisms of the PRNP gene in Moroccan sheep breeds. *The Veterinary Record.*, **161**, p 524-525
47. **Takezaki N. & Nei M., 1996.** Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics.*, **144** (1), p 389-99.

48. **Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M. & Kumar S., 2011.** MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Mol. Biol. Evol.* **28**, 2731-2739.
49. **Thorgeirdottir S., Sigurdarson S., Thorisson H.M., Georgsson G., Plasdottir A., 1999.** PrP gene polymorphism and natural scrapie in Icelandic sheep. *J. Gen. Virol.*, **80**, p 2527-2534.
50. **Tongue S.C., Wilesmith J.W. & Cook C.J., 2004.** Frequencies of prion protein (PrP) genotypes and distribution of ages in 15 scrapie-affected flocks in Great Britain. *Vet. Rec.*, **154**, p 9-16.
51. **Tranulis M.A., Osland A., Bratberg B. & Ulvund M.J., 1999.** Prion protein gene polymorphisms in sheep with natural scrapie and healthy controls in Norway. *J. Gen. Virol.*, **80**, p 1073-1077.
52. **Traoré A., Royo L.J., Kaboré A., Pérez-Pardal L., Álvarez I., Fernández I., Sawadogo L., Tamboura H.H. & Goyache F., 2012.** Prion protein gene polymorphism in four West African sheep populations. *Tropical Animal Health and Production* **44**, (7), p 1469–1472
53. **Ün C., Oztabak K., Ozdemir N., Akis I. & Mengib A., 2008.** Genotyping of PrP gene innative Turkish sheep breeds. *Small Ruminant Res.*, **74**, p 260–264.
54. **Vaccari G., Panagiotidis C.H., Acin C., Peletto S., Barillet F., Acutis P., Bossers A. Langeveld J., Van Keulen L., Sklaviadis T., Badiola J.J., Andréoletti O., Groschup M.H., Agrimi U., Foster J. & Goldmann W., 2009b.** State-of-the-art review of goat TSE in the European Union, with special emphasis on PRNP genetics and epidemiology. *Vet. Res.*, **40**, p 1–18.
55. **Vaccari G., D’Agostino C., Nonno R., Rosone F., Conte M., Di Bari M.A., Chiappini B., Esposito E., Degrossi L. De Grossi L., Giordani F., Marcon S., Morelli L., Borroni R. & Agrimi U., 2007.** Prion protein alleles showing a protective effect on the susceptibility of sheep to scrapie and bovine spongiform encephalopathy. *J. Virol.* **81** (13), p 7306–7309.
56. **Vaccari, G., Scavia, G., Sala, M., Cosseddu, G., Chiappini, B., Conte, M., Esposito, E., Lorenzetti, R., Perfetti, G., Marconi P., Scholl F., Barbaro K., Bella A., Nonno R. & Agrimi U., 2009a.** Protective effect of the AT137RQ and ARQK176 PrP allele against classical scrapie in Sarda breed sheep. *Vet. Res.*, **40**, p 19-29.
57. **Westaway D., Zuliani V., Cooper C.M., Da Costa M., Neuman S., Jenny A.L., Detwiler L. & Prusiner S.B., 1994.** Homozygosity for prion protein alleles encoding glutamine-171 renders sheep susceptible to natural scrapie. *Genes Dev.*, **8**, p 959-969.
58. **Windig J.J., Hoving R.A., Priem J., Bossers A., Van Keulen L.J. & Langeveld J.P., 2016.** Variation in the prion protein sequence in Dutch goat breeds. *J. Anim. Breed. Genet.*, **133** (5), p 366-374.

Conclusion générale et
Recommandations

Conclusion générale et Recommandations

Malheureusement, en Algérie la notion de race pure pose encore problème et ce en raison de l'absence de structures de gestion des populations animales, d'une part sur le plan de la caractérisation phénotypique et d'autre part sur le contrôle des performances, a des fins de mise en place de standards pouvant constituer la base de tout programme d'amélioration génétique dans une espèce donnée et une catégorie de production donnée.

En effet, le type d'élevage ovin majoritairement extensif et ainsi que sa localisation géographique en zone steppique, constituent des facteurs limitants d'une bonne gestion notamment en matière de celle de la reproduction.

D'après notre étude phénotypique et génétique, d'une part et d'après les enquêtes effectuées d'autre part ; nous avons remarqué que la race Ouled Djellal occupe la majeure partie des régions nord (le Tell et la steppe). Cette race s'implante efficacement au niveau du Nord saharien. Par ailleurs, sa concurrente directe est la race Hamra au Nord-Ouest. Au sud algérien, c'est la race Sidaou qui occupe la quasi-totalité du territoire. Les autres races (Rembi, D'man, Berbère, Barbarine, Taâdmit et Tazegzawt) n'occupent plus que des régions très restreintes.

L'extension de la race Ouled Djellal au niveau du tell, la steppe et le Nord du Sahara, et de la race Hamra au niveau de l'Est algérien a provoqué le rétrécissement des aires de répartition des autres races. En parallèle, l'extension de la race Sidaou (Targuia) et Ifilène au niveau de tout le Sahara au dépend de la race D'man et Barbarine ; soit par remplacement soit (surtout) par assimilation, peut engendrer les effets suivants :

- ✚ Diminution de la variabilité génétique générale de l'espèce ovine à cause de la perte d'un certain nombre de variants alléliques due vraisemblablement à la diminution du nombre de races existantes.
- ✚ Augmentation de la variabilité génétique des races en extension à savoir les races Ouled Djellal et Sidaou surtout dans le cas où l'extension se fait par assimilation (intégration dans le pool génétique de la race de certains variants alléliques des races assimilées),

On a aussi remarqué que le changement dans les pratiques culturelles telles que la disparition du nomadisme, les croisements aléatoires et l'absence d'échange de bélier entre les éleveurs à accentué la détérioration du cheptel ovin algérien.

L'analyse morphologique montre que la race Oulad Djellal présente les meilleurs mensurations, ce que fait la plus appréciée par les éleveurs par rapport aux autres races, telle que la a race Brabarine, Berbère et Rembi, dont les particularités sont en déperdition.

De plus, une collection d'un nombre important d'ADN, 213 échantillons obtenus à partir d'animaux non apparentés appartenant à toutes ces races et populations ovines algériennes et dont les concentrations et la qualité se sont révélées satisfaisantes. Ces ADN constituent ainsi la première biothèque d'ADN ovin dans notre pays. Cette biothèque d'ADN est un outil très important pour des études de caractérisation génétique et de phylogénie entre

Conclusion générale et Recommandations

nos races et aussi avec d'autres races des pays voisins. Cette biothèque d'ADN prend encore plus d'importance surtout pour un pays où les instituts techniques sont dépourvus de moyens et où les animaux sont dispersés sur de vastes territoires.

À l'échelle nationale, on a observé une dilution génétique distincte de la race Berbère (une race primitive) et de la race Rembi, conséquence des croisements incontrôlés avec la race Ouled Djellal. Un phénomène similaire, moins que le premier, a été détecté également pour la race Barbarie, autre race ancestrale. L'originalité génétique semblait mieux préservée dans les autres races : Tazegzawt, Hamra, D'man et Sidaou. Ces races doivent être prioritaires dans la mise en place d'un plan de conservation pour éviter leur perte progressive.

Sur le plan génotypique, notre étude montre que nos races algériennes ont une résistance modérée à la tremblante avec une grande variabilité génétique au PRNP suite à la présence des fréquences élevées de l'haplotype ARQ et des autres haplotypes de résistance à la tremblante comme AR₁₄₃RQ et ARQK₁₇₆.

L'absence de l'haplotype de la sensibilité à la tremblante (VRQ) chez toutes les races locales étudiées ne confirme pas la résistance totale de nos races à cette maladie ; nos résultats indiquent que la population ovine algérienne peut être sensible aux deux types de tremblante (classique et atypique). Ces résultats peuvent être utilisés pour les prochains programmes de sélection et d'amélioration génétique pour rendre nos races très résistantes à la tremblante.

Nous pouvons dire que suite à la situation actuelle de l'élevage ovin en Algérie caractérisée par l'absence de toute stratégie de préservation et de conservation des ressources génétiques ovines, nous assistons à une déperdition de certaines races par des phénomènes de remplacement ou d'assimilation qui peuvent aboutir à l'extinction de certaines races et la création d'autres.

Sur le plan pratique, malgré que ces races présentent une très grande adaptation à des milieux très rigoureux tels la steppe, leur déperdition va générer deux conséquences. D'une part, une perte de la variabilité génétique qui entraînera à court terme, une diminution de l'aptitude générale (résistance aux maladies, qualités reproductrices...) et à long terme une diminution de la possibilité d'évoluer par sélection (due à la perte de certains variants alléliques). D'autre part, au sein de l'espèce dans son ensemble, l'extinction d'une race peut entraîner la perte de caractères potentiellement intéressants et donc une diminution de la diversité génétique.

Les retombées de ce travail à moyen terme seraient :

- ✚ De proposer un système d'identification des animaux avant toute élaboration d'un quelconque projet d'amélioration génétique d'une performance donnée, et qui constitue le maillon de départ de toute tentative tant sur le plan du progrès génétique que sur le suivi sanitaire des animaux.
- ✚ De proposer une stratégie de conservation de nos races ovines à la suite de leur caractérisation génétique.

Conclusion générale et Recommandations

- + De créer des réseaux nationaux et internationaux de recherche dans le domaine de la gestion des ressources génétiques dont notre bibliothèque d'ADN serait une pièce importante.
- + De créer des organismes pouvant aboutir à la mise en place de standard de race (création des livres généalogiques ou encore des Unités de Promotion de Race : UPRA ou Flock book). De développer des structures de suivi et de contrôle par race dans cette espèce
- + De mettre un programme de contrôle des performances lait ou viande de gestion nationale afin de bénéficier des meilleurs génotypes.
- + Instaurer la vulgarisation de l'utilisation des biotechnologies de la reproduction afin de faire progresser et diffuser le progrès génétique, mais aussi œuvrer pour la conservation du potentiel génétique existant au niveau local, richesse essentielle de notre pays.
- + De procéder rapidement à la conservation du matériel génétique de tout type de race afin d'assurer la conservation de la biodiversité génétique de la population ovine algérienne.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aberle K. S., Hamann H., Drogemuller C. & Distl O., 2007.** Phylogenetic relationships of German heavy draught horse breeds inferred from mitochondrial DNA D-loop variation. *J. Anim. Breed. Genet.*, **124**, p 94–100.
2. **Afri-Bouzebda F., 2007.** Performances zootechniques et structure d'élevage dans la population bovine de type local (Est algérien). *Thèse de Doctorat d'état en Sciences Vétérinaires. Université Mentouri de Constantine*, p123.
3. **Afri-Bouzebda F., Lamraoui R., Bouzebda Z., Chacha F. & Gherissi D.E., 2015.** Effects of GnRH or HCG on Ovarian Response in PMSG-Superovulated Ouled Djellal Ewes (Algeria). *Global Veterinaria*. **15** (5), p 498-505.
4. **Ameur Ameur A., Ata N., Benyoucef M.T., Djaout A., Azzi N., Yilmaz O., Cemal İ. & Gaouar S.B.S., 2017.** New genetic identification and characterization of 12 Algerian sheep breeds by microsatellite markers. *Italian Journal of Animal Science*. **17**:1, 38-48.
5. **Aranguren-Mendez J., Beja-Pereira A., Avellanet R., Dzama K. & Jordana J., 2004.** Mitochondrial DNA variation and genetic relationships in Spanish donkey breeds (*Equus asinus*) *J. Anim. Breed. Genet.*, **121**, 319–330.
6. **Bensch S., Helbig A. J., Salomon M. & Siebold I., 2002.** Amplified fragment length polymorphism analysis identifies hybrids between two subspecies of warblers. *Molecular Ecology*, **11**, p 473-481.
7. **Blears M. J., De Grandis S. A., Lee H. & Trevos J. T., 1998.** Amplified fragment length polymorphism (AFLP): a review of the procedure and its application. *Journal of Indian Microbiology and Biotechnology*, **21**, p 99-114.
8. **Botstein D., White R. L., Skolnick M. & Dvies R.W., 1980.** Construction of genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphism. *American journal of human Genetic*, **32**, p 314 – 331.
9. **Brown W.M., Matthew George JR. & Allan C. Wilson., 1979.** Rapid evolution of animal mitochondrial DNA (primates/restriction endonuclease cleavage maps/gel electrophoresis/DNA melting). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, **76** (4), p. 1967-1971.
10. **Brown W.M., Prager E.M., Wang A., Wilson A.C., 1982.** Mitochondrial DNA sequences of Primates : Tempo and mode of evolution. *J. Mol. Evol.*, **18**, p 225-239.
11. **Callejas C. & Ochando M.D., 2002.** Phylogenetic relationships among Spanish *Barbus* species (Pisces, Cyprinidae) shown by RAPD markers. *Heredity* **89**, p 36–43.
12. **Chambers G.K. & Mac Avoy E.S., 2000.** Microsatellites: consensus and controversy. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 126, 455-476.
13. **Ciani E., Crepaldi P., Nicoloso L., Lasagna E., Sarti FM., Moioli B., Napolitano F., Carta A., Usai G., D'Andrea M., Marletta D., Ciampolini R., Riggio V., Occidente M., Matassino D., Kompan D., Modesto P., Macciotta N., Ajmone-Marsan P. & Pilla F., 2014.** Genome-wide analysis of Italian sheep diversity reveals a strong geographic pattern and cryptic relationships between breeds. *Anim. Genet.* **45**, p 256–266.
14. **DRDPA, 2014.** <http://www.djazairress.com/fr/search/drdpa>. Consulté le 18.06.2015.
15. **El Hentati H., Ben Hamouda M. & Chriki A., 2012.** Genetic diversity of two Tunisian sheep breeds using random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *African Journal of Biotechnology* **11** (17), p 4109-4115.

16. **FAO., 1984.** Animal genetic resource conservation by management, databanks and training. *Animal Production and Health Paper* No. 44/1. Rome.
17. **FAO., 2013.** Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives FAO sur la production et la santé animales No. 11. Rome. FAO, 2013. p 151.
18. **Falque M., 2011.** Évolution des méthodes de génotypage. In : Journée A.S.F. « Génétique d'association et Amélioration des plantes : Évolution des outils de génotypage et de phénotypage à haut-débit. du 3 février 2011, p 1-16.
19. **Gaouar SBS., Kdidi S., Tabet Aouel N., Aït-Yahia R., Boushaba N., Aouissat M., Dhimi L., Yahyaoui M-H. & Saidi-Mehtar N., 2014.** Genetic admixture of North-African ovine breeds as revealed by microsatellite loci. *Livestock Research for Rural Development.* 26 (7).
20. **Gaouar SBS., Kdidi S., Tabet Aouel N., Aït-Yahia R., Boushaba N., Aouissat M. & Saidi-Mehtar N., 2015b.** Investigation of genetic relationships among Hamra and Béni-Ighil sheep breeds based on microsatellite markers. *Wayamba Journal of Animal Science.* 1427278602, p1089-1094.
21. **Gaouar S.B.S., Da Silva A., Ciani E., Kdidi S., Aouissat M., Dhimi L., Lafri M., Maftah A. & Mehtar N., 2015a.** Admixture and Local Breed Marginalization Threaten Algerian Sheep Diversity. *PLOS ONE.* 10 (4), p 1-13.
22. **Gaouar S.B.S., Lafri M., Djaout A., El-Bouyahiaoui R., Bouri A., Bouchatal A., Maftah A., Ciani E. & Da Silva A., 2016.** Genome-wide analysis highlights genetic dilution in Algerian sheep. *Heredity.* 1-9.
23. **Gaouar S.B.S., Tabet-Aoul N., Khaïb dit Naïb O., Hamouda L., Boushaba N., Brahami N., Aouissat M., Dhimi L. & Saïdi-Mehtar N., 2011.** Genetic variability and phylogenetic relationships of ovine Algerian breeds using microsatellites. *New trends for innovation in the Mediterranean animal production, EAAP publication.* 129, p 52-55.
24. **Hiendleder S., 1998.** A low rate of replacement substitutions in two major *Ovis aries* mitochondrial genomes. *Animal Genetics.*, 29 (2), p116-122.
25. **Info Elevage.** Bulletin trimestriel N°2, 2012. www.itelv.dz
26. **Jaccoud D., Peng K., Freinstein D. & Kilian A., 2001.** Diversity arrays: a solid state technology for sequence information independent genotyping. *Nucleic Acids Research,* 29(4), p 1-7.
27. **Jeffreys A.J., Wilson V. & Thein S.L., 1985.** Hypervariable "Minisatellite" regions in human DNA, *Nature,* 314, p 67 – 73.
28. **Jug T., Dovc P., Pohar J. & Snoj A., 2004.** RAPD analysis as a tool for discriminating marble trout from hybrids (marble trout · brown trout) in the zones of hybridization. *J. Anim. Breed. Genet.*, 121, 156–162.
29. **Julius H. J., Marshall K. & Lee S., 2007.** Methods and experimental designs for detection of QTL in sheep and goats. *Small Ruminant Research,* 70 (1), p 21-31.
30. **Kijas J.W., Lenstra J.A., Hayes B., Boitard S., Porto Neto L.R., San Cristobal M., Servin B., McCulloch R., Whan V., Gietzen K., Paiva S., Barendse W., Ciani E., Raadsma H., McEwan J., Dalrymple B. & other members of the International Sheep Genomics Consortium., 2012.** Genome-wide analysis of the World's sheep breeds reveals high levels of historic mixture and strong recent selection. *Plos Biol.* 10, (2) e1001258.

31. **Krawczak M., 1999.** Informativity assessment for biallelic single nucleotide polymorphisms. *Electrophoresis*, **20**, p 1676-1681.
32. **L'Econews, L'info économique et Financière en continu, 2015.** <http://www.leconews.com>. Consulté le 01.02.2017.
33. **Lagziel A., DeNise S., Hanotte O., Dhara S., Glazko V., Broadhead A., Davoli R., Russo V. & Soller M., 2000.** Geographic and breed distribution of an Msp I PCR-RFLP in bovine growth hormone (bGH) gene. *Animal Genetics*, **31**, p 210-213.
34. **Lee M.A., Keane O.M., Glass B.C., Manley T.R., Cullen N.G., Dodds K.G., McCulloch A.F., Morris C.A., Schreiber M., Warren J., Zadissa A., Wilson T. & Mc Ewan J.C., 2006.** Establishment of a pipeline to analyse non-synonymous SNPs in *Bos Taurus*. *BMC Genomics*, **7**:298, p 1-12.
35. **MADR, 2013.** Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche (2013).
36. **Matsutani A., Janssen R., Donis Keller H. & Permutt M.A. 1992.** A polymorphisme (CA)_n repeat element maps the human glucokinase gene (GCK) to chromosome 7p. *Genomics* **12**, p 319-325.
37. **Maudet C., 2001.** Diversité et caractérisation génétique des races bovines et caprines originaires de la région Rhône – Alpes. *Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier. Laboratoire de Biologie des populations d'altitude de Grenoble.*
38. **Moazami-Goudarzi K., Laloe D., Furet J.P. & Grosclaude F., 1997.** Analysis of genetic relationships between 10 cattle breeds with 17 microsatellites. *Animal Genetics*, **28**, p 338-345.
39. **Montgomery G.W. & Crawford A.M., 1997.** « The sheep linkage map » In: Piper L., Ruvinsky A., editors. *The Genetics of Sheep*. New York: CAB International, p 297-351.
40. **Najimi B., El Jaafari S., Jlibène M. & Jacquemin J. M., 2003.** Applications des marqueurs moléculaires dans l'amélioration du blé tendre pour la résistance aux maladies et aux insectes. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **7** (1), p 17 – 35
41. **Nedjraoui D., 2012.** *Profil fourrager (Algérie)*. Rapport, FAO 29.
42. **Negrini R., Milanesi E., Bozzi R., Pellecchia M. & Ajmone-Marsan P., 2002.** Tuscany autochthonous cattle breeds: an original genetic resource investigated by AFLP markers. *J. Anim. Breed. Genet.*, **123**, p 10–16.
43. **Pérez T., Albornoz J. & Dominguez A., 1998.** An evaluation of RAPD fragment reproductability and nature. *Molecular ecology*, **7**, p 1347-1357.
44. **Pitel R & Riquet J., 2000.** Les marqueurs anonymes et la détection de leur polymorphisme. *Productions Animales*, p 45-53.
45. **Rege J.E.O., 1992.** Background to ILCA's animal genetic resources characterization project, objectives and agenda for the research planning workshop. *Research planning workshop. International Livestock Centre for Africa. Addis Ababa, Ethiopie*, p 55–59.
46. **Safsaf B., Tlidjane M., Mamache B., Dehimi M.A., Boukrous H. & Aly A.H., 2012.** Influence of Age and Physiological Status on Progesterone and Some Blood Metabolites of Ouled Djellal Breed Ewes in East Algeria. *Global Veterinaria.*, **9** (2), p 237-244.
47. **Schibler L., Vaiman D. & Crihiu E.P., 2000.** Origine du polymorphisme de l'ADN. *Prod. Anim.*, N° Hors série « Génétique moléculaire : Principes et application aux populations animales », ref 9, p 37-43.

- 48. Schönswetter P. A., Tribsch G. M., Schneeweiss H. & Niklfeld., 2003.** Disjunctions in relict alpine plants: phylogeography of *Androsace brevis* and *A. Wulfeniana* (Primulaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, **141**, p 437-446.
- 49. Vignal A., Milan D., Sancristobal M. & Eggen A., 2002.** A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genet. Sel. Evol.*, **34**, p 275-305.
- 50. Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., Van de Lee T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kuiper M. & Zabeau M., 1995.** AFLP : a new technique for DNA fingerprinting, *Nucl Acids Res.*, **23**, p 4407 – 4414..
- 51. Weber J.L. & May P.E., 1989.** Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *American Journal of Human Genetics.*, **44** , p 388-396.
- 52. Williams J.G.K., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A. & Tingey S.U., 1990.** DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl Acids Res.*, **18** (22), p 6531 – 6533.

Annexes

Productions scientifiques

Ce travail de thèse a fait l'objet des publications internationales et des communications nationales et internationales :

Publications internationales :

1. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F, Bouzebda Z, Routel D, Benidir M and Belkhiri Y., 2015. Morphological characterization of the Rembi sheep population in the Tiaret area (West of Algeria). *Indian Journal of Animal Sciences* **85** (4), p 386–391.
2. R El-Bouyahiaoui, F Arbouche, F Ghoulane, F Moulla, B Belkheir, A Bentrhoua, H Hidra, H Mansouri, M Iguer-Ouada, A Bellahreche et **A Djaout***, 2015. Répartition et phénotype de la race ovine Bleue de Kabylie ou Tazegzawt (Algérie). *Livestock Research for Rural Development*, **27** (10). <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/arbo27214.html>
3. SBS Gaouar, M Lafri, **A Djaout***, R El-Bouyahiaoui, A Bouri, A Bouchatal, A Maftah, E Ciani and A Da Silva., 2016. Genome-wide analysis highlights genetic dilution in Algerian sheep. *Heredity*, 1–9 (**ORIGINAL ARTICLE**).
4. Yamina Belkhiri, Farida Bouzebda-Afri, Zoubir Bouzebda, Charef eddine Mouffok and **Amal Djaout***, 2016. Seasonal variations in reproductive parameters of Ouled Djellal rams in the East of Algeria. *Indian J. Anim. Res.*, DOI:10.18805/ijar.v0iOF.7266
5. Belkhiri Y., Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z and **Djaout A***, 2017. Testicular Morphometric Measurements of Ouled Djellal Lambs from Birth to Puberty. *Global Veterinaria*, **18** (2), p 85-91.
6. Ameer Ameer Abdelkader , Nezhir Ata, Mohammed Tahar Benyoucef, **Amal Djaout***, Noureddine Azzi, Onur Yilmaz, Ibrahim Cemal & Semir Bechir Suheil Gaouar., 2017. New genetic identification and characterization of 12 Algerian sheep breeds by microsatellite markers. *Italian Journal of Animal Science*. **17**:1, p 38-48 DOI: 10.1080/1828051X.2017.1335182
7. **Djaout Amal***, Afri-Bouzebda Farida, Chekal Fakhedine, El-Bouyahiaoui Rachid, Rabhi Abdesslem, Boubekeur Abderrahman, Ameer Ameer Abdelkader, Gaouar Semir Bechir Suheil., 2017. Etat de la biodiversité des races ovines algériennes. *Genetic and Biodiversity Journal* **1**(1) :1-17.
8. Afri-Bouzebda F., **Djaout A***, Bouzebda Z., Belkhiri Y, 2018. Description barymétrique de cinq races ovines algériennes. *Livestock Research for Rural Development*, **30** (4) #62.
9. **Djaout Amal***, Chiappini Barbara, Gaouar Semir Bechir Suheil, Afri-Bouzebda Farida, Conte Michela, Chekkal Fakhreddine, El-Bouyahiaoui Rachid, Boukhari Rachid, Agrimi Umberto, Vaccari Gabriele. Biodiversity and selection for scrapie resistance in sheep: Genetic polymorphism in eight breeds in Algeria. *Journal of Genetics*. <https://doi.org/10.1007/s12041-018-0932-x>

Annexes

Communications internationales :

1. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Belkhiri Y. *Progeny-test and factors of variation in dairy sheep selection in the local population (in Setif region)*. Séminaire international : FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats. Vitoria, Espagne 03-05 Octobre 2017.
2. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Chekkal F., Boubekeur A, et Gaouar S.B.S. *Biodiversité des races ovines Algériennes*. 1er Séminaire International sur : Biodiversité et gestion des ressources naturelles « Passé, Présent et Futur ». Université Mohamed Chérif Messaadia. Souk-Ahras. 19-22 Avril 2016.
3. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Benidir M et Gaouar S.B.S. *Morphometric characterization of Berber breed sheep in the eastern Algeria*. 1st International Workshop (MGIAR) « Management and Genetic Improvement of Animal Resources ». Université Abou-Beker Belkaïd. Tlemcen, Algérie. 16-17 Mai 2015.
4. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z. Benidir M., Belkhiri Y. 2015. The estimation of live weight from body measurements using multiple regression method (Stepwise) and Crevat method in Ouled Djellal breed in the highlands of setif (algeria). *In: International Conference on Research in Education and Science (ICRES), April 23 - 26, 2015, Antalya, Turkey*. p 110-116.
5. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Routel D. Benidir M., et Belkhiri Y. *Paramètres baryométriques des ovins Rembi dans la région de Tيارت*. Le VIIème Séminaire International de Médecine Vétérinaire: "Santé animale et Sécurité alimentaire". Université de Constantine 1. Algérie. 11-12 Avril 2015.
6. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z et Belkhiri Y. *Performances de production des brebis de population locale dans la région de Sétif*. Séminaire International sur l'élevage et la faune sauvage en milieux arides et désertiques. (SIEFAD 2014) Djerba, Tunisie. 16-18 Décembre 2014.
7. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z et Belkhiri Y. *Progeny-test et facteurs de variation lors de la sélection laitière des brebis dans la population locale (région de Sétif)*. 12^{èmes} Journées Internationales des Sciences Vétérinaires sur : « Filière des Petits Ruminants en Algérie: Une Richesse à Promouvoir ». Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. Alger. Algérie. 06-07 Décembre 2014.

Communications nationales :

1. **Djaout A***, Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Belkhiri Y. *Facteurs influençant la croissance des agneaux de population locale à 30j d'âge dans la région de Sétif*. II^{ème} Congrès Vétérinaire du GTVA sous le thème « Audit d'élevage et médecine des populations ». Groupement Technique Vétérinaire Algérien GTVA. La Mariotte. Constantine. 03-05 Mai 2016.
2. Gaouar S.B.S., Aouissat M., Dhimi L., Routel A., Harrek D., El-Bouyahiaoui R., **Djaout A***, Saidi-Mehtar N. *Les races ovines en Algérie, quel avenir ?*. Workshop National sur : "Valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs: Un réservoir de

Annexes

diversité génétique pour le développement local ». Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) Alger. Algérie. 02-03 Mars 2015.

- 3. Djaout A*,** Afri-Bouzebda F., Belkhiri Y., et Bouzebda Z. *Performances de production des brebis de population locale dans la région de Sétif*. 8^{ème} édition de l'Espace vétérinaire sur : « Zootechnie, Santé et Productions animales ». Université Ibn Khaldoun (Tiaret) & Entreprise Saveter (Mostaganem). 16 au 20 Septembre 2013.

Article publié N° 01



Indian Journal of Animal Sciences 85 (4): 386–391, April 2015/Article

Morphological characterization of the Rembi sheep population in the Tiaret area (West of Algeria)

A DJAOUT¹, F AFRI-BOUZEBDA², Z BOUZEBDA³, D ROUTEL⁴, M BENIDIR⁵ and Y BELKHIRI⁶

Algeria's National Institute for Agricultural Research (INRAA), Setif 19000, Algeria

Received: 2 October 2014; Accepted: 25 November 2014

ABSTRACT

Morphological characterization of Rembi breed was carried out from the study of 3 representative herds. Ewes (41) and rams (13) with an average age of 4.30 ± 1.48 years were recorded for their live weight and 21 morphological measures with qualitative characters. Differences between sexes were revealed for several measures, whereas no differences were revealed between regions. A factorial analysis of multiple correspondences was performed on the morphological measures and revealed two main principal components accounting for 36.85 and 18.63 % of the inertia, being related to the color of the head (face and neck), neck and legs, the presence and absence of horns and sex. The cluster analysis allowed establishing differences with relevant implications to be taken into account for the breed conservation programme.

Key words: Morphology, Qualitative characters, Quantitative characters, Rembi, Sheep

Morphological characterization of sheep breeds in Algeria still has to be done extensively, hence this work aims to study the Rembi breed of the West of Algeria. The Rembi breed is known with a marked orientation to meat production and occupying mainly the West of Algeria including the province of Tiaret. Sagne (1950) represented Rembi and Ouled Djellal as sub-breeds of Algerian Arab population, with 2 varieties in the Rembi: Arab sheep with tawny head or sub-breed Rembi of Amour, and Arab sheep with black head or sub-breed Rembi of Sidi Aissa. Trouette (1929), Jores D'Arces (1947), Magneville (1959) have given only one variety of the Rembi breed with fawn or yellow head, which occupies the Eastern, Southern Tiaret and Jebel Amour. According to them, Rembi sheep is derived from a cross between sheep of Djebel Amour (also called Laroui) and Ouled Djellal breeds, because it has the shape of the Ouled Djellal and color of the Bighorn which also has huge horns.

More recently, Feliachi *et al.* (2003) identified two types of this breed: Rembi of Djebel Amour (Mountain); and Rembi of Sougueur (Steppe). This breed has the largest body size sheep in Algeria, with signs of adaptation to the l'Ouarsenis and mountains of Tiaret environments. Rembi breed occupies the intermediate zone between the Ouled

Djellal breed in the East and Hamra breed in the West. It is limited to the extension area and it is not found anywhere else (Chellig 1992).

MATERIALS AND METHODS

The study area: The wilaya of Tiaret is located in the west of Algeria. It has physically three distinct areas: North: a mountainous area of the Tellian Atlas; Center: the highlands; South: semi arid areas. The province of Tiaret is characterized by a continental climate with harsh winter, and hot and dry summer, and the rainfall of 300–400 mm per year on average. The three sites of different reliefs were chosen: Ksar Chellala, Mahdia and Medroussa.

Sheep samples: The study was carried out during the spring between April 2013 and June 2013 at the experimental centers for the development of the breed. The number is chosen based on the availability of breeding animals in experimental centers for the development of the breed.

Animals (Figs 2–4) divided by sex and region (54 animals with an average age of 4.30 ± 1.48 years) including 41 females (Ksar Chellala: 14, Mahdia: 10, Medroussa: 17) and 13 males (Ksar Chellala: 7, Mahdia: 3, Medroussa: 3) were used in the study. Linear body measurements were taken on each animal. Animals were housed in traditional pens, reared through the semi-extensive system of management under identical conditions. Animals were allowed to graze the land surrounding their housing.

In cold period, the animals received 2 types of rations: feed concentrate (barley) and wheat straw. However, in hot season, animals were allowed to graze all day on grassland

Present address: ¹(djaout.amel08@gmail.com), ⁵(moh19ina@yahoo.fr), ⁶(belkhiri_vet@yahoo.com), Algeria's National Institute for Agricultural Research. ²(bfafri@yahoo.fr), ³(bouzebdaz@yahoo.fr), Animal Production Laboratory, Biotechnologies and Health, Institute of Veterinary Sciences, University of El-Tarf, 36000, Algeria. ⁴(ranebi05@yahoo.fr), Technical Institute of Livestock (ITELV), Tiaret 14.000 Algeria.

Article publié N° 02

Livestock Research for Rural Development 27 (10) 2015

Guide for preparation of
papers

LRRD Newsletter

Citation of this paper

Répartition et phénotype de la race ovine Bleue de Kabylie ou *Tazegzawt* (Algérie)

R El Bouyahiaoui¹, F Arbouche², F Ghozlane, F Moulla¹, B Belkheir¹, A Bentrioua³, H Hidra¹, H Mansouri¹, M Iguerouada⁴, A Bellahreche¹ et A Djaout¹

Ecole Nationale Supérieure Agronomique, ENSA ex. INA, Alger, Algérie
el.bouyahiaoui@gmail.com

¹ Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, INRAA

² Université africaine Ahmed Draya d'Adrar, Algérie.

³ Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique, Algérie

⁴ Université Abderrahmane Mira, Bejaïa, Algérie

Résumé

Cette étude s'est intéressée à la répartition géographique, à l'origine et à la description morphométrique de la race ovine locale à petit effectif Bleue de Kabylie ou *Tazegzawt*. Elle a porté sur l'analyse conjointe de 9 caractères qualitatifs et 7 caractères quantitatifs de 45 individus dont 36 femelles et 9 mâles âgés de 2.9±0.9 ans (1 à 5 ans) répartis sur 6 communes. Toutefois, le poids vif moyen a été obtenu en pesant 34 animaux (8 mâles, 26 femelles) en station de recherche.

Les résultats montrent que l'effectif total est très réduit avec environ 300 têtes, une taille des troupeaux très limitée (9±2,3), et des contacts avec d'autres races. Le territoire est petit, compris entre Akbou et Bouzeguène, dans les régions de Béjaïa et Tizi-Ouzou, entre 250 et 1000 m d'altitude. La race est parfaitement adaptée aux zones montagneuses de Kabylie. Les productions de laine (blanche) et de viande sont recherchées par les éleveurs.

La peau est blanche, la queue fine et courte. La présence constante de pigmentations à la tête, de couleur noire à reflets bleuâtres brillants et des taches bleues fréquentes sur la langue, la distingue. Elle a un gabarit remarquable (hauteur au garrot femelle 79,4 ± 4,3 cm, mâle 87,1 ± 5,5 cm et un poids vif femelle de 54,6 ± 3,9 kg et pour le mâle de 78,5 ± 12,3 kg). Les femelles sont les plus hautes de l'ensemble des femelles des autres races algériennes. Seuls, les mâles ont des cornes. Toutefois, les résultats ont mis en évidence entre les variables corporelles mesurées, des différences significatives entre certains paramètres morphologiques liés au sexe ($p < 0,001$) et à l'âge ($p < 0,01$). Les caractères les plus discriminants sont la hauteur au garrot, la hauteur à la croupe, la hauteur au dos, la longueur du corps et le tour du canon. Ces variables ne semblent pas être influencées par la localité.

Mots-clés: laine, morphologie, sexe, viande

Distribution and phenotype of the sheep breed Blue of Kabylia called "*Tazegzawt*" (Algeria)

Summary

This study looked at the geographic distribution, origin and morphometric description of the local sheep species designated "*Tazegzawt*". It focused on the joint analysis of qualitative characteristics and 7 quantitative characters of 45 individuals, including 36 females and 9 males aged 1 to 5 years over 6 municipalities. Average live weight was obtained by weighing 34 animals in the research station.

The results of the first evaluation of the state of the species show that this species of sheep has a very small population of several hundred heads with a very limited size of herds. It is located in a small area between Akbou and Bouzeguène, geographically similar to regions of Bejaïa and Tizi-ouzu, between 250 and 1000 m altitude. It is perfectly suited to the mountainous areas of the region of Kabylia. Wool production (white) and meat are sought by breeders.

The skin is white, the tail is fine and short. The presence of pigmentation on the head, black with shiny bluish reflections and frequent blue spots on the tongue distinguishes it. The species has a remarkable size (height at withers of females 79.4 ± 4.3 cm, of males 87.1 ± 5.5 cm; male and female live weights 54.6 ± 3.9 kg and 78.5 ± 12.3 kg). The females are the greatest of all females of other Algerian breeds. Only the males have horns. However, the results showed differences between some morphological parameters related to gender and age. The most discriminating characteristics are the height at the withers, the height at the rump, back height, body length and around the chest. These variables do not appear to be influenced by the region.

Key-words: gender, meat, morpho-biometric, wool

Introduction

L'élevage des ovins, comme dans tous les pays du Maghreb, compte parmi les activités stratégiques les plus traditionnelles en Algérie. Il joue un rôle relativement important aussi bien dans l'économie agricole nationale que pour les éleveurs, offrant ainsi une réserve financière considérable. Son cheptel est constitué essentiellement de races locales rustiques réparties dans plusieurs régions du pays. La quasi-totalité de ces races sont inventoriées, caractérisées et standardisées (Ouled Djellal, Berbère, D'Man, Rembi, Hamra et Zoulay). C'est un élevage à double fin : viande et laine. On compte actuellement un cheptel ovin d'environ plus de 2 688 0000 têtes ovines (MADR 2013) qui assurent une production de viande rouge d'environ 60% de la production nationale totale.

Toutefois, certaines races ont vu leurs effectifs diminuer dramatiquement ces dernières années, notamment les races Hamra et Taadmit, de façon accentuée essentiellement par le phénomène d'extension de la race Ouled Djellal, la plus prisée par les éleveurs, en raison de ses qualités bouchères remarquables et sa bonne conformation. La plupart des races menacées ne bénéficient que de peu d'activité de conservation ou de gestion durable, et le rythme de leur disparition est en nette augmentation. Toutefois, il existe un autre type génétique à très faible effectif, signalé ces dernières années dans la région de la Kabylie (Tizi Ouzou et Bejaïa), la Bleue de Kabylie, appelée communément par les éleveurs « *Tazegzawt* », ce qui signifie la couleur bleue en langue berbère. Il demeure à ce jour méconnu et ne figure même pas dans la nomenclature officielle des races ovines algériennes.

Selon notre propre perception de la situation sur le terrain, au travers des enquêtes que nous avons effectuées, sa pureté pourrait subir une altération, d'une part par des croisements anarchiques et par la menace de la consanguinité d'autre part. La conséquence en est une perte de variabilité génétique de la population au cours des générations (Verrier 1992) et une baisse des performances zootechniques (Wiener et Rouvier 2009).

Afin de mieux connaître cette ressource génétique nationale en péril, nous avons procédé à sa géolocalisation et à sa caractérisation morphométrique en nous basant sur une large gamme de caractères mesurables et visuels.

Matériels et méthodes

Zone d'étude et animaux

Article publié N° 03

Heredity (2016), 1–9

© 2016 Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature. All rights reserved 0018-067X/16
www.nature.com/hdy

ORIGINAL ARTICLE

Genome-wide analysis highlights genetic dilution in Algerian sheep

SBS Gaouar^{1,2}, M Lafri³, A Djaout⁴, R El-Bouyahiaoui⁵, A Bouri¹, A Bouchatal^{6,7}, A Maftah^{6,7}, E Ciani⁸ and A Da Silva^{6,7}

Algeria represents a reservoir of genetic diversity with local sheep breeds adapted to a large range of environments and showing specific features necessary to deal with harsh conditions. This remarkable diversity results from the traditional management of dryland by pastoralists over centuries. Most of these breeds are poorly productive, and the economic pressure leads farmers to realize anarchic cross-breeding (that is, not carried out in the framework of selection plans) with the hope to increase animal's conformation. In this study, eight of the nine local Algerian sheep breeds (D'men, Hamra, Ouled-Djellal, Rembi, Sidaoun, Tazegzawt, Berber and Barbarine) were investigated for the first time by genome-wide single-nucleotide polymorphism genotyping. At an international scale, Algerian sheep occupied an original position shaped by relations with African and European (particularly Italian) breeds. The strong genetic proximity with Caribbean and Brazilian breeds confirmed that the genetic make-up of these American breeds was largely influenced by the Atlantic slave trade. At a national scale, an alarming genetic dilution of the Berber (a primitive breed) and the Rembi was observed, as a consequence of uncontrolled mating practices with Ouled-Djellal. A similar, though less pronounced, phenomenon was also detected for the Barbarine, another ancestral breed. Genetic originality appeared to be better preserved in Tazegzawt, Hamra, D'men and Sidaoun. These breeds should be given high priority in the establishment of conservation plans to halt their progressive loss. For Berber and Barbarine that also occur in the bordering neighbor countries, urgent concerted transnational actions are needed.

Heredity (2016) **00**, 1–9. doi:10.1038/hdy.2016.86

INTRODUCTION

North African livestock has evolved over centuries managed in a traditional way. Furthermore, in the dryland mountain ecosystems (steppes and highlands) encountered in this area, combinations of a wide range of variables (temperature, rainfall, altitude, topography, geology, ground vegetation, soil nutrients and so on) result in a patchwork of nested habitats. All these conditions have enabled the emergence of highly diverse breeds, adapted to a range of dry environments. According to the Food and Agriculture Organization (FAO *et al.*, 2011), one quarter of the world's biodiversity hot spots are found in such extremely heterogeneous environment. More broadly, livestock of the Near East and North Africa region is regarded as containing unique breeds in terms of genetic diversity (Iniguez, 2005).

Unfortunately, up to 30% of global mammalian and avian livestock breeds are at risk of being lost (FAO, 2013); taking action to halt the erosion of this genetic heritage is an urgent need (Taberlet *et al.*, 2008). The initial emergency is to determine most critical areas, knowing that in spite of its uniqueness, the livestock of Near East and North Africa region is still largely unknown. Moreover, in a climate change perspective, the genetic make-up of these local breeds, showing

adaptive traits of particular importance, should be explored and preserved as a priority.

Algeria is the biggest producer of small ruminants in North Africa, together with Morocco (22 million head in each country). Sheep breeding represents 80% of the total domestic animal production. Among the nine local Algerian sheep breeds (D'men, Hamra, Ouled-Djellal, Rembi, Taadmit, Sidaoun, Tazegzawt, Berber and Barbarine), Ouled-Djellal, which is considered more productive, is taking the monopole as it accounts for >63% of the Algerian sheep population (MADR, 2010). Crosses between Ouled-Djellal and the other Algerian breeds are a current practice of farmers, who are under increasing pressure to improve productivity (Madani *et al.*, 2003). Many of the local Algerian breeds are under high risk of disappearance (Iniguez, 2005), either because of genetic dilution induced by cross-breeding with the Ouled-Djellal or because they are abandoned and suffer from high census contraction (Madani *et al.*, 2003). A recent study of Gaouar *et al.* (2015), using microsatellites markers and considering six of the nine local breeds, showed that Rembi and Taadmit were highly admixed with Ouled-Djellal, whereas other breeds appeared more preserved.

¹Department of Biology, Aboubakr Belkaid Tlemcen University, Tlemcen, Algeria; ²Molecular and Cellular Laboratory (USTOM), University of Sciences and Technology, Mohamed Boudiaf, Oran, Algeria; ³Laboratoire des Biotechnologies liées à la Reproduction Animale (LBRA) Université de Blida, Blida, Algeria; ⁴Laboratoire des Productions Animales, Biotechnologies et Santé, Institut des Sciences Vétérinaires, Université Chadli Ben-Djedid, El-Tarf, Algeria; ⁵Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Algiers, Algeria; ⁶INRA, UMR1061 Génétique Moléculaire Animale, Limoges, France; ⁷Université de Limoges, UMR1061 Génétique Moléculaire Animale, Limoges, France and ⁸Department of Biosciences, Biotechnologies and Biopharmaceutics, University of Bari, Bari, Italy
Correspondence: Dr A Da Silva, Université de Limoges, UMR1061 Génétique Moléculaire Animale, Limoges, 87000 France.
E-mail: anne.blondeau@unilim.fr

Received 23 January 2016; revised 7 June 2016; accepted 26 July 2016

Article publié N° 04

B-643

[1-7]

Indian J. Anim. Res.,
Print ISSN:0367-6722 / Online ISSN:0976-0555


AGRICULTURAL RESEARCH COMMUNICATION CENTRE
www.arccjournals.com/www.ijaronline.in

Seasonal variations in reproductive parameters of Ouled Djellal rams in the East of Algeria

Yamina Belkhir^{1,2*}, Farida Bouzebda-Afri¹, Zoubir Bouzebda¹, Charef eddine Mouffok⁴ and Amal Djaout^{1,3}

Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health,
Institute Agronomic and Veterinary Sciences, University of Souk-Ahras, 41000, Algeria.

Received: 24-10-2016

Accepted: 24-11-2016

DOI:10.18805/ijar.v0iOF.7266

ABSTRACT

This experiment was carried out on Ouled Djellal rams in order to study the effect of season on testicular size, serum testosterone level and semen characteristics for a period of one year. Blood samples were obtained via jugular vein, and semen was collected by using an electro-ejaculator from six fertile male rams (2-4 years of age) on a monthly basis. In this breed, testis parameters varied seasonally showing the highest average values during autumn. However, the variation of body weight, GSI, serum testosterone levels, mass motility, individual motility and sperm concentration were not significant during the sampling period. The results reported show that the lowest and highest levels of semen volume were recorded in winter (0.62±0.11 ml) and in autumn (1.23±0.09 ml) respectively. The pH value and total number in sperm showed a uniform pattern with low scores during breeding season and high scores in non-breeding season. High percentage of live sperm was recorded during the summer, and high percentage of abnormal sperm was recorded during winter.

Key words: Algeria, Ouled Djellal rams, Ram, Semen, Testosterone, Testis.

INTRODUCTION

The main factors that limit male reproduction efficiency along the year are testicular size, plasma levels of testosterone hormones and semen quality and quantity. These factors may vary according to different environmental and physiological factors such as breed (Avdi *et al.*, 2004), season, nutritional level, temperature, and rainfall (Abdullah *et al.*, 2010).

Ouled Djellal breed is considered one of the most important sheep breed in Algeria. In this country, Ghozlane *et al.* (2005) reported that Ouled Djellal rams expressed a weak seasonal variation in their reproductive variables and Aissaoui *et al.* (2004) found that there is seasonal variation in semen quantity in Algeria. However, no detailed studies of estimations of seasonal variation in testicular size, hormonal concentration and semen quality and quantity have been performed on Ouled Djellal rams. In this context, the fact of knowing the factors affecting variation in semen quality is an essential parameter that can be used to improve this breed in Algeria.

MATERIALS AND METHODS

Animals and research conditions: This study was performed at the Technical Institute of breeding, located in Ain M'Lila, Algeria (35°52' N latitude, 7°6' E longitude).

Over a period of one year from June 21st, 2013 to July 20th, 2014. Data were collected from six sexually mature rams grouped according to age into two batches, each of three rams (batch one with rams of two years; batch two with rams of four years).

These animals were kept under natural photoperiod. Each ram was fed daily 2 kg of hay and 0.8 to 1 kg of commercial concentrate. They also graze for a period of one hour during spring. All rams had free access to water and mineral blocks.

Physical measurements and blood samples: All testicular measurements, body weight and serum testosterone concentration were recorded at monthly intervals, with scrotal circumference being measured using a tape measure, and the combined testes length, testis width and testis thickness determined with the aid of a caliper. Gonadosomatic index (%) was calculated (GSI = [testis weight/body weight] x 100) (Daramola *et al.*, 2015).

A jugular blood sample was collected (08.00 h) from each ram in dry tubes and immediately centrifuged at 1500 × g for 10 min. The harvested plasma was then stored at -20°C until hormone analyses. The concentration of testosterone in plasma was measured in all samples by ICLIA (electro-immunochemiluminescence).

*Corresponding author's e-mail: belkhir_vet@yahoo.fr

¹Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health, Institute Agronomic and Veterinary Sciences, University of Souk-Ahras, 41000, Algeria.

²Biology of Organisms Department, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Batna-2, 05000, Algeria.

³National Institute for Agricultural Research of Algeria (INRAA) (Setif), 19000, Algeria.

⁴Department of Agronomy, University of Setif 19000, Algeria.

Article publié N° 05

Global Veterinaria 18 (2): 85-91, 2017

ISSN 1992-6197

© IDOSI Publications, 2017

DOI: 10.5829/idosi.gv.2017.85.91

Testicular Morphometric Measurements of Ouled Djellal Lambs from Birth to Puberty

^{1,2}Y. Belkhiri, ¹F. Bouzebda-Afri, ¹Z. Bouzebda and ³A. Djaout

¹Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health. Institute Agronomic and Veterinary Sciences, Souk-Ahras University, 41000, Algeria

²Biology of Organisms Department, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Batna-2, 05000, Algeria

³National Institute for Agricultural Research of Algeria (INRAA), Setif, 19000, Algeria

Abstract: Measurement of body weight and testicular parameters is an essential part of breeding soundness evaluation of breeding rams. The aim of this study was to define testicular growth development of Ouled Djellal lamb and the relationship between the testicular morphometrics with age. Sixteen Ouled Djellal male lambs were divided to eight age groups from 1 to 8 months age, keeping 2 lambs in each group. Results revealed significant differences ($P < 0.001$) in testis size, scrotal parameters and gonadosomatic index (GSI) of lambs between all ages (1–8 months), which explained the nonlinear relationship between these parameters and age. A similar trend of growth was observed for the mean body weight, reaching a maximum value of 43.80 ± 0.48 kg at the age of 8 months. The scrotal circumference was highly correlated with testicular parameters and body weight compared to age. The gonadosomatic index showed positive correlation with body weight and testicular weight. Results of the present study revealed that scrotal circumference is a useful indicator and is an important selection criterion to determine the testicular development and breeding soundness of OD lambs as it is highly correlated with testicular parameters.

Key word: Testicular Morphometrics • Age • Body weight • Ouled Djellal Lambs

INTRODUCTION

Growth, one of the most essential traits for farm animals, is defined as an increase in tissues and organs of the animals per unit time and is affected by genetic and environmental factors. The growth that has sigmoid form is explained reliably by nonlinear growth models [1] and it's influenced by genetic and environmental factors.

Testicular biometric parameters at early ages were very useful in selection of breeding sires to collect semen for artificial insemination or breeding purpose. The knowledge of testicular development in rams is of a great importance for determining number of spermatozoa and volume of ejaculate.

Testis size is a standard of fertility and reproductive ability of the ram, as the amount of testicular mass correlated with the sperm production ability [2] and also it may be useful as a selection criterion for improving reproductive capacity in both sexes.

The males with bigger testes produce more sperm than the males with smaller testes. Increasing age and body weight correlated positively with testicular sizes of lambs [3]. These are the potentially useful indicators of reproductive traits and have been used to compose selection indices for rams to use in breeding purpose. These traits are easily measured and correlated with body weight and reproductive performance.


The purpose of this investigation was to measure the development of several testicular and scrotal characteristics and relationship between testicular parameters and body growth in growing lambs.

MATERIALS AND METHODS

Animals and Location: The study was carried out at Khebbaba farm of Mezloug (Setif), Algeria. Mezloug is about 10 kilometers to the South East of Setif, at latitude $36^{\circ} 6' 28$ North and longitude $5^{\circ} 20' 13$ East at mean altitude

Corresponding Author: Yamina Belkhiri, Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health, Institute Agronomic and Veterinary Sciences, Souk-Ahras University, 41000, Algeria and Biology of Organisms Department, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Batna-2, 05000, Algeria. E-mail: Belkhiri_vet@yahoo.fr.

New genetic identification and characterisation of 12 Algerian sheep breeds by microsatellite markers

Ameur Ameur Abdelkader^{a,b} , Neziha Ata^c, Mohammed Tahar Benyoucef^b, Amel Djaout^{d,e}, Nouredine Azzi^f, Onur Yilmaz^c, Ibrahim Cemal^c and Semir Bechir Suheil Gaouar^f

^aNational High School of Agronomical Sciences, Alger, Algeria; ^bDepartment of Agronomical Sciences, University of Akly Muhand Oulhadj, Bouira, Algeria; ^cDepartment of Animal Science, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey; ^dAlgeria's National Institute for Agricultural Research, Setif, Algeria; ^eInstitute of Agro Veterinary Sciences, Mohamed Cherif Messaadia University, Souk Ahras, Algeria; ^fDepartment of Biology, Earth and Universe, University of Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algeria

ABSTRACT

Exposition of variations between breeds is very important for genetic diversity. Determination of this variation is needed to reveal population structure and relationship between populations and planning national breeding and conservation programmes. This study was carried out in 296 animals from 12 different local sheep breeds (Barbarine, Ouled Djellal, Ifilene, Srandi, Daràa, Rembi, Berbere, Taâdmit, Hamra, Sidaou, Tazegzawt and D'men) reared in different regions of Algeria. Fifteen microsatellite markers were used to determine between breed genetic diversity. The population of 12 sheep breeds studied from Algeria exhibited a high number of alleles (24.67) and polymorphic information content (0.90). Observed heterozygosity values were lower than expected for all molecular markers except INRA0123 locus. Obtained G_{ST} value from the present study indicated that 1.9% of total genetic variation resulted from the differences between the breeds. The present study supplied important information to understand between breed genetic differences. Moreover, it has provided the opportunity to discuss with previously reported results. In light of these findings, it can be said that studied microsatellite markers can be successfully used to determine genetic diversity and population structure in Algerian sheep breeds.

ARTICLE HISTORY

Received 25 January 2017
Revised 28 March 2017
Accepted 20 April 2017

KEYWORDS

Genetic diversity; structure; sheep; native sheep breeds

Introduction

Algeria located in north-west of African continent has a significant traditional background for sheep breeding. It played an important role in meeting community needs such as meat, milk and wool. There are 12 important breeds for the sheep breeding such as Ouled-Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'man, Sidaou, Tâadmit, Daraa, Ifilen, Srandi and Tazegzawt. These sheep population have been raised commonly in Algeria for disease-tolerant, good productive characteristics and to adapt disease resistance, in arid, steppe and Saharan conditions (Gaouar et al. 2011, 2014, 2015a, 2015b, 2016a, 2016b; Djaout 2016).

Native breeds are the primary elements of animal breeding and they have complied with ecological, social and economic conditions of different geographies. These elements have taken shape within the process of thousands of year's agricultural society

throughout history of humanity. Unfortunately, it is reported that some breeds are reported to be in danger of extinction and threatening the genetic diversity of Algerian sheep population as in all over the world as a result of rapidly changing industrialisation, socio-economic and economic conditions (Chellig 1992).

Throughout history, the entire Algerian sheep population has passed through three major classifications based on the phenotypic data, morphological descriptions and breeder's notifications. The first is described by Couput (1900), which divided the whole population into three groups according to their geographical position and external phenotype, in the second approach, the population is divided into two groups, main and secondary breeds (Chellig 1992; Gaouar 2002). The final and recent classification based on mapped breeding zones of Algerian sheep population was introduced by Djaout (2016) in which, 12 ovine breeds are phenotypically characterised.

CONTACT Ameur Ameur Abdelkader  ameurabdelkader@gmail.com  National High School of Agronomical Sciences, ENSA, Alger, Algeria

© 2017 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Article publié N° 07



GENETIC AND BIODIVERSITY JOURNAL 2017

<http://ojs.univ-tlemcen.dz/index.php/GABJ>



ETAT DE LA BIODIVERSITE DES «RACES» OVINES ALGERIENNES

Djaout A^{1,2}, Afri-Bouzebda F¹, Chekal F³, El-Bouyahiaoui R², Rabhi A⁴, Boubekeur A², Benidir M², Ameer Ameer A⁴, Gaouar S.B.S^{4,5}

¹Laboratoire des Productions Animales, Biotechnologies et Santé. Institut des sciences Agro-Vétérinaires. Université Mohammed Chérif Messaadia. Souk-Ahras 41.000. Algérie

²Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Algérie.

³Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSTRA. Biskra. 07.000. Algérie

⁴Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen. 13.000. Algérie

⁵Laboratoire de Biologie Moléculaire et Génétique USTO Oran. 31.000. Algérie

Résumé

La richesse de la variabilité des ressources génétiques ovines est non exploitée nous avons constaté la présence de 12 races ovines algériennes comme Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'Man, Sidaou, Tâadmit, Tazegzawt, Ifilène, Srandi et Darâa qui sont bien adaptée aux conditions des milieux. Malheureusement, les croisements anarchiques mènent à une dispersion et une érosion du capital génétique des «races», l'augmentation de la consanguinité dans les troupeaux et une baisse des rendements des élevages. Le risque à moyen terme est l'absorption de certaines «races» par d'autres, et la perte de certains caractères qui font la spécificité de nos «races». De plus, la documentation sur la diversité des races ovines en Algérie est minime voire absente, ainsi plusieurs races nécessitent une description phénotypique et zootechnique pour connaître leurs performances. Ce document décrit les ressources génétiques ovines présentes en Algérie et la diversité entre eux basant sur des enquêtes qui ont été effectuées pendant plus de 17 ans, dans 40 wilayas, basées sur la caractérisation phénotypique de ces «races» au niveau de leurs berceaux, afin de réaliser une carte de répartition des races actualisée et une nouvelle classification des races a été effectuée.

Mots clés Biodiversité, Ovin, Race, Enquête, Phénotype. Répartition

*Correspondance auteur: djaout.amel08@gmail.com. Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Algérie.

Histoire d'Article: Recevoir le 20 Novembre 2016; Réviser le 15 decembre 2016; accepter le 25 decembre 2016

Citation : Djaout et al., (2017) Etat de la biodiversité des «races» ovines algériennes, *Gen. Biodiv. J.* 1(1) 1-17

Article publié N° 08

[Livestock Research for Rural Development 30 \(4\) 2018](#)

[Guide for preparation of papers](#)

[LRRD Newsletter](#)

[Citation of this paper](#)

Description barymétrique de cinq races ovines algériennes

F Afri-Bouzebda, A Djaout¹, Z Bouzebda et Y Belkhiri

Laboratoire des Productions Animales, Biotechnologies et Santé. Institut des sciences Agro-Vétérinaires. Université Mohammed Chérif Messaadia. Souk-Ahras 41.000. Algérie
djaout.amel08@gmail.com

¹ Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Sétif 19.000, Algérie

Résumé

Cette étude de la variabilité barymétrique de cinq races ovines algériennes réparties dans sept wilayas a utilisé 19 mesures corporelles (LTT, LSI, HG, HD, HS, TP, HP, LE, LH, LTro, LIsch, LB, tL, tla, oL, ola, Pc et Lc) sur 430 animaux, 356 femelles (F) et 74 mâles (M) : Ouled-Djellal (129F, 31M), Hamra (50F, 6M), Rembi (49F, 16M), Berbère (83F, 17M) et Barbarine (45F, 4M). Des différences très hautement significatives ont été observées entre les races ($p < 0,001$). L'ACP sur 356 femelles a révélé deux composantes principales qui constituent 70,6% et 9% de l'inertie totale. Cette analyse a permis d'obtenir 4 classes ; une classe était constituée de 281 femelles de toutes les races (63 femelles Ouled Djellal, 83 Berbère, 50 Hamra, 49 Rembi et 36 Barbarine) qui présentent les mensurations moyennes de la population. Le cluster a montré 3 groupes, le premier groupe constitué des races Berbère et Barbarine qui ont une morphométrie très proche, comme la race Rembi et Hamra qui ont constitué le deuxième groupe. La race Ouled Djellal était la mieux conformée ($p < 0,001$) et elle constituait le 3^{ème} groupe. Les résultats des caractères quantitatifs ont montré des valeurs significativement plus élevées pour cette dernière race qui est donc plus grande que les autres.

Mots clés: Algérie, Barbarine, Berbère, Hamra, mesure, Ouled-Djellal, Rembi, taille

Barymetry of five algerian sheep breeds

Abstract

This study on barymetric variability in five Algerian sheep breeds distributed in seven regions used 19 body measurements (TBL, SIL, WH, BH, RH, HG, CD, SW, RW, TW, IW, PL, HW, HL, EW, EL, CP and CH) of 430 animals, 356 females (F) and 74 males (M): Ouled-Djellal (129F, 31M), Hamra (50F, 6M), Rembi (49F, 16M), Berbere (83F, 17M) and Barbarine (45F, 4M). Highly significant differences were observed between breeds ($p < 0.001$). A principal component analysis on 356 females revealing two major components that makes up 70.6% and 9% of the total inertia. It showed 4 classes; one class consists of 281 females of all breeds (63 females Ouled Djellal, 83 Berbere, 50 Hamra, 49 Rembi and 36 Barbarine) which present the average measurements of the population. The cluster analysis showed 3 groups, it defined a similar body measurements between Berbere and Barbarine (1st group), and between Rembi and Hamra breeds (2nd group). Ouled Djellal breed was the best conformed ($p < 0.001$) (3rd group). The results of quantitative traits showed significantly higher values for Ouled Djellal breed, which is so bigger than the others.

Article publié N° 09

Journal of Genetics
 https://doi.org/10.1007/s12041-018-0932-x

© Indian Academy of Sciences

RESEARCH ARTICLE



Biodiversity and selection for scrapie resistance in sheep: genetic polymorphism in eight breeds of Algeria

AMAL DJAOUT^{1,2*}, BARBARA CHIAPPINI³, SEMIR-BECHIR-SUHEIL GAOUAR⁴, FARIDA AFRI-BOUZEBA¹, MICHELA CONTE³, FAKHREDDINE CHEKKAL⁵, RACHID EL-BOUYAHIAOUI², RACHID BOUKHARI⁴, UMBERTO AGRIMI³ and GABRIELE VACCARI³

¹ Laboratoire de Production Animale, Biotechnologie et Santé, Institut des Sciences Agrovétérinaires (ISAV), Université Mohammed Cherif Messaadia, 41000 Souk-Ahras, Algeria

² Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), 19000 Sétif, Algeria

³ Department of Food Safety, Nutrition and Veterinary Public Health, Istituto Superiore di Sanità, 00161 Rome, Italy

⁴ Laboratoire de Physiopathologie et Biochimie de la Nutrition (PpBioNut), Université Abou Bekr Belkaid, 13000 Tlemcen, Algeria

⁵ Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), 07000 Biskra, Algeria

*For correspondence. E-mail: djaout.amel08@gmail.com.

Received 7 March 2017; revised 18 September 2017; accepted 27 September 2017

Abstract. Scrapie is a prion disease that affects sheep and goats. It belongs to the group of transmissible spongiform encephalopathies (TSE). TSEs are characterized by the accumulation of the pathological form (PrP^{Sc}) of the cellular prion protein (PrP^C). The susceptibility of sheep to scrapie is influenced by polymorphisms in the PrP gene (PRNP). The aim of this study was to identify the genetic variability of sheep PRNP in Algerian sheep. Two-hundred and thirteen Algerian sheep from eight breeds (Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbere, Barbarine, Sidaou, Taadmit and Tazegzawt) with no clinical manifestation of scrapie were analyzed. Sequencing of the entire coding sequence of *PRNP*, showed four main alleles (ARQ, ARR, AHQ and ARH) based on codons 136, 154 and 171 with different frequencies among the investigated breeds. Moreover, 14 additional nonsynonymous polymorphisms (Q101R, N103K, M112T, A116P, M137I, L141F, I142M, H143R, N146S, R151G, Y172D, N176K, H180Y and S240P) as well as two synonymous polymorphisms at codons 231 and 237 were found in the *PRNP* gene. Interestingly, the N103K, M137I and I142M polymorphisms were not described in sheep. The ARQ, ARR and ARH haplotypes were present in all breeds with a highest frequency of ARQ in Barbarine. The ARH was absent in Barbarine breed and the VRQ haplotype was absent in all Algerian breeds studied. The ARQ and ARR alleles were the most common with frequencies ranging from 30 to 65% and from 8 to 26%, respectively, in different breeds. These results represent the first study on PRNP variability in Algerian sheep and may serve as a basis for the development of breeding programs to render national sheep breeds resistant to scrapie.

Keywords. *PRNP* gene; sheep breeds; polymorphism; Algeria.

1 Introduction

2 The importance of sheep breeding in Algeria [26,880,000
 3 heads (MADR 2013)] depend on the richness of genetic
 4 resources. Currently, this herd is composed of more than
 5 nine breeds (Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbere, Bar-
 6 barine, D'man, Sidaou, Taadmit and Tazegzawt) with
 7 various resistance characteristics, prolificacy, productivity
 8 of meat, milk and wool, also good adaptability to arid,
 9 steppe and Saharan conditions. Algerian sheep farming is

intended for the production of meat, which is considered
 as the principal source in Algeria. In fact, the religious and
 culinary habits target the consumption of sheep meat per
 year and per inhabitant above that of beef (2614092 versus
 1321433) Quintal Qs (MADR 2013).

In fact, the genetic characterization is the best way to
 study the conservation and improvement of herd productiv-
 ity. In this case, we studied the genetic polymorphisms
 of the prion protein (*PRNP*) gene involved in the suscepti-
 bility of sheep to scrapie in eight sheep breeds of Algeria.

Contribution au génotypage de la population ovine d'Algérie

Résumé

Dans le cadre de l'étude de la biodiversité des ressources génétiques ovines, notre étude concerne le génotypage des races ovines algériennes. Le déterminisme génotypique d'une population suppose la connaissance préalable de sa caractérisation phénotypique et de ses performances. A cet effet l'approche zootechnique aborde d'une part l'aspect phénotypique pour la caractérisation des races, par l'utilisation des mensurations corporelles et des indices zootechniques (sur 430 ovins de race Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère et Barbarine), et d'autre part l'aspect performances à viande et laitières. Ce dernier volet concerne les mesures selon les normes internationales chez 81 animaux de race Ouled Djellal, et par l'enregistrement du GMQ chez 105 agneaux. Quant à l'étude génotypique, elle concerne l'analyse du polymorphisme génétique du gène PNRP de la tremblante du mouton sur 213 échantillons de huit races. La caractérisation baryométrique a permis de révéler une nette supériorité de la race Ouled Djellal pour tous les caractères étudiés. Alors que l'étude des caractères phénotypiques montre une faible diversité génétique, excepté pour la Hamra. L'estimation du poids vif est basée sur l'application de la formule $PV=57,9*TP3$ utilisant le tour de poitrine. De plus, le contrôle du GMQ indique une faible productivité du troupeau qui est relative au taux de mortalité et la conduite d'élevage. L'étude du polymorphisme à la PRNP chez huit races ovines (Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Berbère, Barbarine, Tazegzawt, Taadmit et Sidaou) en utilisant 213 échantillons indique que ces races ont des fréquences élevées des allèles de résistance à la tremblante (ARQ, AR₁₄₃RQ et ARQK₁₇₆) avec l'absence de l'haplotype VRQ qui est lié la sensibilité à la tremblante. De plus, des nouveaux polymorphismes N103K, M137I, I142M ont été décrits pour la première fois chez les ovins. Ces races présentent aussi une diversité génétique considérable au niveau des codons autres que ceux liés à la sensibilité à la maladie. L'arbre phylogénétique, ainsi que l'analyse de Cluster ont permis de révéler une approche génétique étroite entre la race Ouled Djellal et Taadmit, entre la race Berbère et Rembi, et enfin entre la race Hamra et Sidaou. Ces résultats sont analysés puis discutés.

Mots clés

Caractérisation – Phénotype – Génotype – Pathologie – Races – Ovins – Algérie

DJAOUT Amal

Tel : 05.58.73.69.96

Mail : djaout.amel08@gmail.com