



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 : **Zootchnie**
Option : **Gestion et santé en élevage des petits ruminants**

Titre

*Caractérisation morpho-biométrique et constantes
biologiques chez l'âne d'Algérie (Equus asinus)*

Présentée par

HANNANI Hania

Jury

1	MAAZI Mohamed Cherif	Pr.	Université Mohamed Cherif Messaadia, S.Ahras	Président
2	MERGHAD Amina	MCA	Université Mohamed Cherif Messaadia, S.Ahras	Examinatrice
3	RIGHI Souad	MCA	Université Chadli Bendjedid, El-Tarf	Examinatrice
4	HADEF Ahmed	MCA	Université Chadli Bendjedid, El-Tarf	Examineur
5	BOUZEBDA Zoubir	Pr.	Université Mohamed Cherif Messaadia, S.Ahras	Directeur
6	BOUZEBDA- AFRI Farida	Pr.	Université Mohamed Cherif Messaadia, S.Ahras	Co-directrice

Remerciements

Louange à Dieu, le tout puissant qui m'a toujours soutenu et m'a donné le courage ainsi- que la patience pour achever ce travail de recherche.

Je remercie tous ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin, pour l'aboutissement de cette tâche

*Je suis particulièrement sensible et reconnaissante à l'honneur que me fait monsieur **MAAZI Mohamed Cherif**, professeur à l'université Mohamed Cherif Messaadia –Souk-Ahras-d'accepter malgré ses nombreuses préoccupations, de présider le jury de cette thèse. Je voudrais qu'il trouve ici, l'expression de ma respectueuse gratitude et mes sincères remerciements.*

*Madame **MERGHAD Amina**, Maitre de conférences- A- à l'université Mohamed Cherif Messaadia –Souk-Ahras ; qui m'honore pour avoir accepté et jugé ce travail.*

*Madame **RIGHI Souad**, Maitre de conférences- A- à l'université Chadli Bendjedid d'El-Tarf; pour laquelle j'ai beaucoup de respect. Ma sincère gratitude pour votre disponibilité et gentillesse.*

*Monsieur **HADEF Ahmed**, Maitre de conférences- A- à l'université Chadli Bendjedid d'El-Tarf; qui a accepté de faire partie du jury de thèse et examiner mon travail. Hommages respectueux.*

*Monsieur **BOUZEBDA Zoubir** ; professeur à l'université Mohamed Cherif Messaadia –Souk-Ahras- directeur de ma thèse, qui m'a fait l'honneur en acceptant d'encadrer mon sujet de recherche.*

Je lui suis sincèrement reconnaissante pour les précieux conseils et suggestions qu'il m'a apporté, ainsi que pour les contacts qu'il m'a permis d'établir avec d'autres chercheurs dans le présent domaine.

Je suis très sensible à la bienveillance et à l'attention qu'il a toujours manifesté à mon égard.

*Madame **BOUZEBDA AFRI Farida** ; professeure au département des sciences vétérinaires, institut des sciences agro-vétérinaires – Taoura- Université Mohamed Cherif Messaadia –Souk-Ahras- qui a manifesté un grand intérêt pour mon travail et m'a toujours apporté son aide précieuse. Qu'elle soit assurée de mon affection. Ses suggestions et ses encouragements m'ont été d'une très grande utilité. Qu'elle trouve ici, ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.*

*Docteur **AMARA Hichem** ; medecin spécialiste (anatomo-pathologiste) - chef du laboratoire d'anatomie pathologique à l'EPH El-Hadi Bendjedid- El-Tarf- Ainsi que pour l'ensemble de son équipe d'ingénieurs de laboratoire et spécialement madame **MARREF Hanen**, doctorante à l'université Chadli BENDJEDID –El-Tarf- pour tous les encouragements, l'aide, la facilité d'accès au laboratoire et tout le temps consacré dans la réalisation du travail expérimental.*

Docteur **KHEMIS Mohamed Dhia El-Hak** ; pour la disponibilité, l'aide, les efforts et la compréhension lors de la réalisation et la présentation de l'étude statistique concernant l'élaboration de ce mémoire.

Monsieur **FERRAZ Mohamed Salah**; ancien directeur du **parc animalier de Brabtia**, pour l'aide et l'attention portées pour mon travail ainsi que pour l'ensemble des agents du parc pour leur soutien, compréhension et surtout les efforts fournis lors de la réalisation des échantillonnages et qui sans eux ce travail n'aurait pas abouti. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Madame **HANNANI Amel** ; technicienne supérieure de laboratoire au sein de l'E.P.H. Bouzid Amar d'El-Kala, ainsi que l'ensemble des agents du même laboratoire pour l'accueil chaleureux, l'aide et les efforts fournis lors de la préparation des échantillons nécessaires à la réalisation de cette thèse.

Monsieur **LAISSANI Aala** ; ancien chef de service du laboratoire central de l'E.P.H. Bouzid Amar d'El-Kala, qui a montré une large coopération et m'a grandement ouvert les portes du laboratoire au moment où des difficultés sont apparues lors de la réalisation des analyses héματο-biochimiques.

Sincères remerciements

Dédicaces

A mes parents qui m'ont toujours soutenu dans l'élaboration de ce précieux travail ; pour leurs encouragements sans faille aucune quant à la réalisation de mon rêve de faire des études supérieures. Par ailleurs, ils n'ont jamais cessé de me soutenir pour toujours avancer quel que soit les difficultés rencontrées dans mon chemin.

Un objectif et un rêve partagés. Qu'ils sachent que leur place demeurera immense et irremplaçable dans mon cœur et ma pensée.

Qu'ils soient fiers, car ce mémoire est un témoignage de reconnaissance et d'amour pour eux.

A ma grand- mère Fatma, qui m'a toujours soutenu dans les moments difficiles avec ses conseils afin de garder le moral. Longue vie grand-mère.

A mon cher et unique frère ; Khaled Abdellatif.

A ma sœur Amel ; qui n'a pas cessé de me soutenir pour fournir plus d'efforts lors de la réalisation de ce travail.

A mon adorable chouchou Amira ; médecin vétérinaire, qui par sa collaboration et contribution à la réalisation de ce travail a permis son enrichissement. Bonne chance et bonne continuation.

A mes nièces et mon neveu ; Nardine, Ranim et Adem

A ma tante Nachida et ses enfants ; Mohamed et Souhil

A mes cousins, cousines, et tous mes proches.

A toute ma famille, et que ces modestes lignes servent de témoignage pour mon attachement infailible au lien sacré des familles "HANNANI et BELKHEIR".

A mes copines Sameh, Houria ; Que notre amitié dure éternellement.

A mes chers ami(e)s et collègues ; pour leurs encouragements ainsi que pour les agréables et inoubliables années passées ensemble.

A tous mes collègues de la faculté des sciences de la nature et de la vie et spécialement ceux du département des sciences vétérinaires de l'université Chadli Bendjedid d'El-Tarf

A tous ceux dont les noms ont été tus par respect pour leur humilité.

HANIA

Résumé

En Algérie, les ânes connaissent une diminution drastique de leurs effectifs nécessitant un regain d'intérêt pour l'espèce afin d'éviter son déclin et son extinction. De plus, l'intérêt économique que peut présenter ces animaux impose la mise en place d'un programme d'amélioration et de sauvegarde de la population asine algérienne (*Equus asinus*). Dans l'objectif de contribuer à la connaissance de cette population que ce travail a été mené. L'effectif se compose de 113 ânes adultes, de sexes et d'âges différents couvrant 3 wilayas frontalières (El-Tarf, Souk-Ahras et Tebessa). Trois volets ont été abordés.

Le premier volet a concerné, l'établissement d'une classification ethnique et fonctionnelle par l'observation (6 caractères qualitatifs) ainsi que, la réalisation de mensurations corporelles (13 critères morpho-métriques) sur 65 ânes, permettant le calcul des indices zootechniques de ces animaux. Le second est axé sur la définition des paramètres biologiques, et la mise en place de valeurs hématologiques et biochimiques de référence par la réalisation de NFS et de bilans biochimiques sur des prélèvements de sang jugulaire de 37 ânes. Concernant le troisième volet qui étudie les variations de l'activité de la reproduction de 48 mâles, s'intéresse au suivi des variations de la biométrie testiculaire droite et gauche (LT, IT, ET, PT, P, VT, Vp) et de l'histologie (réalisation des coupes histologiques) durant 4 saisons (PR, NR, PrR et R). L'effet des variations de l'âge, du sexe, du BCS ainsi que des saisons sur les variations de l'ensemble des variables préalablement évoqués a été également abordé.

Les résultats laissent apparaître une population composée de 4 classes hétérogène d'animaux de couleur de robe majoritairement bai (61,5 %), d'une longueur moyenne du corps (LT= 115,76±7,23 cm), d'une hauteur moyenne au garrot (HG= 110,15±8,49 cm) et d'un poids allant de PV1= 151,30±25,45 kg à PV2= 158,83±26,77 kg. Cette population est d'un profil rectiligne (HDD= 0,96±0,03), de proportion longiligne (ICP= 0,98±0,21 et ICR= 1,00±0,09) avec un format hypermétrique (IDT= 0,12±0,01), compact à tendance lourde (IC= 1,05±0,05). De plus, il est apparu que les variables quantitatives sont influencées par les variations du sexe ($p = 0,004$) et du BCS ($p = 0,004$). L'échantillon animal retenu a présenté des moyennes des paramètres hématologiques et biochimiques variables selon l'âge ($p = 0,01$), le sexe ($p < 0,05$) et leur interaction âge*sexe ($p < 0,05$). Les ânes étudiés présentent des valeurs moyennes sensiblement basses du glucose sanguin (Glu= 0,58±0,18 UI/L) et de la créatinine (Créa= 11,17±2,36 UI/L). Un taux relativement élevée du triglycéride (Trig= 3,29±4,01 UI/L) et relativement bas de l'urée (Urée= 0,17±0,06 UI/L) ont également été observé. Le suivi de l'activité de la reproduction a montré que celle-ci est fortement liée à l'âge ($P = 0,000$), à la saison ($p = 0,000$) ainsi qu'à leur interaction (âge*saison) ($p = 0,000$). Ces animaux ont présenté une activité de la reproduction très accentuée durant les saisons du printemps et d'été alors qu'elle, se ralentit durant l'automne et est à ses bas niveaux durant la saison d'hiver.

Les résultats obtenus permettent, l'observation d'une grande diversité phénotypique et biologique, conduisant à la contribution dans l'élaboration de programme de sauvegarde des populations asines autochtones et permettre le maintien de la diversité animale en Algérie.

Mots clés : Algérie, âne, biochimie, hématologie, morphologie, testicules.

Abstract

In Algeria, donkeys are experiencing a drastic decrease in their numbers, requiring a renewed interest in the species to avoid its decline and extinction. Moreover, the economic interest that these animals can present imposes the implementation of a program of improvement and safeguard of the Algerian donkey population (*Equus asinus*). This work was carried out to contribute to the knowledge of this population. The population is made up of 113 adult donkeys, of different sexes and ages, covering 3 border wilayas (El-Tarf, Souk-Ahras, and Tebessa).

The first part concerned the establishment of an ethnic and functional classification by observation (6 qualitative characteristics) as well as the realization of body measurements (13 morpho-metric criteria) on 65 donkeys, allowing the calculation of zootechnical indices of these animals. The second part focuses on the definition of biological parameters and the establishment of hematological and biochemical reference values by carrying out NFS and biochemical assessments on samples of jugular blood from 37 donkeys. Concerning the third part which studies the variations of the activity of reproduction of 48 males, is interested in the follow-up of the variations of the right and left testicular biometry (LT, IT, ET, PT, P, VT, Vp) and histology (realization of histological sections) during 4 seasons (PR, NR, PrR and R). The effect of variations in age, sex, BCS, and seasons on the variations in all the variables previously mentioned was also discussed.

The results show a population composed of four heterogeneous classes of animals with a predominantly bay coat color (61.5%), an average body length (LT= 115.76±7.23 cm), an average height at the withers (HG= 110.15±8.49 cm), and a weight ranging from PV1= 151.30±25.45 kg to PV2= 158.83±26.77 kg. This population has a rectilinear profile (HDD= 0.96±0.03), of elongated proportion (ICP= 0.98±0.21 and ICR= 1.00±0.09) with a hypermetric format (IDT= 0.12±0.01), compact with a heavy tendency (IC= 1.05±0.05). In addition, the quantitative variables were found to be influenced by variations in sex ($p=0.004$) and BCS ($p=0.004$). The selected animal sample presented variable means of hematological and biochemical parameters according to age ($p=0.01$), sex ($p<0.05$), and their age*sex interaction ($p<0.05$). The donkeys studied had significantly low mean values for blood glucose (Glu= 0.58 ± 0.18 IU/L) and creatinine (Crea= 11.17±2.36 IU/L). A relatively high triglyceride level (Trig= 3.29±4.01 IU/L) and a relatively low urea level (Urea= 0.17±0.06 IU/L) were also observed. Monitoring of reproductive activity showed that it was strongly related to age ($P = 0.000$), season ($p = 0.000$) and their interaction (age*season) ($p = 0.000$). These animals showed a high level of reproductive activity during the spring and summer seasons, while it slowed down during the autumn and was at its lowest levels during the winter season.

The results obtained allow the observation of a great phenotypic and biological diversity, leading to the contribution in the elaboration of a program for the safeguard of the autochthonous asinine populations and allowing the maintenance of the animal diversity in Algeria.

Keywords: Algeria, donkey, biochemistry, hematology, morphology, testicles.

المخلص

في الجزائر، الحمير هي أكثر الحيوانات إهمالاً وأقلها دراسة. إنهم يشهدون انخفاضاً حاداً في أعدادهم مما يتطلب اهتماماً متجدداً بالأنواع من أجل تجنب تدهورها وانقراضها. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب المصلحة الاقتصادية التي قد تقدمها هذه الحيوانات إنشاء برنامج من أجل تحسين وحماية السلالة (*Equus asinus*) والتي تتضمن توصيف وتحديد خصائصها المظهرية والعضوية. بهدف المساهمة في معرفة هذه الفئة، تم تنفيذ هذا العمل على إجمالي 113 من الحمير البالغة من مختلف الجنسين والأعمار في أقصى شرق الجزائر تغطي 3 ولايات حدودية (الطارف، سوق أهراس، تبسة). لهذا السبب، تم الاقتراب من ثلاثة جوانب.

يتعلق الجزء الأول بإنشاء تصنيف عرقي ووظيفي لهذا النوع من خلال الملاحظة (6 خصائص نوعية) وكذلك تحقيق قياسات الجسم (ثلاثة عشر (13) معياراً شكلياً) (على 65 حمراً) مما يسمح بحساب مؤشرات تربية الحيوانات. أما الثاني فكان مهتماً بتعريف المؤشرات البيولوجية والقيم المرجعية من خلال إجراء تحاليل لعينات دموية ل 37 حمراً. فيما يتعلق بالجزء الثالث، فدراسة الاختلافات في النشاط التناسلي ل 48 ذكراً ممكنة من خلال مراقبة الاختلافات في القياس الحيوي للخصية اليمنى واليسرى (LT, IT, ET, PT, P, VT, Vp) والأنسجة (المقاطع النسيجية) خلال 4 مواسم (PR و NR و PrR و R). تأثير التغيرات في العمر والجنس و BCS وكذلك الفصول على المتغيرات المدروسة.

تظهر النتائج مجموعة مكونة من 4 فئات غير متجانسة. معظم الحيوانات بنية اللون (61.5 %)، بمتوسط طول الجسم (LT = 115.76 ± 7.23 سم)، و متوسط الارتفاع عند الكتفين (HG = 110.15 ± 8.49 سم) ويتراوح الوزن من PV1 = 151.30 ± 25.45 كغ إلى PV2 = 158.83 ± 26.77 كغ. هذه المجموعة مستقيمة (HDD = 0.96 ± 0.03)، ممدودة (ICP = 0.98 ± 0.21 و ICR = 1.00 ± 0.09) بتنسيق مفرط (IDT = 12.0 ± 0.01)، مضغوط (CI = 1.05 ± 0.05)، يدعم وزنه بشكل سيئ. بالإضافة إلى ذلك، يبدو أن المتغيرات الكمية تتأثر بالتغيرات في الجنس (ع = 0.004) و BCS (ع = 0.004). قدمت العينة الحيوانية المختارة معاملات الدم والكيمياء الحيوية المتفاوتة حسب العمر (ع = 0.01) والجنس (ع > 0.05) والعمر * التفاعل الجنسي (ع > 0.05). كان للحمير التي تمت دراستها قيم متوسطة منخفضة جداً لجلوكوز الدم (Glu = 0.58 ± 0.18 ود) والكرياتينين (Crea = 11.17 ± 2.36 ود). لوحظ أيضاً مستوى مرتفع نسبياً من الدهون (Trig = 3.29 ± 4.01 ود) وانخفاض اليوريا نسبياً (Urée = 0.17 ± 0.06 ود). أظهرت مراقبة النشاط الإنجابي أنه يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالعمر (P = 0.000)، الموسم (P = 0.000) بالإضافة إلى تفاعلهم (العمر * الموسم) (P = 0.000). أظهرت هذه الحيوانات نشاطاً تناسلياً ملحوظاً للغاية خلال فصلي الربيع والصيف بينما تتباطأ أثناء الخريف وتكون عند مستوياتها المنخفضة خلال فصل الشتاء.

تسمح النتائج التي تم الحصول عليها بملاحظة وجود تنوع بيولوجي وظاهري كبير في المجموعة المدروسة مما أدى إلى المساهمة في تطوير برنامج حماية مجموعات الحيوانات المحلية وبالتالي السماح بالحفاظ على التنوع الحيواني في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: الحمير، علم الأحياء، مورفولوجيا، التكاثر، الخصيتين.

Table des matières

I. Introduction	1
II. Matériels et méthodes	14
II.1. Zone d'étude	14
II.2. Description phénotypique	14
II.2.1. Objectifs.....	14
II.2.2. Matériel animal.....	15
II.2.3. Variables étudiées.....	19
II.2.3.1. Collecte des données.....	19
II.2.3.2. Variables quantitatives.....	19
II.2.3.2.1. Mensurations réalisées.....	19
II.2.3.2.2. Estimation du poids vif des animaux.....	21
II.2.3.2.3. Les indices biométriques calculés.....	21
II.2.3.3. Variables qualitatives.....	22
II.2.4. Analyses statistiques.....	23
II.3. Etude des paramètres hématologiques et biochimiques	23
II.3.1. Objectifs.....	23
II.3.2. Matériel animal.....	24
II.3.3. Matériel biologique.....	24
II.3.4. Variables étudiées.....	25
II.3.4.1. Variables hématologiques.....	25
II.3.4.2. Variables biochimiques.....	25
II.3.5. Analyses statistiques.....	26
II.4. Etude de l'activité de la reproduction des mâles	27
II.4.1. Animaux.....	27
II.4.2. Prélèvement des organes.....	27
II.4.3. Suivi morpho-biométrique et histologique de l'activité de la reproduction.....	28
II.4.3.1. Mensurations testiculaires.....	28
II.4.3.2. Calcul du volume testiculaire et parenchymateux.....	29
II.4.3.3. Conservation des organes et fixation.....	29
II.4.3.4. Réalisation des coupes histologiques.....	29
II.4.3.5. Analyse statistique.....	32
III. Résultats	33
III.1. Description phénotypique	33
III.1.1. Analyse descriptive des caractères phénotypiques.....	33
III.1.2. Analyse descriptive des mensurations corporelles.....	34
III.1.3. Facteurs de variation des mensurations corporelles.....	36
III.1.3.1. Analyse multivariée de la variance.....	37
III.1.3.2. Variations des mensurations corporelles selon l'âge.....	38
III.1.3.3. Variations des mensurations corporelles selon le sexe...	39
III.1.3.4. Variations des Mensurations corporelles selon le BCS...	41

III.1.4. Analyse descriptive des indices biométriques.....	42
III.1.5. Facteurs de variation des indices biométriques.....	43
III.1.5.1. Variations des indices biométriques selon l'âge.....	43
III.1.5.2. Variations des indices biométriques selon le sexe.....	43
III.1.5.3. Variations des indices biométriques selon le BCS.....	43
III.1.5.4. Effets et interactions de l'âge, du sexe et du BCS sur les variations des composantes générées.....	44
III.1.6. Diversité de la population étudiée.....	45
III.1.6.1 Analyse par correspondances principales des variables quantitatives.....	45
III.1.6.2. Analyse factorielle des variables qualitatives.....	48
III.1.6.3. Classification hiérarchique ascendante de la population.	49
III.1.6.4. Caractérisation de la population étudiée par l'utilisation des caractères qualitatifs.....	49
III.2. Etude des variations des paramètres hémato-biochimiques.....	51
III.2.1. Variations des paramètres hématologiques.....	51
III.2.1.1. Analyse descriptive des paramètres hématologiques.....	51
III.2.1.2. L'ACP réductionnelle des variables hématologiques.....	51
III.2.1.3. Analyse par correspondances principales des variables hématologiques.....	52
III.2.2. Facteurs de variation des variables hématologiques.....	53
III.2.2.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres hématologiques.....	53
III.2.2.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres hématologiques.....	55
III.2.2.3. Effet de l'interaction de l'âge et du sexe sur les variations des composantes générées.....	56
III.2.3. Variations des paramètres biochimiques.....	56
III.2.3.1. Analyse descriptive des paramètres biochimiques.....	56
III.2.3.2. L'analyse en composante principale des variables biochimiques.....	57
III.2.3.3. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives.....	58
III.2.4. Facteurs de variation des variables biochimiques.....	59
III.2.4.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres biochimiques	59
III.2.4.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres biochimiques.....	59
III.2.4.3. Effets de l'interaction de l'âge et du sexe sur les variations des composantes biochimiques générées.....	61
III.2.5. Corrélations entre les valeurs hémo-biologiques et biochimiques.....	62
III.3. Etude de l'activité de la reproduction des mâles.....	64
III.3.1. Variations de l'activité de la reproduction.....	64

III.3.2. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives.....	64
III.3.3. Analyse multivariée de la variance.....	65
III.3.4. Effets et interactions de l'âge et de la saison sur les variations des composantes générées.....	65
III.3.5. Facteurs de variation de l'activité de la reproduction.....	66
III.3.5.1 Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon l'âge.....	66
III.3.5.2. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon les saisons.....	67
III.3.6 Variation de la structure histologique testiculaire.....	68
III.3.6.1. Structure testiculaire.....	68
III.3.6.2. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison d'hiver.....	72
III.3.6.3. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison du printemps.....	73
III.3.6.4. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison d'été.....	74
III.3.6.5. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison d'automne.....	75
IV. Interprétation et discussion.....	76
IV.1. Description phénotypique.....	76
IV.1.1. Caractérisation de la population d'étude.....	76
IV.1.2 Caractéristiques phénotypiques.....	76
IV.1.3. Caractérisation morpho-biométrique.....	78
IV.1.3.1. Valeurs moyennes des paramètres morpho-biométriques.....	78
IV.1.3.2. Corrélations entre les variables quantitatives.....	85
IV.1.3.3. Facteurs de variation.....	86
IV.1.3.4. Valeurs moyennes des indices zootechniques.....	88
IV.1.3.5. Facteurs de variation des indices zootechniques.....	89
IV.1.3.6. Les interactions entre les différents facteurs de variations.....	90
IV.1.4. Diversité de la population étudiée.....	90
IV.1.4.1. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives.....	90
IV.1.4.2. Analyse factorielle des variables qualitatives.....	91
IV.1.4.3. Classification hiérarchique ascendante.....	91
IV.1.4.4. Caractérisation de la population par le biais des caractères qualitatifs.....	92
IV.2. Etude des paramètres hématologiques et biochimiques.....	94
IV.2.1. Etude des paramètres hémo- biologiques.....	94
IV.2.1.1. Etude de l'érythrogramme.....	94
IV.2.1.1.1. La numération des globules rouges.....	95

IV.2.1.1.2. La concentration en hémoglobine.....	95
IV.2.1.1.3. Le taux d'hématocrite.....	96
IV.2.1.1.4. Le volume globulaire moyen.....	96
IV.2.1.1.5. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	96
IV.2.1.1.6. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	96
IV.2.1.1.7. Indice de distribution de la taille des globules rouges.....	97
IV.2.1.2. Etude de la formule leucocytaire.....	97
IV.2.1.2.1. es leucocytes.....	97
IV.2.1.2.2. La numération des lymphocytes.....	98
IV.2.1.2.3 La numération cellulaire moyenne.....	98
IV.2.1.2.4 La numération des granulocytes.....	98
IV.2.1.3. Etude de la numération plaquettaire.....	99
IV.2.1.3.1. La numération plaquettaire.....	98
IV.2.1.3.2. Le volume moyen plaquettaire.....	99
IV.2.1.3.3. L'indice de distribution plaquettaire.....	99
IV.2.1.3.4. La plaquettocrite.....	100
IV.2.1.4. Facteurs de variation des variables hématologiques....	100
IV.2.1.4.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres hématologiques.....	100
IV.2.1.4.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres hématologiques.....	102
IV.2.1.4.3. Effet de l'interaction âge × sexe sur les variations des composantes hématologiques générées.....	103
IV.2.2. Etude des paramètres biochimiques.....	103
IV.2.2.1. Exploration hépatique.....	103
IV.2.2.1.1. Protéines totales.....	103
IV.2.2.1.2. L'albumine.....	104
IV.2.2.1.3. Les enzymes hépatiques.....	104
IV.2.2.1.3.1 Les transaminases.....	104
IV.2.2.1.3.1.1. L'alanine aminotransférase.....	105
IV.2.2.1.3.1.2. L'aspartate aminotransférase...	105
IV.2.2.1.3.2. Gamma Glutamyl-Trans-Peptidase....	105
IV.2.2.1.3.3. Les protéases alcalines.....	106
IV.2.2.1.4. L'acide urique.....	107
IV.2.2.1.5. Les lipides totaux.....	107
IV.2.2.1.5.1. Cholestérol.....	107
IV.2.2.1.5.2. Les triglycérides.....	108
IV.2.2.2. Exploration rénale.....	109
IV.2.2.2.1. Créatinine.....	109

IV.2.2.2.2 Urée.....	109
IV.2.2.3. Exploration du métabolisme glucidique.....	110
IV.2.2.3.1. Glucose.....	110
IV.2.2.4. Facteurs de variation des variables biochimiques.....	110
IV.2.2.4.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres biochimiques.....	111
IV.2.2.4.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres biochimiques.....	112
IV.2.2.4.3. Effet de l'interaction âge × sexe sur les variations des composantes biochimiques générées.....	113
IV.2.2.4.4. Corrélation entre les variables hématologiques et biochimiques.....	113
IV.3. Etude de l'activité de la reproduction des mâles.....	114
IV.3.1. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon l'âge.....	114
IV.3.2. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon les saisons.....	120
IV.3.3. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon l'interaction âge × saison.....	124
IV.3.4. Variation de la structure testiculaire selon les saisons.....	124
IV.3.4.1. Structure testiculaire.....	124
IV.3.4.2. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire en fonction des saisons.....	126
Conclusion générale et recommandation.....	127
Références bibliographiques.....	132
Annexes	

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Classement des races d'ânes selon Dechambre.	2
2	Evolution de la population asine algérienne.	8
3	Evolution des études scientifiques concernant l'espèce asine dans le monde.	11
4	Distribution du nombre d'articles publiés dans les différents domaines de recherche concernant l'espèce asine.	12
5	Localisation de la zone d'étude (03 wilayas).	14
6	Population étudiée.	15
7	Dentition de l'âne selon l'âge.	16
8	Détermination de l'âge selon la denture.	17
9	Notes de l'état corporel chez l'âne	18
10	Mensurations corporelles effectuées.	21
11	Prélèvement du sang jugulaire.	24
12	a/ centrifugation. b/ sérum séparé.	24
13	a/ Carcasse d'âne après abattage, b/ Identification des échantillons, c/ Testicule après préparation.	28
14	Mensurations testiculaires réalisées. a/ Longueur testiculaire, b/ Largeur testiculaire, c/ Epaisseur testiculaire, d/ Tour testiculaire.	28
15	Fixation des échantillons prélevés.	29
16	a/ Pièces testiculaires, b/Mise en place des pièces dans une cassette identifiée.	30
17	a/ Circulation automatique, b/ Système d'inclusion (enrobage), c/ Emplacement du tissu dans la paraffine, d/ Insertion de la base de la cassette.	31
18	a/ Réalisation des coupes sur microtome, b/ Bain Marie, c/Mise en place dans l'étuve.	31
19	Etapas de coloration. a/ Etape préparatoire à la coloration, b/ La coloration, c/ Etape préparatoire au montage.	32
20	Etapas de montage. a/ Table de montage, b/ Lames avec Eukitt®, c/ Lames histologiques préparées.	32
21	Présentation graphique des variations des moyennes selon le sexe.	40
22	Présentation graphique des variations des moyennes selon la note de l'état corporel	42
23	Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) chez la population caprine.	46
24	Présentation des mensurations corporelles par ACP.	47
25	Présentation des individus par ACP.	47
26	Carte factorielle obtenue par AFCM.	48
27	Arbre hiérarchique sur carte factorielle.	48
28	Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes).	19
29	Effet de l'âge sur les variations des moyennes des paramètres hématologiques.	54

30	Effet du sexe sur les variations des moyennes des paramètres hématologiques.	60
31	Effet du sexe sur les variations des moyennes des valeurs des paramètres biochimiques.	60
32	Effet de l'âge et du sexe sur les variations des moyennes des valeurs des paramètres biochimiques.	62
33	Variations des mensurations des testicules droits et gauches selon les catégories d'âge considérées	67
34	Variations des mensurations des testicules droits et gauches selon les saisons.	68
35	a/ Testicule et épидидyme des équidés. Conformation et moyen de fixité, b/ Conformation et moyens de fixité des testicules prélevés.	68
36	Aspect testiculaire à la coupe.	69
37	A/ Coupe histologique transversale de l'épididyme chez l'âne (× 10) B/ Coupe histologique transversale d'épididyme chez l'âne (× 40).	69
38	A/ Coupe histologique d'un lobe testiculaire (× 10), B/ Coupe histologique des tubes séminifères (× 40).	70
39	Identification des cellules de la lignée germinale dans le TS.	70
40	A/ Coupe transversale des canaux efférents chez l'âne (× 10), B/ coupe d'un canal efférent chez l'âne (×20).	71
41	Tubes séminifères durant la saison d'hiver. A/ Mois de décembre, B/ Mois de janvier.	72
42	Canaux efférents durant la saison d'hiver. A/ Mois de décembre, B/ Mois de janvier.	72
43	Tubes séminifères durant la saison du printemps. A/ Mois de mars, B/ Mois d'avril.	73
44	Canaux efférents durant la saison du printemps. A/ Mois de mars, B/ Mois d'avril.	73
45	Tubes séminifères durant la saison d'été. A/ Mois de juillet, B/ Mois d'août.	74
46	Canaux efférents durant la saison d'été. A/ Mois de juillet, B/ Mois d'août.	74
47	Tubes séminifères durant la saison d'automne. A/ Mois de septembre, B/ Mois d'octobre.	75
48	Structure histologique de la saison d'automne. A/ « épидидyme » de mois septembre, B/ « canal efférent » mois d'octobre.	75
49	Individu appartenant à la classe 01.	92
50	Individu appartenant à la classe 02.	93
51	Individus appartenant à la classe 03.	93
52	Individus appartenant à la classe 04.	94

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Composition du lait de l'ânesse par rapport au lait d'autres espèces.	5
2	Effectifs de la population asine mondiale de 2010 à 2018.	6
3	Principaux pays éleveurs d'ânes de 2010 à 2018.	7
4	Population asine dans les pays nord- africain de 2010 à 2018.	7
5	Détermination de l'âge selon la dentition.	15
6	Caractéristique de la population asine utilisée pour la description phénotypique.	19
7	Définitions des mesures réalisées.	20
8	Définitions des indices calculés.	22
9	Caractères qualitatifs observés.	22
10	Variables hématologiques étudiées.	25
11	Variables biochimiques étudiées.	26
12	Analyse descriptive des caractères qualitatifs.	33
13	Analyse descriptive des mensurations corporelles.	34
14	Corrélations entre les mensurations corporelles.	35
15	Matrice des composantes générées.	36
16	Définition biologique des axes de l'ACP réductionnelle.	37
17	Analyse multivariée de la variance.	38
18	Variations des variables selon l'âge.	39
19	Variations des variables quantitatives selon le sexe.	40
20	Variations des variables selon le BCS.	41
21	Analyse descriptive des indices biométriques.	42
22	Corrélations entre les indices biométriques.	42
23	Variations des indices biométriques selon l'âge.	43
24	Variations des indices biométriques selon le sexe.	43
25	Variations des indices biométriques selon le BCS.	44
26	Effets de l'âge, du sexe et du BCS et de leurs interactions sur les variations des composantes générées.	44
27	Variance totale expliquée.	46
28	Caractères des classes déterminées par l'analyse par ACM.	50
29	Analyse descriptive des paramètres hématologiques.	51
30	Matrice des composantes générées.	52
31	Tableau récapitulatif des composantes des axes de l'ACP réductionnelle.	52
32	Variance totale expliquée.	53
33	Effet de l'âge sur les variations des paramètres hématologiques.	54
34	Effet du sexe sur les variations des moyennes des paramètres hématologiques.	55
35	Effets de l'âge, du sexe et de leurs interactions sur les variations des composantes générées de la population étudiée.	56

36	Moyennes et écarts- types des paramètres biochimiques.	57
37	Matrice des composantes générées.	57
38	Tableau récapitulatif des axes de l'ACP réductionnelle.	58
39	Analyse en composantes principales des variables biochimiques.	58
40	Effet de l'âge sur les variations des moyennes des paramètres biochimiques.	59
41	Effet du sexe sur les variations des moyennes des paramètres biochimiques.	60
42	Effets de l'âge, du sexe et de leurs interactions sur les variations des composantes biochimiques générées de la population étudiée.	61
43	Matrice de corrélation entre les composantes hématologiques et biochimiques générées.	63
44	Matrice des composantes générées.	64
45	Variance totale expliquée.	64
46	Analyse multivariée des données réduites.	65
47	Effets de l'âge, de la saison ainsi que leurs interactions (âge x saison) sur les variations des composantes générées.	66
48	Variations des moyennes des mensurations testiculaires selon l'âge.	66
49	Variations des moyennes des mensurations testiculaires selon les saisons.	67
50	Tableau récapitulatifs des résultats obtenus comparés à ceux d'autres auteurs en Afrique.	83
51	Tableau récapitulatifs des résultats obtenus comparés à ceux d'autres auteurs en Europe.	84

Liste des abréviations

AV-JC	Avant Jésus Christ	Min.	Minimum
m	Mètre	Max.	Maximum
cm	Centimètre	Sig.	Signification
€	Euro	B.C.S	Body Condition Score
β	Béta	LT	Longueur totale du corps
L	Litre	LoD	Longueur du dos
Lyz	Lysozyme	LoC	Longueur du canon
Kg	Kilogramme	LC	Longueur du cou
\$	Dollar Américain	LOD	Longueur des oreilles droites
IL	Interleukine	LOG	Longueur des oreilles gauches
TNF-α	Tumoral Necrose Factor	LoT	Longueur de la tête
O.N.U	Organisation des Nations Unies	LH	Largeur aux hanches
F.A.O	Food and Agriculture Organization	LE	Largeur aux épaules
A.D.N	Acide Désoxy- ribo Nucléique	HG	Hauteur au garrot
N	Nord	HC	Hauteur à la croupe (hauteur de la hanche)
E	Est	PT	Tour de poitrine (périmètre thoracique)
°C	Degré Celsius	PC	Tour du canon antérieur (Périmètre du canon)
%	Pourcent	ICP	Indice corporel de profil ou de Corpulence
Moy	Moyenne	IDT	Indice dactylo-thoracique
E.T	Ecart- type	±	plus ou moins
IC	Indice de compacité	Mid	Numération cellulaire moyenne
HDD	Hauteur devant - derrière	VGM	Volume globulaire moyen
ICR	Indice corporel relatif	TCMH	Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine
MANOVA	Analyse multivariée de la variance	CCMH	Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine
ANOVA	Analyse de la variance à un seul facteur	Albu- BS	Albumine
GLM	General linear Model	Chol-BM	Cholestérol
AFC	Analyse factorielle des composantes	PLT	Numération plaquettaire

CHA	Classification hiérarchique ascendante	VMP	Volume moyen plaquettaire
UI/L	Unité internationale/ Litre	IDP	Indice de distribution plaquettaire
g/dl	Gramme/décilitre	GGT	Gamma glutamyl-trans-peptidase
Pg	Picogramme	Glu	Taux du glucose sanguin
HCT	Taux d'hématocrite	PAL	Phosphatases alcalines
Hb	Concentration en hémoglobine	Prot	Taux des protéines sériques dans le sang
GB	Numération de globules blancs	ASAT	Aspartame amino-transférase
GR	Numération de globules rouges	ALAT	Alanine amino-transférase
Lymph	Numération de lymphocytes	IDR-CV	Indice de distribution des globules rouges
Gran	Numération de granulocytes	Ac U	Acide urique
VT	Volume Testiculaire	IT	Largeur Testiculaire
LT	Longueur Testiculaire	ET	Epaisseur Testiculaire
ETG	Epaisseur testiculaire gauche	Spz	Spermatozoïde
ETD	Epaisseur testiculaire droite		
PT	Périmètre Testiculaire		
P	Poids testiculaire		
Vp	Volume parenchymateux		
TS	Tube séminifère		
EPS	Epithélium pseudostratifié		
ci	Stériocils		
FML	Fibre musculaire lisse		
TC	Tissu conjonctif		
ML	Muscle lisse		
TI	Tissu interstitiel		
CE	Canal efférent		
EPTH CC	Epithélium cylindrique cilié		
CS	Cellule de Sertoli		
CL	Cellule de Leydig		
Spc A	Spermatocyte A		
Spc B	Spermatocyte B		
Spt	Spermatide		

Introduction

Introduction

La domestication des animaux, et des plantes a résolument transformé le cours de l'histoire humaine. Elle a fourni aux premiers fermiers des sources alimentaires prévisibles, et a influencé la densité et la mobilité des humains, permettant ainsi l'apparition des civilisations (**Librado et Orlando, 2021**).

La première vague de domestication a permis, l'apparition des premiers foyers de cette dernière entre 11 000 et 10 000 an AV-JC ainsi que celle des principaux animaux de rente notamment : les bovins, ovins, caprins et porc (**Zeder, 2008**). L'augmentation de la fréquence de mobilité, et des besoins en moyens efficaces de transport a mené à une deuxième vague de domestication, qui est supposée avoir commencé dans les prairies Eurasiennes il y a environ 6 000 ans et dont a résulté celles du cheval, de l'âne et du dromadaire.

La domestication de l'âne a radicalement changé les anciens systèmes de transport en Afrique et en Asie. Elle a permis, la circulation terrestre des personnes et des biens avec une influence sur l'organisation des premières villes et sociétés pastorales (**Colli, 2012 ; Rosenbom et al., 2014**).

La notion de race chez les animaux domestiques est d'abord avancée dans les ouvrages zootechniques de façon assez vague, sans critères clairement définis, *a fortiori* chez l'âne qui n'a jamais bénéficié d'une sélection de l'homme, contrairement aux chevaux. **Buffon (1775)**, est extrêmement discret sur cette notion : « Il y a différentes races parmi les ânes comme chez les chevaux, mais que l'on connaît moins parce qu'elles n'étaient ni soignées ni suivies avec la même attention ». Jusqu'à la fin du 18^{ème} siècle, le flou reste de mise.

Sanson (1867), dans ses applications de la zootechnie, au cours de la seconde moitié du 19^{ème} siècle, divise les races d'ânes en deux types primaires qui regroupent plusieurs races :

- **Le type d'Afrique**, peut-être originaire d'Egypte, qui s'est répandu dans le monde entier du fait de son aptitude au travail. Il toise 1 m à 1,30 m, présente le plus souvent une robe grise à bande cruciale, mais d'autres couleurs existent, notamment le blanc.

Selon Sanson, la race d'Egypte et la race commune de type africain ont subi « toutes les dégradations possibles, sous l'influence de conditions d'existence moins bonnes ».

- **Le type d'Europe**, qui est fondamentalement celui des zones méridionales de l'Europe, mais ayant subi un mélange avec la race africaine.

Les sujets les plus typiques se rencontrent aux Baléares, en Catalogne, Italie, Gascogne et Poitou. Il toise 1,30 m, et plus.

La robe est habituellement brune foncée, avec quelques zones blanchâtres. Les ânes d'Europe sont principalement exploités pour la production du mulet.

Introduction

A cette période, Sanson, ne range que trois races dans ce dernier type :

Outre la race asine poitevine, il en est de la race commune, qui comprend tous les animaux ne faisant pas l'objet de soins particuliers et qui se sont plus ou moins mélangés, avec la race d'Afrique ainsi que celle de Gascogne, de Catalogne et d'Italie,.

On remarque que la notion de race est encore peu définie, et se réfère principalement à la taille, la situation géographique et aux soins apportés aux animaux. **Dechambre (1921)**, dans son traité de Zootechnie, utilise un classement différent. Il se base sur la morphologie de l'animal, et différencie les races à profil droit ou convexe, puis divise à nouveau les types pour aboutir à cinq races :

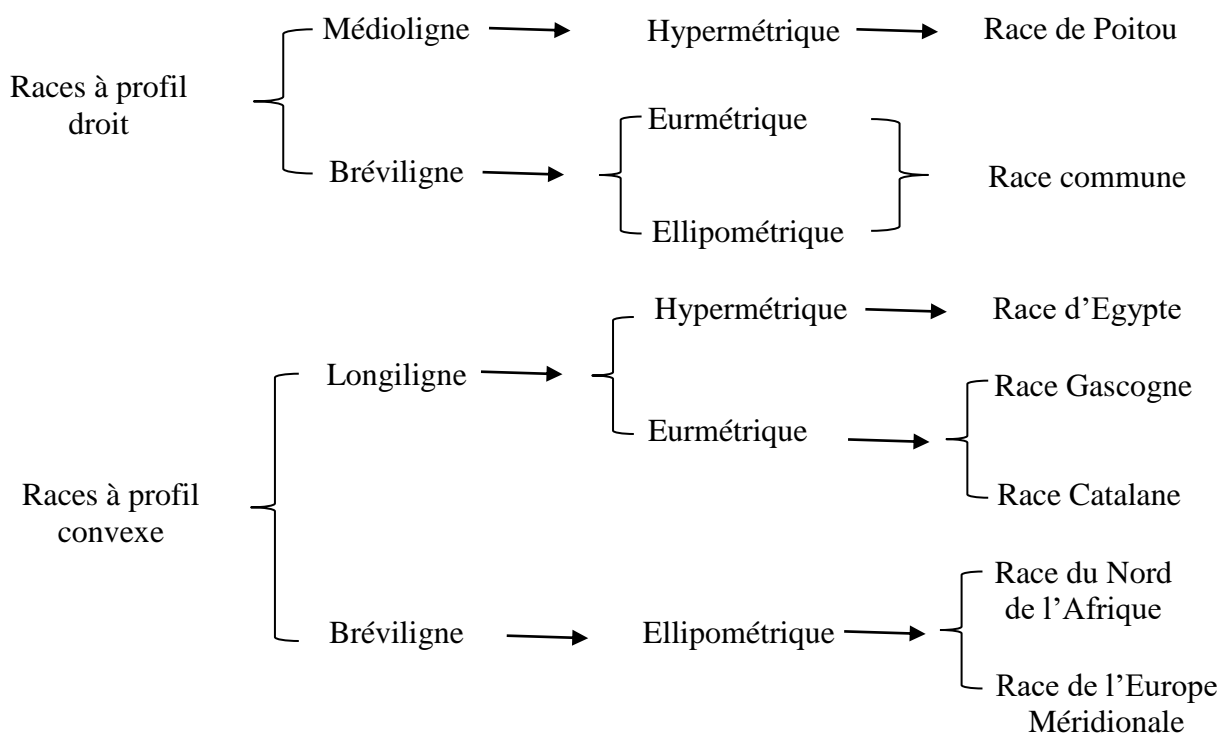


Figure 1. Classement des races d'ânes selon Dechambre (1921) (In Denel, 2001).

Les études entreprises sur l'espèce révèlent que les événements de domestication et les processus historiques des ânes domestiques font à ce jour l'objet de débat (Marshall et al., 2005 ; Rossel et al., 2008 ; Wang et al., 2021).

Les études zoo-archéologiques, ethnographiques et plus récemment génétiques dévoilent que l'histoire de la domestication de l'âne est plus complexe que cela n'a été décrit par plusieurs auteurs. Elles mettent en évidence deux hypothèses alternatives pour une domestication en Afrique à partir de l'âne sauvage d'Afrique *Equus asinus africanus* (Epstein, 1971 ; Clutton-Brock, 1992 ; Marshall, 2007).

Introduction

Les études effectuées sur l'ADN mitochondrial confirment que toutes les espèces appartenant au genre *Equus* ont une origine commune, et identifient deux clades profonds, à savoir, les caballines et les zèbres/ânes. Ces clades profonds se sont fondus il y a environ 3 millions d'années en Amérique du Nord et par la suite dispersés dans le vieux continent (**Mc Fadden, 2005**).

Des données génomiques suggèrent que *Equus* est l'origine de tous les chevaux contemporains, des zèbres et des ânes apparus il y a 4 à 4,5 millions d'années (**Orlando et al., 2013; Vilstrup et al., 2013**).

Selon la taxonomie de l'IUCN, actuellement acceptée (**Moehlman, 2002**), les équidés modernes sont représentés par les huit espèces existantes du genre *Equus* : le cheval domestique (*E. caballus*), le cheval Przewalski (*E. przewalskii*), le kiang (*E. kiang*), le zèbre de montagnes (*E. zebra*), le zèbre des plaines (*E. quagga*) et le zèbre Grevy (*E. grevyi*), l'âne sauvage d'Asie (*E. hemionus*), l'âne sauvage d'Afrique (*E. africanus*) (**Rosenbom et al., 2014**).

Des études menées par **Beja- Pereira et al. (2004)** et **Kimura et al. (2011)** sur l'ADN mitochondrial des ânes, révèlent l'existence de deux grandes lignées génétiques appartenant probablement à l'âne sauvage de Nubie, (*Equus asinus somalicus (somalienensis)*) ancêtre de l'âne de l'Est de l'Afrique et à l'âne sauvage de l'Atlas (*Equus asinus atlanticus*) ancêtre de l'âne du Maghreb et du Yemen. **Jordana et al., (2016)** et **Xia et al., (2019)** rapportent que ces lignées ont résulté d'un processus simultané de domestication.

Cette constatation est remise en cause par **Ma et al., (2020)** qui rapportent dans leur recherche une importante diversité de la population asine liée à des processus de domestication non simultanés et une histoire de migration tout à fait indépendante. Les analyses phylogéniques sur des séquences du cytochrome β démontrent que les ânes sauvages d'Afrique et d'Asie sont deux espèces sœurs. Elles confirment leur coexistence avec les chevaux du continent américain, il y a 2,6 millions d'années, avant leur migration. Il est à signaler que selon **Rosenbom et al. (2014)**, les deux espèces ont subi des processus d'évolution différente.

L'âne sauvage d'Asie est davantage présent depuis l'extrême Est de l'Asie jusqu'à l'extrême Ouest méditerranéen, et du centre de la péninsule arabique jusqu'au nord du subcontinent indien.

Au maghreb, Eisenmann suggère l'évolution de l'âne à partir de *Equus tabeti* et *Equus melkensis* avant 1,4 million d'années (**Eisenmann, 1992**).

Thomas (1884) rapporte la présence des équidés asinien en Algérie bien avant l'ère quaternaire au niveau de la région de l'Oued- Seguen (commune de la wilaya de Mila actuellement). Leur description est apparue depuis 1857 (**Richard, 1857 ; Thomas, 1884**).

Dans ses travaux sur les origines des ânes d'Algérie, **Sam (2020)** rapporte la ressemblance morphométrique entre l'âne actuel et l'âne du pleistocène (*Equus melkiensis*).

Introduction

Dans les pays en voie de développement (comme en Asie ou en Afrique), où la mécanisation reste encore faible, les ânes assurent un rôle fort important dans les économies de ces pays. Ils sont, en général, utilisés pour le transport, montés, bâtés ou attelés (**FAO, 2013 ; Davis, 2019 ; Geiger *et al.*, 2020**).

La robustesse proverbiale de l'âne, liée à une grande rusticité et un corps de faible format explique son importance pour les populations peu fortunées du Maghreb et du Sahara.

Si utile dans la vie rustique, l'âne occupe dans les villes maghrébines un rôle non négligeable, il peut, seul, assurer dans la Casbah d'Alger l'évacuation des ordures ménagères.

La chair de l'âne n'est pas consommée, sauf en cas d'extrême famine. Chez les Touaregs, les crottes d'âne entre dans la fabrication d'emplâtres pour soigner les blessures. Le lait d'ânesse est semblé t'il utilisé pour guérir certains maux des yeux, comme l'urine pour les maux de poitrine (**Camps *et al.*, 2012**).

Dans les pays développés, en revanche, les hommes ne ressentent plus la nécessité d'utiliser les ânes, compte-tenu du développement technologique de ces derniers justifiant, les faibles effectifs rencontrés.

S'il existe encore des ânes et que l'on observe même une légère augmentation des effectifs, c'est grâce au regain d'intérêt du public pour les ânes qui deviennent, aujourd'hui, des animaux de compagnie (**FAO, 2013**). Ainsi, le prix de l'âne est passé de 75 € à 140 € dans divers pays européens (**The donkey sanctuary, 2017**).

La peau de l'âne est devenue un marché très convoité par les contrebandiers, depuis que celle-ci est devenue très demandée par la Chine. Son prix en l'état est passé de 3 € à 75 €. Ainsi que le prix de vente de l'ejiao peut atteindre 375 \$/kg (**The donkey sanctuary, 2017 ; Bennett et Pfuderer, 2020**). Au même titre que les défenses des éléphants ou de la corne de rhinocéros, la peau d'âne serait utilisée en médecine chinoise.

Selon les recherches, la valeur économique nette d'un équidé de labour peut atteindre 2 272 \$ par an au Kenya, tandis que le revenu net annuel s'élève en moyenne à 330 \$ par âne de labour en Éthiopie (**Valette, 2015**).

Les ânes sont connus pour leur production laitière depuis l'époque romaine. Les propriétés nutritionnelles, thérapeutiques et cosmétiques sont rapportées depuis longtemps. Le lait d'ânesse est le plus cher au monde. En Italie, le prix varie entre 9 et 15 €/L pour le lait cru d'ânesse alors que pour le lait d'ânesse pasteurisé, son prix varie entre 14 et 17,5 €/L. Le traitement de ce lait fait osciller son prix de 275 à 360 €/L pour le lait en poudre ou lyophilisé (**Miraglia, 2020**).

Actuellement le lait d'ânesse est fortement demandé surtout en Chine (**Salimei E., 2011**) et en Europe (**Giacometti *et al.*, 2016 ; Mc Lean et Navas Gonzalez, 2018**). Bien qu'aucune donnée n'existe sur le taux de consommation globale du lait d'ânesse, **Uniacke-Lowe et Fox (2011)** rapportent que 30 millions de personnes en consomment.

Introduction

Aujourd'hui, il est bien admis que ce lait possède de particularités nutritionnelles et caractéristiques comparables au lait maternel humain (Altomonte *et al.*, 2019). Pour ce fait, il est indiqué dans les cas d'intolérance au lait maternel (Mansueto *et al.*, 2013 ; Cavallarin *et al.*, 2014 ; De Palo *et al.*, 2017 ; Aroua *et al.*, 2019) ou même pour les enfants prématurés (Coscia, 2018).

Comparé au lait des ruminants, le lait d'ânesse contient en moyenne une teneur en matières grasses, en protéines et en caséine inférieure, un diamètre moyen plus faible de globules graisseux, une quantité plus faible d'acides gras saturés et une teneur plus élevée en C18 : 3 n 3 (Santillo *et al.*, 2018) de lactose et de vitamine D (Martini *et al.*, 2018 a ; 2018 b).

Par ailleurs, sa teneur en oligo-éléments, notamment en calcium, phosphore, sodium, potassium et magnésium est intermédiaire à celles contenues dans le lait de vaches et le lait maternel (Fantuz *et al.*, 2012 ; Malacarne *et al.*, 2019).

Tableau 1. Composition du lait de l'ânesse par rapport au lait d'autres espèces (Santillo *et al.*, 2018)

Paramètres (%)	Source du lait				
	Femme	Anesse	Vache	Brebis	Chèvre
Acides gras	2,29±0,12	0,53±0,01	3,63±0,12	8,16±0,32	4,14±0,15
Protéines totales	1,21±0,13	1,46±0,04	3,53±0,56	6,01±0,48	3,22±0,35
Caséine	0,48±0,21	0,57±0,02	2,72±0,10	4,56±0,13	2,29±0,12
Lactose	7,49±0,13	6,78±0,15	4,69±0,10	4,37±0,11	4,18±0,12

Le lait d'ânesse est riche en lysozymes c-type (Lyz) (Li *et al.*, 2020), inhibiteur naturel du développement de certaines pathologies bactériennes (Yvon *et al.*, 2019 ; Martini *et al.*, 2019 ; Salari *et al.*, 2019). Il possède également une activité antivirale de certaines fractions protéiques contre les echovirus type 5 (Genre *Enterovirus* de la famille des *Picornaviridae*) (Brumini *et al.*, 2013), anti-inflammatoire (Yvon *et al.*, 2016) et anti-oxydante (Papademas *et al.*, 2015 ; Li *et al.*, 2018).

Le lait asin, est préconisé comme excellent anti-allergique dans l'alimentation infantile, dans les cas des allergies alimentaires aux protéines du lait des vaches (Kugler *et al.*, 2008 ; WHO, 2011 ; Salimei, 2011 ; Polidori et Vincenzetti, 2013 ; Murgia, 2016 ; Raspa, 2019 ; Sarti *et al.*, 2019 ; Miraglia, 2020). Cette utilisation est justifiée, du fait de sa faible teneur en α 1- et β -caseines ainsi que des traces de α 2- et k-caseines (Vincenzetti *et al.*, 2017).

Mao *et al.* (2009) ainsi que Shariatikia *et al.* (2017), décrivent une activité anti-tumorale du lait d'ânesse et révèlent que certaines fractions du lait d'ânesse étudiées permettent d'augmenter la production d'Interleukine-2 (IL-2), IL-6 et IL-1- β , d'Interféron- γ et de TNF- α . De plus, elles auraient une action directe sur les cellules tumorales A549 du cancer du poumon.

Introduction

Le lait d'ânesse est destiné à la fabrication de cosmétiques (Cosentino *et al.*, 2015 ; Aroua *et al.*, 2018). Or, il n'existe que très peu de données scientifiques sur l'efficacité réelle du lait d'ânesse dans ce domaine. Cette production s'appuie sur une mode issue de la légende de Cléopâtre, mais aucune preuve n'a jamais été apportée de son intérêt. De plus, la plupart des savons vendus dans le commerce contiennent moins de 5% de lait d'ânesse, pour des raisons techniques de conservation (Valy, 2012).

La demande croissante, ainsi que l'intérêt porté pour le commerce des peaux et de la viande d'âne dans de nombreux pays méditerranéens (Polidori *et al.*, 2008 ; Lompech *et al.*, 2018) et asiatiques notamment la Chine (Miao, 2013 ; Gaye, 2016, Skippen *et al.*, 2021) est devenue un problème mondial de plus en plus préoccupant sur le plan du bien-être animal (Dai *et al.*, 2019 ; The donkey sanctuary, 2019), de la santé publique et de la stabilité économique, sociale et culturelle. Cette expansion est si rapide que de nombreuses familles n'ont pas pris conscience des conséquences plus générales de la réduction des populations locales, nationales et continentales des ânes (The donkey sanctuary 2017).

Les statistiques officielles des annuaires de l'O.N.U. et de la F.A.O. ne donnent qu'une approximation du nombre d'ânes domestiques dans les différents pays du monde, essentiellement en Afrique. Ceci est dû au fait qu'une partie notable de la population asine est laissée en liberté et que les bêtes ensauvagées se reproduisent sans que leur effectif ne soit contrôlé. Les variations sont parfois considérables qu'ils apparaissent discutables dans les statistiques annuelles (Camps *et al.*, 2012).

Il est à constater, que l'effectif asin africain a suivi une progression relativement importante au cours de ces dix dernières années. En effet, il a été enregistré 17 337 821 têtes au cours de l'année 2010, contre 30 275 505 en 2018, soit une augmentation de 74,62%. Cette forte progression, épouse la même allure que la population asine mondiale, où les effectifs sont passés de 40 128 104 têtes en 2010 à 50 457 833 têtes recensées en 2018, soit une croissance de 26,01% (Tableau 2).

Tableau 2. Effectifs de la population asine mondiale (têtes) de 2010 à 2018 (FAOSTAT, 2020)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Afrique	17 337 821	17 707 916	25 117 872	25 466 626	25 913 013	28 950 172	29 861 718	30 491 234	30 275 505
Asie	15 383 394	15 236 014	15 005 502	14 722 783	14 708 321	14 361 061	13 980 085	12 988 595	13 123 204
Amérique	6 954 309	6 882 244	6 802 028	6 754 715	6 762 032	6 720 363	6 727 804	6 670 904	6 654 295
Europe	443 580	442 509	421 058	407 273	391 920	393 215	387 358	377 611	395 910
Océanie	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	8 957	8 920	8 928	8 919
Monde	40 128 104	40 277 687	47 355 460	47 360 397	47 784 285	50 433 769	50 965 885	50 537 272	50 457 833

Introduction

La plus importante densité asine est constatée à l'est de l'Afrique .L'Ethiopie occupe le premier rang mondial suivi par le Soudan et le Tchad avec des effectifs estimés respectivement à 8 542 747,7 608 854 et 3 080 295 têtes d'ânes enregistrés en 2018 (Tableau 3).

Tableau 3. Principaux pays éleveurs d'ânes (têtes) de 2010 à 2018 (FAOSTAT, 2020).

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ethiopie	6 209 665	6 438 435	6 748 357	6 953 077	7 428 037	7 881 394	8 439 220	8 793 747	8 542 747
Soudan	-	-	7 540 600	7 551 900	7 563 288	7 574 666	7 586 079	7 597 458	7 608 854
Pakistan	4 600 000	4 678 000	4 764 000	4 853 000	4 942 000	5 034 000	5 127 000	5 222 000	5 319 000
Mexique	3 260 000	3 260 000	3 280 000	3 280 000	3 281 000	3 282 546	3 282 525	3 282 872	3 283 853
Tchad	460 000	468 000	476 000	480 000	500 554	2 804 210	2 989 288	3 186 581	3 080 295
Chine	5 101 000	4 852 800	4 624 300	4 257 100	4 257 100	3 836 200	3 423 700	2 592 600	2 677 800

Concernant les pays nord- africains, l'Egypte est en première position avec un cheptel avoisinant les 1 338 450 individus. Le Maroc occupe la deuxième place avec l'observation d'une diminution de son effectif de 950 750 têtes recensées en 2010 contre 934 000 têtes, soit une regression de 1,79%.Cependant, la Tunisie détient le troisième effectif s'élevant à 242 415 têtes asines enregistrées en 2018 (Tableau 4).

Par ailleurs, selon des données officielles (FAOSTAT, 2020), l'Algérie enregistre une importante diminution de son cheptel asinien de 141 272 individus enregistrés en 2010 à 84 051 têtes en 2018 (Tableau 4, Figure 2). Ces données ne reflètent que partiellement la réalité puisqu'aujourd'hui, de nombreux équidés échappent à ce recensement.

La répartition de la population asine est inégale et concerne les différentes régions de l'Algérie .Il est à signaler que les trois quarts de l'effectif asin sont répartis essentiellement dans les wilaya d'Adrar, d'El-Oued, de Sidi Bel-Abbes, de Tlemcen, de Skikda, de Sétif, de Médéa, de Ouargla, de Ain-Defla et de Tizi-Ouzou. Dans ces régions, l'âne vit parmi la population et y occupe une place non négligeable.

Tableau 4. Population asine dans les pays nord- africains (têtes) de 2010 à 2018 (FAOSTAT, 2020)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Egypte	1 323 109	1 291 103	1 270 964	1 285 581	1 277 363	1 452 262	1 449 794	1 385 237	1 338 450
Maroc	950 750	950 190	947 110	944 360	947 000	950 000	932 000	930 000	934 000
Tunisie	240 100	240 100	240 200	240 200	241 000	241 395	242 362	242 190	242 415
Algérie	141 272	146 830	139 170	133 645	134 920	122 106	112 846	95 176	84 051
Lybie	29 000	29 000	29 000	29 000	29 000	28 998	27 131	27 033	26 784

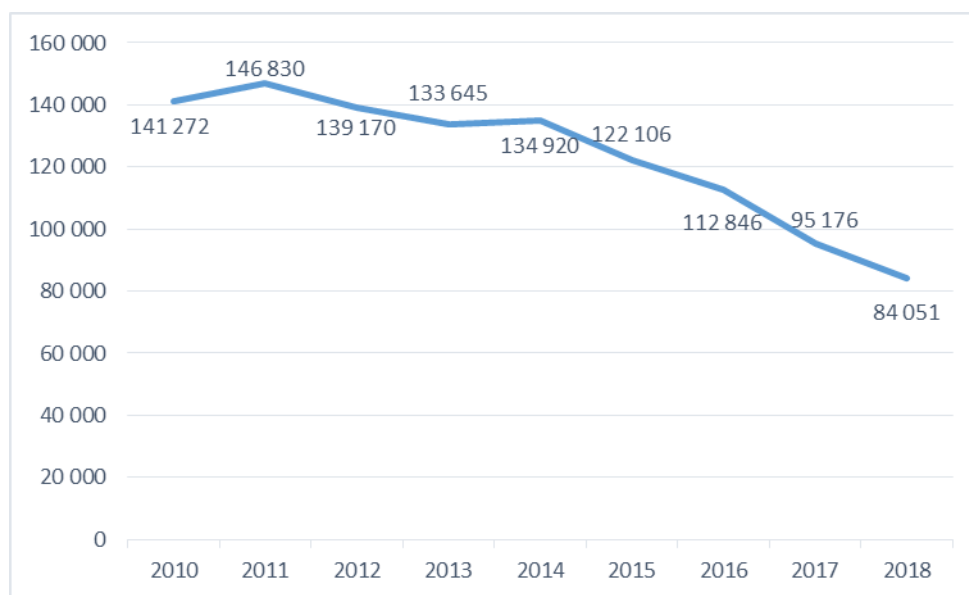


Figure 2. Evolution de la population asine algérienne (Adapté d'après FAOSTAT, 2020)

Au moment où une très forte augmentation est observée au niveau africain, la distribution du cheptel asinien tend vers une régression importante au niveau des autres continents. Ceci est notamment remarqué en Asie où une nouvelle distribution des effectifs place le Pakistan au premier rang grâce à la stratégie adoptée pour la préservation de son patrimoine et notamment l'interdiction de l'export des peaux d'ânes. Ce qui a mené à une évolution des effectifs de 4 600 000 têtes en 2010 à 5 319 000 individus en 2018. La Chine s'est replacée en deuxième position suite à une régression de 47,50 % de son cheptel. Son effectif est ainsi passé de 5 101 000 têtes en 2010 à 2 677 800 têtes en 2018 (Tableau 3).

Les effectifs observés en Amérique du Sud sont relativement stables et où le Mexique occupe le premier rang avec 3 283 853 têtes. En Amérique du Nord, les effectifs augmentent lentement contrairement aux effectifs en Europe qui accusent une diminution, particulièrement au Sud et à l'Est du vieux continent (Camillo *et al.*, 2017 ; FAOSTAT, 2020).

Durant le 20^{ème} siècle, l'amélioration de la technologie et l'industrialisation croissante a progressivement affecté la gestion et l'utilisation des ânes (Starkey et Starkey, 2000) conduisant à une réduction importante de leurs effectifs. De ce fait, un grand nombre de races asines est en danger d'extinction surtout en Espagne (Aranguren-Mendez *et al.*, 2002), en Italie (Starkey et Starkey, 2004), en Grèce (Arsenos *et al.*, 2010 ; Malissiova *et al.*, 2015), au Portugal (Quaresma *et al.*, 2016) et en France (Halgrain *et al.*, 2018). Cet état de fait, la conservation de la diversité génétique est d'une importance capitale (Frankham, 1995 ; Caballero et Toro, 2002).

La caractérisation des ressources génétiques animales, est une condition indispensable pour leur bonne gestion (Ollivier et Foulley, 2013). Afin de maintenir les races et leur diversité génétique comme une ressource unique pour l'avenir, un accord international est mis en place (Boettcher *et al.*, 2010 ; Schäler, 2019).

Introduction

La connaissance incomplète, à la fois de la variabilité morphologique, squelettique et de la répartition géographique des anciennes populations, continue à confondre le lien entre les populations existantes isolées et leurs ancêtres menant ainsi à un surclassement taxonomique des taxons éteints ou en voie de disparition (**Bennett *et al.*, 2017**).

Les inventaires raciaux comportent le recueil d'informations sur chaque race, pour une caractérisation phénotypique dont le but est d'évaluer les différences entre races et de déceler, si possible, la part de l'origine génétique de ces différences.

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 voir impossibles. (**Bennett *et al.*, 2017**).

Pour les éleveurs, la diversité zoo-génétique représente une ressource, dans laquelle on puise 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 (**Barber *et al.*, 2014**).

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 zoo-génétiques 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.

La caractérisation des ressources zoo-génétiques englobe toutes les activités associées à l'identification, à la description qualitative et quantitative, et à la documentation des populations animales. Le but est d'obtenir une meilleure connaissance des ressources zoogénétiques, de leurs utilisations présentes et, éventuellement, futures pour l'alimentation et l'agriculture dans des environnements définis, et leur état actuel en tant que populations raciales différentes (**FAO, 1984 ; Rege, 1992**).

Au niveau national, la caractérisation comprend l'identification des ressources zoo-génétiques du pays et l'enquête sur ces ressources. Le processus comprend également, la documentation systématique des informations collectées pour faciliter l'accès. Les activités de caractérisation devraient favoriser, la conception de prévisions objectives et fiables sur la performance des animaux dans des environnements définis, et comparer ainsi la performance potentielle à l'intérieur des différents systèmes de production d'un pays ou d'une région. Il s'agit, par conséquent, d'un travail plus approfondi qu'une simple récolte de rapports existants (**Rege, 1992**).

Introduction

Les renseignements obtenus par le processus de caractérisation, favorisent une prise de décision éclairée sur les priorités de la gestion des ressources par les différents groupes d'intérêt, dont les agriculteurs, les gouvernements au niveau national et régional et les organismes internationaux (**FAO/PNUE, 1998**). Ces décisions politiques visent, à promouvoir la mise en valeur des ressources zoo- génétiques tout en garantissant la conservation de ces ressources, pour les besoins des générations présentes et futures.

La diversité génétique est basée sur la variabilité des gènes, entre ou à l'intérieur des espèces et de leurs populations. L'intérêt actuel porté à la biodiversité, représente le support de base sur lequel peut agir la sélection, il est admis que plus la diversité est grande dans un groupe d'individus (sous populations, population, espèce), plus il sera facile pour certains individus de s'adapter à de nouvelles conditions environnementales. En plus de permettre une plus grande adaptabilité des individus, elle permettra également de réduire la dépression de la consanguinité et diminuera ainsi le risque d'extinction (**Frankham, 2005**). L'origine de la diversité génétique, est le résultat des variations des séquences d'ADN (polymorphisme génétique) et des effets de l'environnement (forces évolutives) (**Stockwell et al., 2003**).

D'une manière générale, la caractérisation des races animales se fait suivant plusieurs méthodes qui peuvent être phénotypiques (caractères morpho- biométriques), biochimiques (paramètres sanguins) ou immunogénétiques (polymorphisme des protéines du sang), cytogénétiques (nombre, formes et anomalies chromosomiques) ou moléculaires (analyse des marqueurs directement situés sur l'ADN).

La caractérisation phénotypique et génétique moléculaire des ressources zoo- génétiques, est essentiellement utilisée pour mesurer et décrire la diversité génétique de ces ressources, afin de les comprendre et les utiliser de façon durable. Elle désigne généralement, l'identification de races distinctes et la description de leurs caractéristiques externes et productives dans un milieu de production donné (**FAO, 2013**). Les caractères considérés sont d'abord, les caractères visibles et généralement qualitatifs, comme la couleur de la robe ou du plumage, et de nombreux caractères morphologiques. Il s'agit souvent de caractères, dont le déterminisme génétique est assez simple, et qui sont peu influencés par le milieu. À l'opposé, les performances zootechniques sont des caractères quantitatifs très dépendants du milieu.

La caractérisation morpho-biométrique est une méthode, qui fait appel aux caractères phénotypiques, tels que les caractéristiques morphologiques (morphologie de la tête et du corps, couleur de la robe, des pattes,...), aux mesures (taille, poids, hauteur au garrot, indice auriculaire ...) ou aux performances (vitesse de croissance, production laitière, vitesse de course ...). Elle est habituellement utilisée pour caractériser, et comparer les races d'animaux d'élevage et est généralement basée sur l'étude des variantes à effet visible, telles que la couleur de la robe et autres signes et des paramètres mesurables tels que la hauteur au garrot (HG), la longueur du tronc (LT), le poids vif (PV), le périmètre thoracique (PT), la longueur du cou (LC), la longueur des oreilles : gauche (LOG) et droite (LOD).

Introduction

En complément de la caractérisation morpho-biométrique, la détermination du profil hématologique et biochimique des populations, la disponibilité de ces normes fiables, prend une place importante pour leur caractérisation, ainsi que la mise en place de programmes de gestion et de valorisation de ces ressources animales. De plus, la détermination de ces valeurs est d'un intérêt particulier dans le diagnostic clinique des pathologies ; notamment, les formes sub-cliniques, ainsi que pour établir un pronostic. Elles peuvent fournir des informations relatives au statut métabolique d'un individu ou d'un groupe d'animaux. De plus, elles nous renseignent sur la sévérité et les effets systémiques des pathologies, et la réponse aux traitements (Folch, 1997 ; Jordana, 1998 ; Mori *et al.*, 2003; Alberghina *et al.*, 2012; Girardi *et al.*, 2013).

Du fait du danger d'extinction qui menace, un grand nombre de races asines, suite à une baisse régulière des effectifs globaux, l'application des biotechnologies liées à la reproduction s'avère d'un avantage important (Miragaya *et al.*, 2018). Cependant, l'application de l'insémination artificielle, de la cryo-préservation du sperme, du transfert embryonnaire ainsi que d'autres nouvelles technologies nécessitent encore plus de connaissance sur la physiologie de la reproduction de l'espèce.

En raison des différences physiologiques et génétiques mises en évidence entre le cheval et l'âne (Gehlen *et al.*, 2020), il s'est avéré nécessaire d'étudier les caractéristiques de reproduction de ce dernier dont les données bibliographique décrivent une activité sexuelle annuelle (Henry, 1998).

Malgré leur importance dans le développement de l'économie rurale, les ânes domestiques sont les mammifères les moins étudiés et les plus négligés du monde, très peu d'attention scientifique leur a été accordée (Blench, 2000). Les premières références scientifiques ont été observées dans la littérature à partir de 1896, et depuis l'intérêt des scientifiques pour les ânes a lentement augmenté au cours des années avec à peine quelques articles publiés. La pertinence scientifique des ânes a été notablement améliorée à partir de 2017 avec une publication de 57 articles (Mc Lean et Navas Gonzalez, 2018). Dès le début de l'année 2020, une vingtaine d'article traitant l'espèce sont déjà en ligne (Figure 3).

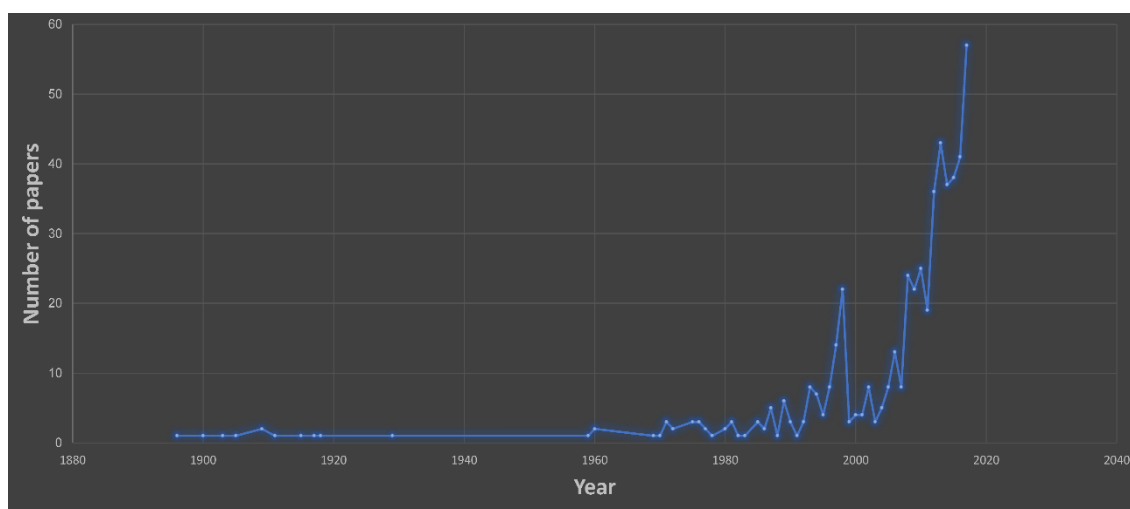


Figure 3. Evolution des études scientifiques concernant l'espèce asine dans le monde (Mc Lean et Navas Gonzalez, 2018).

Introduction

L'étude des publications des auteurs et leur impact nous permet d'obtenir des estimations indirectes des progrès de bien-être réalisés par l'espèce. Les recherches s'intéressent principalement au traitement des différents sujets concernant la reproduction, l'anatomie, la pathologie ainsi les productions de cette espèce (Figure 4) (Mc Lean et Navas Gonzalez, 2018).

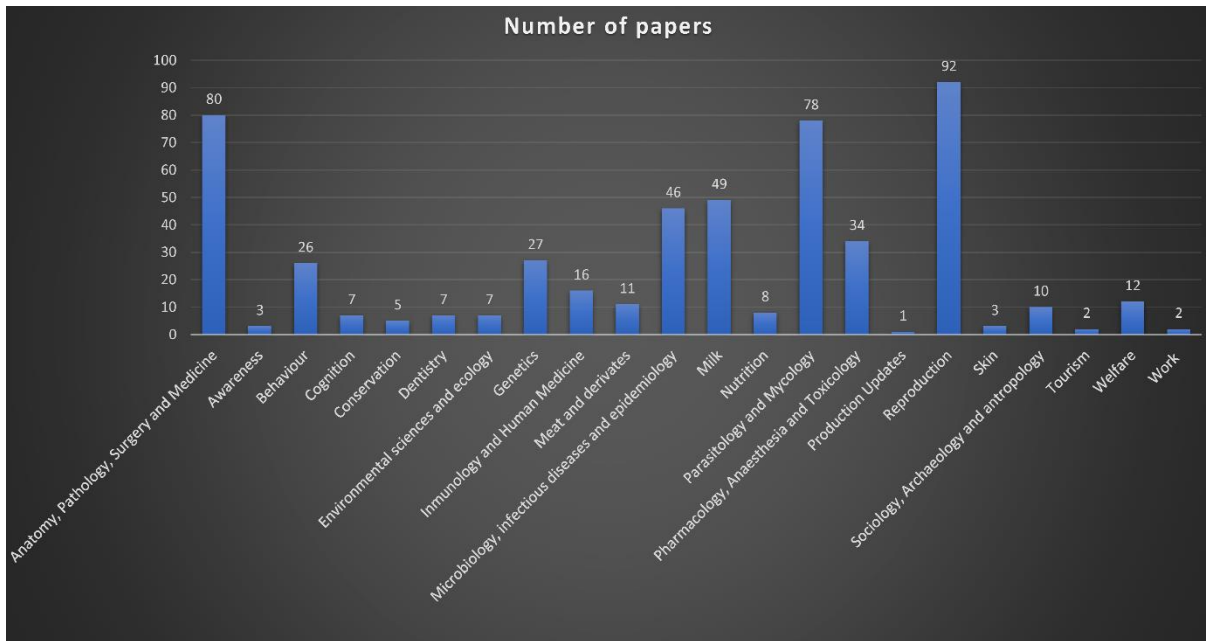


Figure 4. Distribution du nombre d'article publiés dans les différents domaines de recherche concernant l'espèce asine (Mc Lean et Navas Gonzalez, 2018).

L'objectif que nous nous sommes fixé, dans le cadre de l'élaboration de ce travail reste, inmanquablement la contribution dans la mise en place, d'un programme de gestion d'une part, et d'autre part la sauvegarde de l'espèce asine en Algérie. La justification d'une telle approche réside dans l'observation dans un premier temps de la négligence de l'espèce et dans un second point du déclin de manière drastique que connaît l'effectif asinien au niveau national. De plus, ce travail peut être une alerte quant à l'importance économique et sociale de l'espèce.

Notre étude s'articule sur 03 axes principaux traitant de :

1. La caractérisation phénotypique et morphologique de la population asine dans la région Nord-Est d'Algérie. Cette approche, nous permettra de faire une évaluation des variations des caractères phénotypiques d'une part et d'en apprécier les mensurations corporelles d'autre part. Par ailleurs, il sera fait une estimation des coefficients de corrélation entre les différents paramètres testés. L'analyse des différents facteurs régissant la variabilité, ainsi que la structure et les relations génétiques entre les individus qui composent la population de l'étude est abordée dans le dernier point de la présente partie

Introduction

2. La détermination du profil hématologique et biochimique, des sujets considérés dans l'étude revêt une place importante, compte-tenu de leur impact dans l'interprétation en matière de diagnostic. De plus, ces éléments constitueront des valeurs de référence compte-tenu de l'inexistence de ceux-ci dans la littérature traitant d'un tel thème, du moins en Algérie.
3. L'étude de l'activité de la reproduction de cette espèce en Algérie, nous permettra de confronter nos résultats, avec ceux de certains auteurs lesquels estiment que l'activité reproductive est semble-t-il annuelle ; en outre il sera abordé dans un second point l'aspect physiologique de cette fonction. Cette dernière est primordiale dans la pérennité des espèces.

Nous entamerons notre travail par une introduction, qui traite de la présentation du thème de notre thèse. Dans cette partie, un rappel des travaux relatifs au sujet traite est mentionné .Par ailleurs, les principaux éléments composant notre matériel, ainsi que les différentes méthodes empruntées sont décrits. La présentation des résultats obtenus dans chaque axe sera exposée. Enfin, les résultats observés dans le présent travail, sont interprétés et discutés et confrontés aux travaux des auteurs ayant traité le même thème. Nous terminerons nos investigations par une conclusion générale, suivie de recommandations.

Matériels et Méthodes

II.1 Zone d'étude

Les animaux qui ont fait le substrat de notre étude sont issus de la région nord-est d'Algérie, notamment la wilaya d'El-Tarf, la wilaya de Souk-Ahras et enfin la wilaya de Tébessa. C'est un ensemble constitué par une succession de massifs montagneux, côtiers et sublittoraux et de plaines, composé de deux sous-ensembles : le Tell et les Hautes Plaines steppiques avec des altitudes comprises entre 700 et 1200 m. Ces régions sont soumises à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude. Le climat est de type méditerranéen extra tropical tempéré. Il est caractérisé, par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois aux niveaux des Hautes Plaines.

La température annuelle moyenne varie entre 14,5 °C et 18,3 °C. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid est comprise entre 6,1 °C et 11,3 °C alors que la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud varie avec la continentalité, de 26,5 °C sur le littoral, à 26,7 °C dans les Hautes Plaines steppiques. Il est à signaler, que les précipitations moyennes annuelles varient entre 300 et 800 mm/ an.



Figure 5. Localisation de la zone d'étude (03 wilayas) (Hannani et al., 2020).

II.2. Description phénotypique

II.2.1. Objectifs

Pour étudier la diversité génétique, plusieurs techniques sont connues, notamment la caractérisation moléculaire (FAO, 2011), la caractérisation phénotypique (FAO, 2013), et enfin les systèmes d'informations géographiques et plus récemment les bio-géo-informatiques (FAO, 2015). La caractérisation morpho-biométrique a été proposée comme l'une des stratégies d'analyse des populations domestiques (Bouchel et al., 1997) les plus simples à mener sur le terrain.

Matériels et Méthodes

Dans l'objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité des ânes en Algérie, et dans le but de leur préservation et leur amélioration génétique, une description morpho-biométrique ainsi qu'une estimation de quelques indices zootechniques ont été effectués sur la population asine des régions frontalières de l'extrême Est algérien (El-Tarf, Souk-Ahras et Tébessa). Cette zone frontalière est le carrefour de la transhumance des pasteurs où émerge le commerce informel et la contrebande de diverses marchandises entre l'Algérie et la Tunisie.

II.2.2. Matériel animal

Une description morpho- biométrique est effectuée sur (65) ânes adultes dont 32 mâles (49,2 %) et 33 femelles (50,8 %), sur une période allant du mois de septembre 2016 au mois d'avril 2017.



Figure 6. Population étudiée

L'âge des animaux étudiés est compris entre 3 et 16 ans avec une moyenne de $9,55 \pm 3,77$ ans. Il a été estimé par observation de la denture (tableau 5 ; figure 7 et 8) (Konen, 2011, Rabier, 2012). Pour des raisons statistiques, les animaux étudiés sont classés en trois catégories d'âge : [3-6 ans], [6-9 ans] et > 9 ans.

Tableau 5. Détermination de l'âge selon la dentition (Konen, 2011)

	Pinces	Mitoyennes	Coins
Eruption des incisives de première dentition	0 - 2 Semaines	2 mois	12 mois
Eruption des incisives permanentes	3 - 3,5 ans	4 ans	5 – 5,5 ans
Apparition de l'étoile radicale	3,5 – 4 ans	4 – 4,5 ans	5,5 – 7 ans
Apparition du cornet dentaire	A partir de 11 ans	4 – 4,5 ans	5,5 – 7 ans
Queue d'aronde	-	-	A partir de 6 ans
Sillon de Galvayne	-	-	A partir de 13 ans

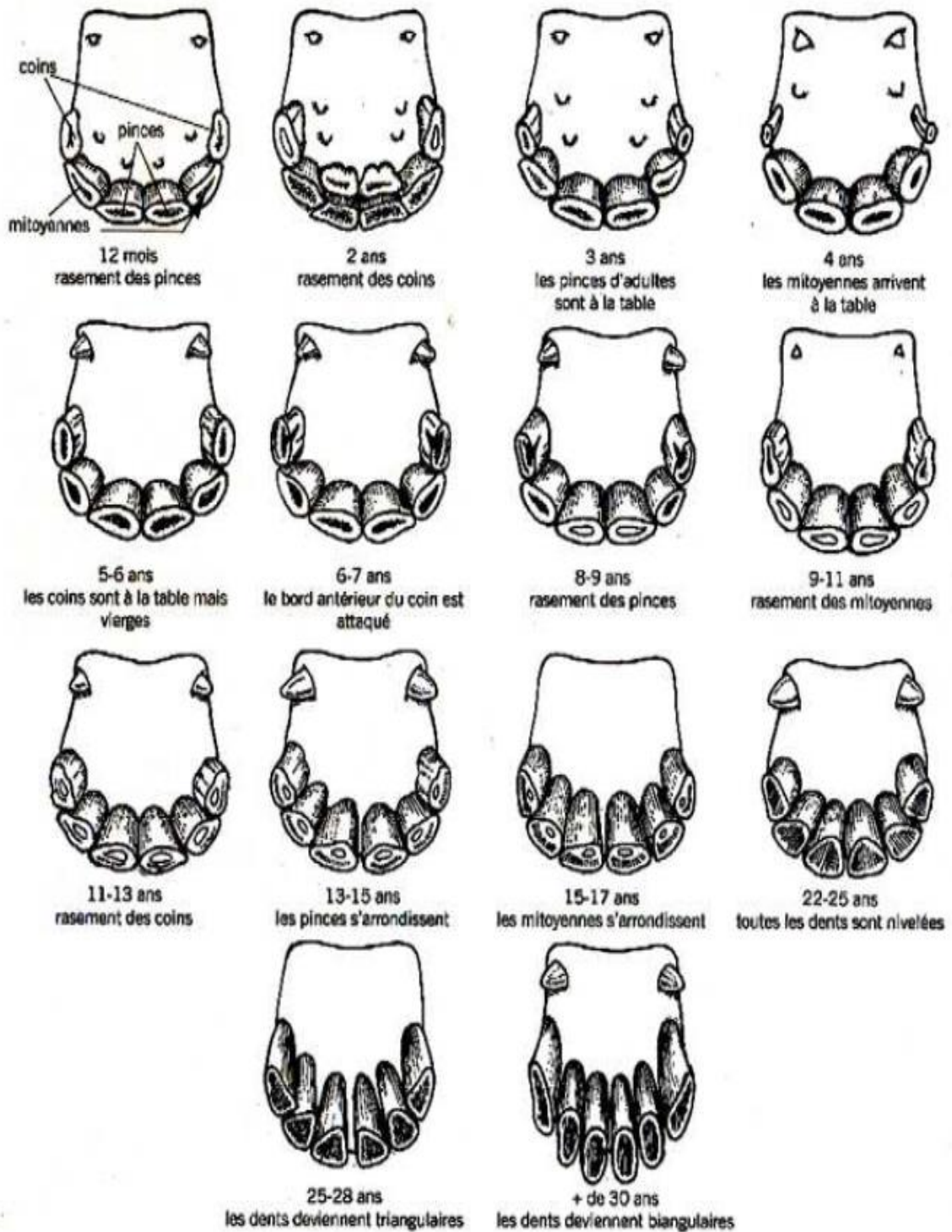


Figure 7. Dentition de l'âne selon l'âge (Konen, 2011).



Figure 8. Détermination de l'âge à partir de la denture.

L'état corporel des sujets étudiés est compris entre 3 et 4 selon la grille d'évaluation établie par **Pearson et Ouassat (2000)**, **Vall et al. (2001)** et **Svendsten (2008)**. L'évaluation de l'état corporel est un indicateur utile du statut nutritionnel d'un âne et de son bien-être. Cependant, il existe des inconvénients dans la confiance accordée à la mesure seule.

Deux systèmes de notation de l'état corporel des ânes sont mis en place et peuvent être utilisés dans les régions tempérées, comme dans les régions tropicales (**Raspa F., 2019**).

La première est basée sur un système de 9 points, les animaux sont divisés en 3 groupes principaux (maigre, normal et obèse), eux-mêmes divisés en 3 catégories. De l'âne le plus maigre au plus gros, ils sont classés ainsi (**Pearson et Ouassat, 2000**) :

➤ **Animal maigre**

1. Âne **émacié** ; animal très amaigri où l'ossature est très visible, amyotrophie très prononcée, animal affaibli et apathique.
2. Âne **très maigre** : animal amaigri, proéminence des processus épineux, des côtes, de la colonne vertébrale, des scapulas, épaules anguleuses, amyotrophie moins prononcée, encolure étroite.
3. Âne **maigre** : côtes et colonne vertébrale facilement palpables voire visibles, visualisation du muscle supra-épineux sur les scapulas, graisse de couverture possible, épaules et garrot recouverts par du tissu musculaire léger ou du gras, animal concave.

➤ **Animal normal**

4. Âne **fin** : colonne vertébrale visible, côtes palpables mais pas visibles, arrière train plus que concave, épaules et garrot recouverts par du tissu musculaire fin et de la graisse de couverture.
5. Âne **optimal** : muscles supra-épineux développés et apparents, colonne vertébrale palpable, côtes palpables mais non visibles arrière train convexe, tissu graisseux palpable sur les épaules et le garrot.
6. Âne en **surcharge** : processus épineux difficilement palpable, arrière train convexe et bien musclé, tissu graisseux de couverture important sur l'arrière de l'animal, bombement entre le garrot et les épaules.

➤ **Animal obèse**

7. Âne **gros** : processus épineux non palpable, les épaules, le garrot et les côtes recouverts de tissu graisseux, flancs bombés.
8. Âne **obèse** : animal recouvert de tissu graisseux, ossature non visible, flancs bombés, arrière train large.
9. Âne **très obèse** : ossature entourée de gras, arrière train large ou gras, accumulation importante de gras au niveau du garrot, des épaules et des côtes, flancs remplis de gras.

Cette classification du score corporel en 9 groupes est difficile, les résultats sont difficilement répétables. C'est pourquoi, il existe une autre classification en 5 groupes : maigre, fin, optimal, gros et obèse (Vall *et al.*, 2001 ; Svendsen, 2008).

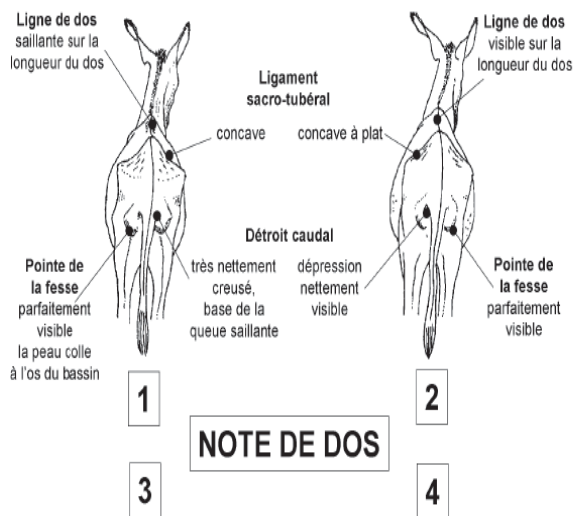


Figure 2 : planche des notes de dos.

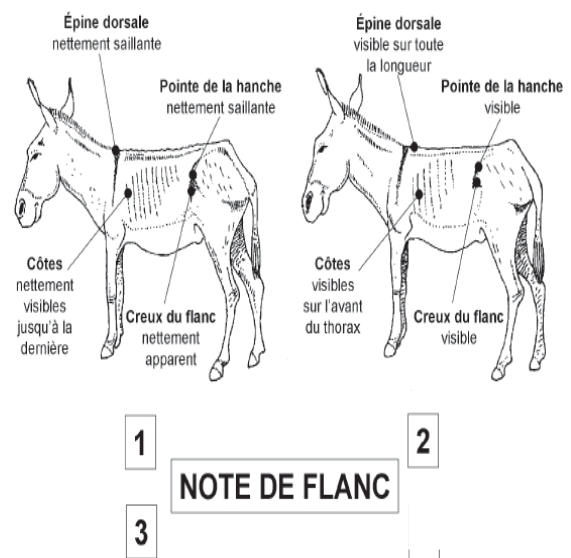


Figure 3 : planche des notes de flanc.

Figure 9. Notes de l'état corporel chez l'âne (Vall *et al.*, 2001).

Tableau 6. Caractéristique de la population asine utilisée pour la description phénotypique.

Population étudiée	Sexe		Age (ans)			BCS			
		E	(%)		E	(%)		E	(%)
Anes de l'extrême Est algérien	Mâles	32	49,2	] 3 ans- 6 ans]	28	43,1	3	43	66,15
	Femelles	33	50,8	] 6 ans - 9 ans]	16	24,6	4	22	33,85
				> 9 ans	21	32,3			
Total (n)		65	100		65	100		65	100

E : Effectif.

II.2.3 Variables étudiées

II.2.3.1. Collecte des données

Nous avons emprunté dans nos investigations, la méthode de collecte des données, de l'approche élaborée par **Lauvergne (2006)** et adaptée par la **FAO (2013)** pour les caractères quantitatifs et qualitatifs.

II.2.3.2. Variables quantitatives

II.2.3.2.1 Mensurations réalisées

Lors de cette opération, un total de 13 variables quantitatives ont été prises en considération pour chaque animal. Il est à signaler, que les mesures ont porté sur des mesures de longueur, notamment : la Longueur totale du corps (LT), la Longueur du dos (LoD), la Longueur du canon (LoC), la Longueur du cou (LC), la Longueur des oreilles droites et gauches (LOD- LOG) et la Longueur de la tête (LoT). Par ailleurs, des mesures concernant la largeur de l'animal sont réalisées, il s'agit de la Largeur aux hanches (LH), de la Largeur aux épaules (LE). De plus, des mensurations de hauteur sont également prises en charge, principalement, la Hauteur au garrot (HG), la Hauteur à la croupe (hauteur de la hanche) (HC). Enfin, le Tour de poitrine (périmètre thoracique (PT), le Tour du canon antérieur (Périmètre du canon) (PC) ont été mesurés.

Les mensurations corporelles sont obtenues, à l'aide d'un ruban métrique pour la mesure des paramètres se rapportant aux longueurs et aux circonférences. Une toise à double potence est utilisée, pour mesurer les paramètres de hauteur selon les définitions présentées dans le tableau 7 et la figure 10.

Matériels et Méthodes

Tableau 7. Définitions des mesures réalisées

Mesures		Définitions	Auteurs
<i>Longueur totale du corps</i>	LT	La distance entre la pointe de l'épaule (région de l'articulation humérale) et la pointe des fesses (région de la tubérosité ischiatique).	Guedaoura et al., 2011.
<i>Longueur de la tête</i>	LoT	Mesurée sur la ligne médiane entre le sommet du toupet (région occipitale) et le bout du nez.	Benhamadi et al., 2017.
<i>Longueur du cou</i>	LC	Mesurée entre le bord crânial de l'aile de l'atlas et le sommet de la scapula.	Benhamadi et al., 2017.
<i>Longueur du dos</i>	LoD	Mesurée entre l'arrière de l'omoplate et la pointe de la hanche.	ITELV, 2014.
<i>Longueur du canon</i>	LoC	Mesurée entre la tête du métacarpe IV et l'extrémité distale du métacarpe.	Benhamadi et al., 2017.
<i>Longueur des oreilles (droite et gauche)</i>	LOD-LOG	La distance entre la base d'implantation de l'oreille, avec la tête au sommet de l'oreille tout au long de la surface dorsale.	Djaout et al., 2018
<i>Largeur aux hanches</i>	LH	Distance entre les ilions.	Bouzebda Afri, 2008 ; Desta, 2009
<i>Largeur aux épaules</i>	LE	Distance entre les deux pointes des épaules	Djaout et al., 2018
<i>Hauteur au garrot</i>	HG	Prise au point le plus haut du garrot.	Marcenac, 1980
<i>Hauteur à la croupe (hauteur de la hanche)</i>	HC	Distance entre la surface d'une plate - forme et la croupe.	Bouzebda Afri, 2008 ; Desta, 2009
<i>Tour droit de poitrine</i>	PT	Mesure de la circonférence prises autour de la poitrine, juste derrière les pattes et derrière le garrot. Elle doit être prise à 0,5 cm près	Bouzebda Afri, 2008 ; Guedaoura et al., 2011.
<i>Tour du canon antérieur (Périmètre du canon)</i>	PC	Le ruban métrique est placé perpendiculairement à l'axe du canon, à quatre doigts au-dessous de la partie inférieure de l'articulation du «genou».	Benhamadi et al., 2017.

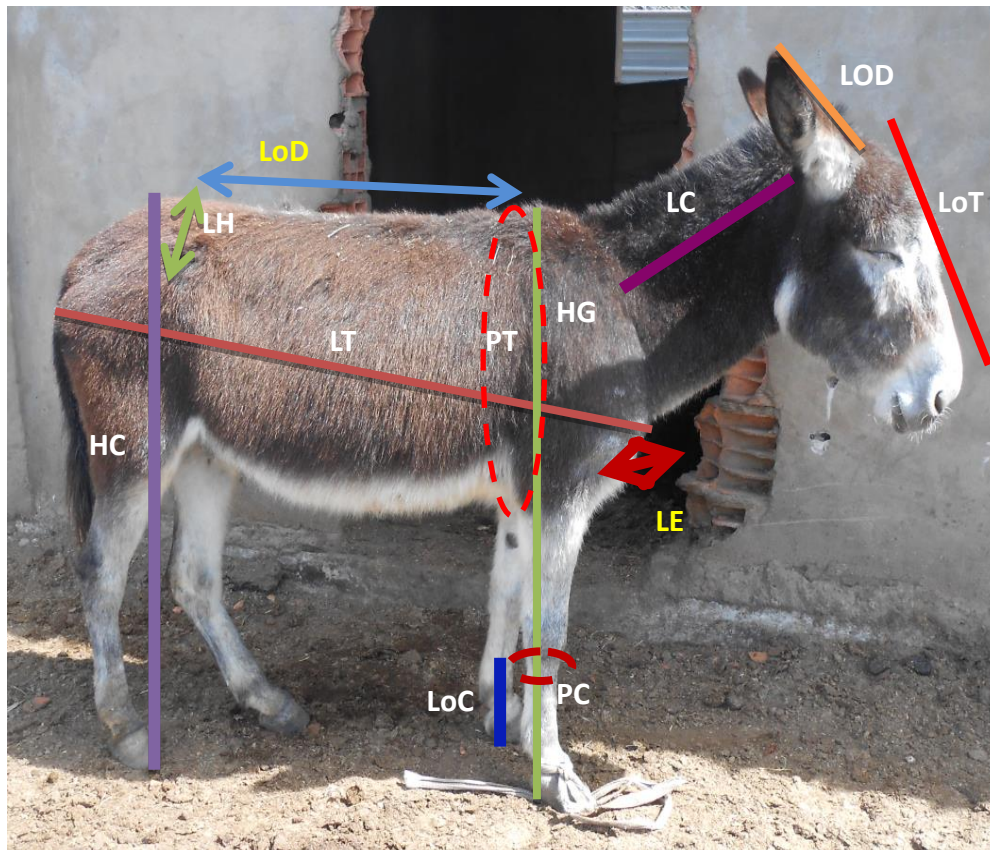


Figure 10. Mensurations corporelles effectuées (Hannani et al., 2020)

II.2.3.2.2 Estimation du poids vif des animaux

Il est important de noter, que l'estimation visuelle est trop imprécise et que, même si la pratique des mesures n'est pas parfaite, elle permet une meilleure approche. En raison de l'indisponibilité d'une bascule, le poids vif a été déterminé à partir de l'équation proposée par **Ebangi et Vall (1998)** dans laquelle

$$PV = PT^{2,826} / 4434,7 \text{ avec PT est le périmètre thoracique.}$$

Et celle citée par **Boujenane et Machmoum (2008)** où

$$PV = (PT^{2,575} \times HG^{0,240}) / 3968 \text{ avec PT est le périmètre thoracique et HG est la hauteur au garrot.}$$

II.2.3.2.3 Les indices biométriques calculés

A partir des différentes mensurations, 5 indices corporels développés chez les chevaux et adaptés chez les ânes (**Folch et Folch et Jordana, 1997 ; Defeu et al., 2015 ; Daloum et al., 2015**) ont été calculé selon les formules décrites dans le tableau 8.

Matériels et Méthodes

Tableau 8. Définitions des indices calculés

Indices	Définitions	Auteurs
<i>Indice corporel de profil (ICP) ou de Corpulence</i>	Rapport entre la hauteur au garrot (HG) et la longueur totale (LT). Un âne est dit bréviligne si l'indice est inférieur à 1, médioligne s'il est égal à 1 et longiligne pour un indice supérieur à 1	Mariante <i>et al.</i>, 2002.
<i>Indice dactylo-thoracique (IDT)</i>	Rapport entre le tour du canon antérieur (PC) et le pourtour thoracique (PT). Cet indice permet de définir trois types d'animaux : hypermétriques, eumétriques et éllipométriques	Chabchoub <i>et al.</i>, 2004.
<i>Indice de compacité (IC)</i>	Rapport entre le poids vif (PV) et la hauteur au garrot (HG).	Boujenane <i>et Machmoum</i>, 2008
<i>Hauteur devant – derrière (HDD)</i>	Rapport entre la hauteur au garrot (HG) et la hauteur à la croupe (HC). HDD ≤ 1 (dos rectiligne pas de surcharge), HDD > 1 indique que la région antérieure est plus élevée que la région postérieure, transférant le centre de gravité aux extrémités postérieures (surcharge).	Marcenac <i>et al.</i>, 1980.
<i>Indice Corporel Relatif (ICR)</i>	Rapport entre la longueur totale (LT) et le pourtour thoracique (PT). Cet indice donne une évaluation des proportions de la race et permet de classer les animaux en : longiligne (ICR ≥ 0,90), médioligne (0,84 ≤ ICR ≤ 0,89) et bréviligne (ICR ≤ 0,83).	Nicks <i>et al.</i>, 2006.

II.2.3.3. Variables qualitatives

La couleur de la robe et ses différentes particularités ont été identifiées par observation directe à la lumière du jour (**Defeu *et al.*, 2015 ; Daloum *et al.*, 2015**). Les caractères qualitatifs étudiés sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9. Caractères qualitatifs observés

Couleur de la robe	Particularités de la robe	Couleur des muqueuses	Couleur de la tête	Couleur du nez	Liseré (Contour des yeux)
- Bai (clair, brulé, foncé) -Gris (clair, foncé)	- Epis -Rai scapulaire -Rai de mulet -Rai cruciale -Zébrures	- Noire - Foncée	- Bai - Bai Foncé - Gris	- Nez bouchard (Noir) - Nez de biche (Gris) - Nez de renard (Roux)	- Noir - Gris - Roux

II.2.4. Analyses statistiques

Les données ont été saisies sur le tableau Excel (Microsoft Office 2007®) et analysées par les logiciels R et SPSS version 20. La statistique descriptive (calcul des moyennes et des écarts types) a été utilisée pour décrire les caractéristiques morpho-biométriques. Avant l'analyse statistique, la normalité (test Kolmogorov-Smirnov) et l'homogénéité de la variance (test de Levène) de toutes les variables ont été vérifiées. Les variables qui ne sont pas conformes, aux exigences des essais paramétriques ont été transformées en logarithme pour répondre aux hypothèses de l'analyse.

Par ailleurs, nos variables explicatives sont inter-corrélées, de ce fait ont été regroupées (n = 18) en vecteurs indépendants (axes) au moyen de l'analyse des composantes principales (ACP). L'analyse multivariée de la variance (MANOVA) a été appliquée selon la procédure GLM (General linear Model), afin d'évaluer la variation des vecteurs indépendants prédéfinis selon le sexe, l'âge et l'état corporel des animaux ainsi que leurs interactions (sexe × âge, sexe × BCS, âge × BCS et Sexe × âge × BCS). Lorsque des valeurs globales significatives d'essai F ont été relevées dans chaque MANOVA, nous avons comparé les deux procédures post-hoc, la méthode Scheffé pour le test F univarié (**Hair et al., 2006**).

L'analyse factorielle (AFCM) a été utilisée pour les variables qualitatives, afin de différencier les ânes et de construire une typologie consistant, à identifier les individus qui sont assez semblables les uns aux autres, afin de présenter des caractéristiques qualitatives communes. En ce qui concerne la classification des animaux par groupe et la construction des dendrogramme, nous avons emprunté, l'analyse de typologie (Cluster Analysis).

Enfin, pour obtenir le nombre optimal de groupes, une classification hiérarchique ascendante (CHA) a été utilisée. Cette technique d'analyse de données permet de hiérarchiser les données, afin de construire des dendrogramme qui mettent en évidence les distances entre les groupes, ou leur similarité ou dissimilarité.

II.3. Etude des paramètres hématologiques et biochimiques

II.3.1. Objectifs

Après avoir traité la description morpho-biométrique, la connaissance du profil hématologique et biochimique des ânes étudiés requiert une place capitale pour la caractérisation de la population asine algérienne, tout en signalant que, les valeurs de référence des paramètres hématologiques et biochimiques des ânes d'Algérie n'étant pas encore établies et n'ont jamais fait l'objet de publications mais ils sont communément comparés aux valeurs références des chevaux (**Sgorbini et al., 2013 ; Veronesi et al., 2014**).

Par ailleurs, la détermination de ces valeurs est d'un apport non négligeable dans le diagnostic clinique. Celles-ci peuvent fournir des informations, concernant le statut métabolique d'un individu ou d'un groupe d'animaux, la sévérité et les effets systémiques des pathologies, la réponse aux traitements (**Folch, 1997 ; Jordana, 1998 ; Mori et al., 2003 ; Alberghina et al., 2012 ; Girardi et al., 2013**).

II.3.2. Matériel animal

L'étude des paramètres biologiques a été effectuée sur des échantillons appartenant à 37 ânes domestiques (*Equus asinus*) dont 21 mâles et 16 femelles, durant la période allant du mois de septembre 2016 au mois d'avril 2017. Les sujets qui ont constitué, notre matériel biologique sont âgés entre trois ans et treize ans. Ces derniers sont choisis, au hasard parmi l'effectif déjà utilisé pour la caractérisation morpho-biométrique. Par ailleurs, l'examen général, des individus choisis ne présente aucune pathologie apparente. De plus, aucun traitement n'a été administré avant l'entreprise de l'étude.

II.3.3. Matériel biologique

Les prélèvements sanguins sont effectués par ponction jugulaire dans des tubes, contenant des conservateurs classiques, tôt le matin, sur des animaux à jeun. Les échantillons sont immédiatement, conservés sous froid, et acheminés au laboratoire au plus tard 4 h après le prélèvement.

Le profil hématologique, ainsi que la séparation du sérum sont réalisés au plus tard 8 h après la vanuponction. Le plasma et le sérum sont collectés, après centrifugation à 3000 tour/min pendant 10 min. Les analyses du sang ont été réalisées au niveau du laboratoire central d'analyses biologiques de l'hôpital Bouzid Amar- El-Kala (El-Tarf).



Figure 11. Prélèvement du sang jugulaire



Figure 12. A/ centrifugation, B/ sérum séparé

II.3.4. Variables étudiées

II.3.4.1. Variables hématologiques

Pour l'étude des paramètres hématologiques, le sang est collecté dans des tubes EDTA (ethylene-diamine-tetra-acetic acid). Une Numération de la formule sanguine (NFS) est réalisée sur un automate de comptage cellulaire Diatron 3000©. Les paramètres analysés sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10. Variables hématologiques étudiées

Variables	Symboles	Unités
Taux d'hématocrite	HCT	%
Concentration en hémoglobine	HGB	g/dl
Numération des leucocytes	WBC	$\times 10^9/L$
Numération de lymphocytes	Lymph	$\times 10^9/L$
Numération de granulocytes	Gran	$\times 10^9/L$
Numération cellulaire moyenne	Mid	$\times 10^9/L$
Volume globulaire moyen	VGM	fL
Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine	TCMH	Pg
Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine	CCMH	g/dL
Indice de distribution des globules rouges- Coefficient de Variation	IDR-CV	%
Indice de distribution des globules rouges- Standard de Déviation	IDR-DS	fL
Numération plaquettaire	PLT	$\times 10^9/L$
Volume moyen plaquettaire	VMP	fL
Indice de distribution plaquettaire	IDP	%
Plaquettoците (Plateletcrit)	PCT	%

II.3.4.2. Variables biochimiques

L'étude des paramètres biochimiques a nécessité des prélèvements dans des tubes, contenant de l'héparine pour la conservation du sang. Ce dernier, est destiné aux dosages des paramètres présentés dans le tableau 11. Un automate (Mindray 200©) a été utilisé pour effectuer les analyses en question.

Matériels et Méthodes

Tableau 11. Variables biochimiques étudiées

Variables	Symboles	Unités
Albumine	Albu- BS	UI/L
Cholestérol	Chol-BM	UI/L
Acide urique	Ac. U	UI/L
Urée	Urée	UI/L
Créatinine	CPK (CK)	UI/L
Gamma glutamyl-trans-peptidase ou gamma glutamyl-transférase	GGT	UI/L
Taux du glucose sanguin	Glu	UI/L
Phosphatases alcalines	PAL	UI/L
Taux des protéines sériques dans le sang	PROT	UI/L
Aspartame amino-transférase	TGO ou ASAT	UI/L
Alanine amino-transférase	TGP ou ALAT	UI/L
Taux des triglycérides	Trig	UI/L

II.3.5. Analyses statistiques

Afin de vérifier la normalité et l'homogénéité de la variance, les tests de Kolmogorov-Smirnov et celui de Levène sont réalisés sur l'ensemble des variables étudiées. Pour répondre aux hypothèses de l'analyse, les variables qui ne sont pas conformes aux exigences des tests paramétriques sont transformées en logarithme.

En raison de l'inter- relation entre les variables de mesure des tests initiaux (voir les résultats), la réalisation d'une analyse des composantes principales (ACP) réductionnelle s'avère indispensable, afin de réduire les données à des facteurs indépendants fournissant une mesure des tests composés (**Morrison, 1967**). Cette ACP est effectuée sur la valeur moyenne de l'ensemble des variables, et, seuls les facteurs dont la valeur propre est supérieure à 1 sont retenus (**Quinn et Keough, 2002**).

Une fois que les vecteurs indépendants définis (axes de composantes générées), une analyse multivariée de la variance (MANOVA) avec la procédure GLM, est menée pour évaluer leurs variations selon l'âge (jeunes, adultes et âgés), le sexe (mâle et femelle), et leurs interactions. La lambda de Wilks est le critère d'essai. Une ANOVA unidirectionnelle, complétée par des tests LSD ont été utilisés lors de la présence d'effets remarquables entre les variables étudiées. Les analyses statistiques sont effectuées avec le logiciel SPSS (version 20).

Après vérification des hypothèses des tests paramétriques, les moyennes sont exprimées \pm les écarts types.

II.4. Etude de l'activité de la reproduction des mâles

II.4.1. Animaux

En tenant compte des observations de l'activité saisonnière de la reproduction, de quelques espèces en Algérie, notamment les ovins (**Belkhiri et al., 2017**), les camélins (**Gherissi et al., 2017**) ainsi que les chevaux (**Houssou et al., 2020**), et suite aux enseignements tirés quant à la lecture de ces travaux, nous avons opté de diviser la période d'étude en quatre saisons. La première s'étale du mois de septembre jusqu'à la fin du mois de novembre, elle représente la saison du « post-rut (PR) ». La deuxième période s'allonge du mois de décembre jusqu'au mois de février, c'est la saison de « repos ou non-rut (NR) ». La troisième saison est celle du « pré-rut (PrR) » qui dure du mois de mars jusqu'à la fin du mois d'avril. Enfin, la saison du « rut (R) » qui s'étale du mois de mai jusqu'à la fin du mois d'août.

Afin de quantifier les variations de l'activité de la reproduction des mâles de la population asine dans la région d'étude, nous avons tenu compte du suivi des variations morpho-biométriques et histologiques des organes de reproduction (testicules) de 48 ânes sexuellement matures, vivant en enclos et destinés à l'engraissement, pour être distribués à l'alimentation des carnivores vivant au sein du parc. Notre étude s'est étalée sur une période allant du mois d'avril 2017 au mois d'avril 2018.

L'hétérogénéité de l'âge des animaux étudiés, nous a imposé de scinder notre matériel animal en trois catégories. La première, est composée de mâles dont l'âge est compris entre 3,5 et 5 ans, le second groupe représente des ânes dont l'âge est situé entre 5 et 7 ans. Enfin, le dernier groupe est composé d'animaux âgés de 7 à 13 ans. Les groupes sont formés en se référant sur l'âge moyen de puberté qui est dans ce cas de 4 ans et l'espérance de vie moyenne de 12 ans (**Lemma, 2004**). La note de l'état corporel des sujets étudiés a été évaluée entre 3 et 4, le poids estimé varie entre 145 à 168 kg. Par ailleurs, l'état sanitaire de ces animaux est jugé relativement bon.

Les animaux objets de notre étude, sont conduits selon un système semi-intensif et maintenus en stabulation libre. L'alimentation est composée de 5 kg de foin supplémenté de 1,5 kg de fourrage d'étalon équilibré commercial deux fois par jour avec un accès libre à l'abreuvement. Les ânes choisis ont accès à un enclos extérieur avec une lumière naturelle. Il n'y a eu aucune interruption de l'obscurité pendant la nuit avec aucun type de lumière artificielle.

II.4.2. Prélèvement des organes

Au total 96 testicules (droits et gauches) sont prélevés après abattage des animaux. Les carcasses sont destinées à l'alimentation des animaux carnivores du parc animalier de Brabtia. Les organes récupérés sont identifiés, et transportés sous froid jusqu'au moment de leurs préparations pour la réalisation, de l'étude morpho-biométrique et histologique.



Figure 13. a/ Carcasse d'âne après abattage b/ Identification des échantillons c/ Testicule après préparation

II.4.3. Suivi morpho-biométrique et histologique de l'activité de la reproduction

II.4.3.1. Mensurations testiculaires

Afin de déterminer les variations morpho-métriques testiculaires durant les différentes périodes de l'année d'étude, des mensurations ont été réalisées sur les organes prélevés. La longueur (LT), largeur (IT), et épaisseur (ET) testiculaires ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse. Le périmètre testiculaire ou tour scrotal (TS) a été mesuré à l'aide d'un ruban métrique. Le poids des testicules a été obtenu à l'aide d'une balance électronique.



Figure 14. Mensurations testiculaires réalisées, a/ Longueur testiculaire (LT), b/ Largeur testiculaire (IT), c/ Epaisseur testiculaire (ET), d/ Tour testiculaire (TS)

II.4.3.2. Calcul du volume testiculaire et parenchymateux

Pour les ânes étudiés, le volume testiculaire (VT) est calculé d'après la formule déterminée par **Quartuccio et al. (2011)**.

$$VT = \frac{4}{3} \pi (a \times b \times c) / 2 \text{ Avec } a = \text{Longueur Testiculaire (LT)}, b = \text{largeur Testiculaire (IT)} \text{ et } c = \text{Épaisseur Testiculaire (ET)}.$$

Le volume du parenchyme (V_p) est calculé d'après la formule établie par **Moustafa et al. (2015)** dans laquelle,

$$V_p = VT - 11\% \text{ Avec } VT = \text{volume testiculaire et } 11\% \text{ représente le volume de la tunique albuginée et l'interstitium}$$

II.4.3.3. Conservation des organes et fixation

Après la réalisation des mensurations testiculaires et afin de conserver les structures tissulaires, d'immobiliser les constituants tissulaires et cellulaires, de prévenir l'autolyse cellulaire ainsi que la putréfaction bactérienne post-mortem, les échantillons prélevés sont conservés par fixation dans une solution de formaldéhyde à 10% au plus 2 heures après abattage.



Figure 15. Fixation des échantillons prélevés

II.4.3.4. Réalisation des coupes histologiques

L'étude histologique est réalisée au niveau du laboratoire d'anatomie- pathologique de l'établissement public hospitalier El-Hadi Bendjedid d'El-Tarf.

Matériels et Méthodes

➤ Examen macroscopique

Cette étape consiste dans un premier temps dans l'examen à l'œil nu, suivi dans un deuxième temps par la réalisation de coupes transversales sur les organes préalablement conservés et fixés afin de déceler tout type d'anomalie. Les coupes transversales, doivent être parallèles à l'axe médian de l'organe, ou sagittales médianes perpendiculaires à l'axe médian. Les pièces sont d'environ 2 cm² de surface et 2 à 4 mm d'épaisseur. Elles seront par la suite placées dans des cassettes en plastiques perforées, et identifiées par un numéro d'ordre de l'échantillon.



Figure 16. a/ Pièces testiculaire, b/ Mise en place des pièces dans une cassette identifiée

➤ La circulation automatique

La circulation consiste dans les traitements des pièces pendant 18 h, dans une série de liquides intermédiaires. Le transport des cassettes, se fait dans une panier de l'automate qui sera transférée d'un bain à l'autre.

- **La déshydratation**

Cette opération est réalisée pendant 14h, dans 3 bains successifs d'éthanol à concentration croissante 60 %, 70% et 90%.

- **L'éclaircissement**

Il se fait dans un bain de xylène, ce dernier remplace l'alcool et permet la pénétration rapide de la paraffine dans le tissu, lequel devient transparent.

- **L'imprégnation**

C'est une opération ultime qui consiste en l'imprégnation du tissu dans de la paraffine.

➤ Inclusion ou enrobage

L'étape de l'inclusion suit celle de la circulation. C'est une étape importante, qui nécessite une approche délicate, pour faciliter la coupe au microtome. Elle consiste à inclure, le tissu dans un bloc de paraffine. Ce bloc sera plus facile à manipuler, on peut ainsi l'attacher à la pince porte objet du microtome. En effet, l'inclusion permet de fournir un rapport externe à la fois pendant et après la coupe.

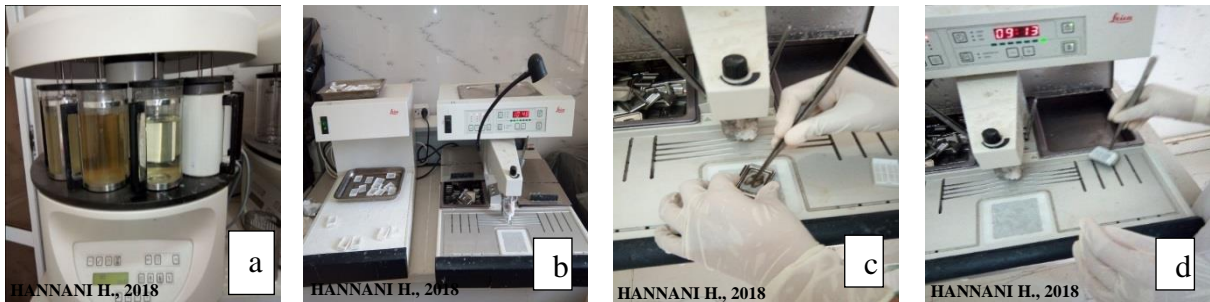


Figure 17. a/ Circulation automatique, b/ Système d'inclusion (enrobage), c/ Emplacement du tissu dans la paraffine, d/ Insertion de la base de la cassette.

➤ Dégrossissement ou coupe

Après inclusion des blocs, on procède au dégrossissement (la coupe des blocs de paraffine) à l'aide d'un microtome. Les rubans coupés doivent être minces (3 à 5 μm). Ils seront déparaffinés au bain-marie, portés sur des lames puis séchés à l'étuve à 100°C pendant 10 minutes.

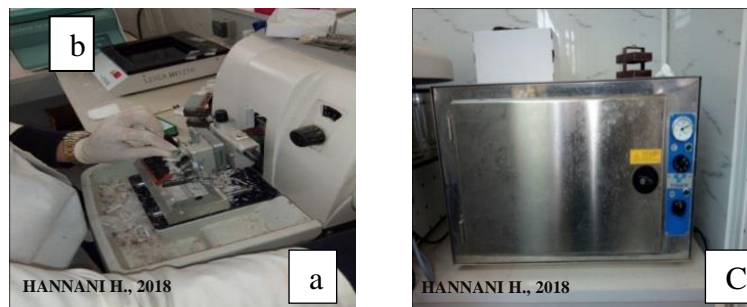


Figure 18. a/ Réalisation des coupes sur microtome, b/ Bain marie, c/ Mise en place dans l'étuve.)

➤ Coloration

La coloration permet de mettre en évidence, les principaux éléments morphologiques des coupes histologiques. Elle se déroule en trois étapes successives.

- Etape préparatoire à la coloration par l'utilisation du xylène, qui permet le déparaffinage des tissus afin de faciliter la pénétration des colorants.
- La coloration proprement dite avec passages successifs dans un bain d'hématoxyline puis d'éosine.
- Etape préparatoire au montage par le passage des lames dans un bain de mélange acétone- xylène, qui permet la déshydratation et l'éclaircissement des lames.



Figure 19. Etapes de coloration. a/ Etape préparatoire à la coloration, b/Coloration HE, c/ Etape préparatoire au montage.

➤ Montage

Après coloration, les tissus colorés sont couverts de lamelles à l'aide de l'eukitt® permettant leur protection contre l'air ambiant.

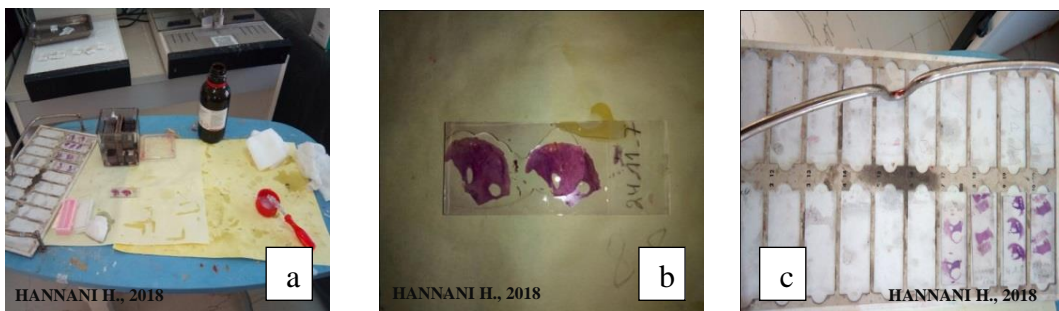


Figure 20. Etapes de montage. a/ Table de montage, b/ Lames avec Eukitt®, c/ Lames histologiques préparées

➤ Lecture

Nous avons procédé à la lecture des lames à l'aide d'un stéréoscope Leica ICC50 E. Les grossissements utilisés à cet effet vont de $\times 10$, $\times 40$ et $\times 100$. Enfin, on procède à la recherche, puis au centrage de la région la plus favorable de l'objet pour prendre les images les plus représentatives du tissu étudié.

II.4.3.5. Analyse statistique

Il est à signaler que les méthodes statistiques que nous avons utilisé dans le présent point sont rapportées dans le traitement des données relatif aux paramètres hématobiochimiques.

Résultats

Résultats

III.1. Description phénotypique

III.1.1. Analyse descriptive des caractères phénotypiques

Les résultats de l'analyse descriptive des variables qualitatives sont exprimés en pourcentage dans le tableau 12.

Tableau 12. Analyse descriptive des caractères qualitatifs

Caractères qualitatifs		Effectifs (n = 65)	Pourcentage (%)
Couleur de la robe	Bai clair	6	9,2
	Bai	19	29,2
	Bai foncé	12	18,5
	Bai brûlé	3	4,6
	Gris clair	8	12,3
	Gris	12	18,5
	Gris foncé	5	7,7
Epis	Présence	13	20
	Absence	52	80
Raie scapulaire	Présence	26	40
	Absence	39	60
Raie de mulet	Présence	27	41,5
	Absence	38	58,5
Raie Cruciale	Présence	23	35,4
	Absence	42	64,6
Zébrures aux membres	Présence	4	6,2
	Absence	61	93,8
Zébrures au flanc	Présence	3	4,6
	Absence	62	95,4
Zébrures au thorax	Présence	3	4,6
	Absence	62	95,4
Couleur des muqueuses	Foncé	55	84,6
	Noir	10	15,4
Couleur de la tête	Bai	21	32,3
	Bai foncé	10	15,4
	Gris	34	52,3
Couleur du nez	Gris	38	58,5
	Roux	19	29,2
	Noir	8	12,3
Contour des yeux	Gris	33	50,8
	Roux	24	36,9
	Noir	8	12,3

Résultats

III.1.2. Analyse descriptive des mensurations corporelles

Les écart-types, les moyennes, les valeurs minimales et maximales des variables biométriques des ânes sont consignées dans le tableau 13.

Tableau 13. Analyse descriptive des mensurations corporelles.

Paramètres	Min.	Max.	Moyenne \pm S.D. (n=65)	E. S.	Var.
LT (cm)	103,00	135,00	115,76 \pm 7,23 _a	0,11	0,75
LoT (cm)	24,00	50,00	40,79 \pm 4,65 _a	0,67	28,91
LoC (cm)	10,00	22,00	14,07 \pm 2,28 _b	0,28	4,97
LoD (cm)	51,00	107,00	69,95 \pm 10,11 _b	0,58	21,62
LC (cm)	26,00	52,00	39,62 \pm 5,38 _a	0,84	45,96
LOD (cm)	21,00	32,00	26,06 \pm 2,23 _a	0,90	52,27
LOG (cm)	22,00	32,50	25,88 \pm 2,05 _a	1,05	72,03
LH (cm)	27,50	40,00	32,76 \pm 3,03 _e	0,28	5,21
LE (cm)	19,00	33,00	25,93 \pm 2,99 _e	0,17	1,77
TP (cm)	101,00	131,00	114,94 \pm 6,78 _a	0,06	0,25
PC (cm)	11,00	17,00	13,93 \pm 1,33 _c	0,25	4,20
HG (cm)	94,00	132,00	110,15 \pm 8,49 _a	0,07	0,28
HC (cm)	96,00	137,00	114,02 \pm 9,25 _a	1,25	102,17
PV1 (kg)	104,08	217,04	151,30 \pm 25,45 _a	0,38	9,17
PV2 (kg)	108,95	227,33	158,83 \pm 26,77 _a	0,37	8,92

Tableau 14. *Corrélations entre les mensurations corporelles*

	PT (cm)	LT (cm)	HG (cm)	LC (cm)	LOD (cm)	LOG (cm)	LoT (cm)	LoC (cm)	PC (cm)	LoD (cm)	LH (cm)	LE (cm)	HC (cm)	PV2 (cm)	PV1 (cm)
PT (cm)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT (cm)	0,644**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HG (cm)	0,792**	0,684**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC (cm)	0,481**	0,211	0,475**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOD (cm)	0,686**	0,425**	0,567**	0,245*	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOG (cm)	0,628**	0,502**	0,594**	0,207	0,773**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LoT (cm)	0,512**	0,449**	0,514**	0,437**	0,284*	0,300*	1	-	-	-	-	-	-	-	-
LoC (cm)	0,438**	0,274*	0,431**	0,135	0,436**	0,387**	-0,169	1	-	-	-	-	-	-	-
PC (cm)	0,700**	0,619**	0,666**	0,220	0,476**	0,639**	0,314*	0,452**	1	-	-	-	-	-	-
LoD (cm)	0,236	0,133	0,125	-0,130	0,400**	0,342**	-0,075	0,467**	0,273*	1	-	-	-	-	-
LH (cm)	0,361**	0,370**	0,332**	0,006	0,264*	0,268*	0,196	0,202	0,412**	0,102	1	-	-	-	-
LE (cm)	0,380**	0,251*	0,175	0,035	0,253*	0,236	0,239	0,153	0,384**	0,096	0,411**	1	-	-	-
HC (cm)	0,816**	0,673**	0,923**	0,463**	0,614**	0,633**	0,498**	0,525**	0,708**	0,168	0,296*	0,181	1	-	-
PV2 (kg)	0,995**	0,659**	0,833**	0,479**	0,701**	0,643**	0,514**	0,456**	0,706**	0,228	0,377**	0,364**	0,844**	1	-
PV1 (kg)	0,998**	0,641**	0,793**	0,470**	0,700**	0,634**	0,504**	0,446**	0,695**	0,234	0,372**	0,378**	0,815**	0,998**	1

Résultats

III.1.3. Facteurs de variation des mensurations corporelles

L'ACP réductionnelle a permis la description de six axes de composantes présentées dans le tableau 15.

Tableau 15. Matrice des composantes générées.

Matrice des composantes générées						
	Composantes					
Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6
LT (cm)	0,67	0,07	-0,31	0,27	0,26	0,15
LC (cm)	0,67	-0,19	0,27	-0,11	-0,24	0,08
LOD (cm)	0,62	0,56	0,13	0,00	0,14	-0,04
LOG (cm)	0,57	0,45	0,04	0,27	0,16	0,06
LoT (cm)	0,71	-0,40	-0,01	-0,04	0,16	0,01
LoC (cm)	0,26	0,72	0,13	0,31	-0,08	0,04
LoD (cm)	0,05	0,81	-0,12	0,01	0,11	-0,11
LH (cm)	0,22	0,09	-0,04	0,16	0,71	0,14
LE (cm)	0,20	0,01	0,25	0,12	0,76	-0,19
HC (cm)	0,85	0,20	0,05	0,38	-0,06	0,17
HG (cm)	0,83	0,16	0,01	0,23	0,06	0,46
TP (cm)	0,90	0,24	0,07	0,09	0,23	-0,10
PC (cm)	0,55	0,22	-0,05	0,69	0,31	0,02
PV1 (kg)	0,90	0,26	0,06	0,08	0,24	-0,10
PV2 (kg)	0,91	0,25	0,06	0,10	0,23	-0,03
IC	-0,23	0,06	0,06	-0,26	0,21	-0,87
ICP	0,05	-0,03	0,95	-0,01	0,07	0,09
ICR	-0,08	-0,05	-0,95	0,14	-0,08	0,20
IDT	0,05	0,12	-0,16	0,88	0,21	0,04
HDD	-0,16	-0,10	-0,08	-0,45	0,30	0,71

La composition de chaque axe de composante a permis d'établir une définition biologique à chacun. Il est à signaler que les variables comprises dans chaque axe, sont corrélées entre elles (tableau 16).

Résultats

Tableau 16. Définition biologique des axes de l'ACP réductionnelle

Axes	Interprétation biologique	Composantes	Corrélation
1	La silhouette (a)	TP (cm), LT (cm), HG (cm), LC (cm), LOD (cm), LOG (cm), LoT (cm), HC (cm), PV1 (kg),PV2 (kg)	Positive
2	Le squelette (b)	LoC (cm), LoD (cm)	Positive
3	Les proportions (c)	ICP, ICR	Négative (l'augmentation de l'ICP entraine la diminution de l'ICR).
4	Le format (d)	PC, IDT	Positive
5	La largeur (e)	LH (cm), LE (cm)	Positive
6	La corpulence (f)	IC, HDD	Négative (l'augmentation de l'HDD diminue l'IC).

III.1.3.1. Analyse multivariée de la variance (MANOVA)

Les résultats de l'analyse multivariée des données sont présentés dans le tableau 17.

Résultats

Tableau 17. Analyse multivariée de la variance.

Tests multivariés						
Effet		Valeur	F.	Hypothèse df	Erreur df	p.
Intercept	Pillai's Trace	0,03	0,21 ^a	6	48	0,97
	Wilks' Lambda	0,97	0,21 ^a	6	48	0,97
	Hotelling's Trace	0,03	0,21 ^a	6	48	0,97
	Roy's Largest Root	0,03	0,21 ^a	6	48	0,97
BCS	Pillai's Trace	0,20	1,98 ^a	6	48	0,09
	Wilks' Lambda	0,80	1,98 ^a	6	48	0,00
	Hotelling's Trace	0,25	1,98 ^a	6	48	0,09
	Roy's Largest Root	0,25	1,98 ^a	6	48	0,09
Sexe	Pillai's Trace	0,32	3,75 ^a	6	48	0,00
	Wilks' Lambda	0,68	3,75 ^a	6	48	0,00
	Hotelling's Trace	0,47	3,75 ^a	6	48	0,00
	Roy's Largest Root	0,47	3,75 ^a	6	48	0,00
Age	Pillai's Trace	0,26	1,24	12	98	0,27
	Wilks' Lambda	0,75	1,23 ^a	12	96	0,27
	Hotelling's Trace	0,31	1,23	12	94	0,27
	Roy's Largest Root	0,24	1,94 ^b	6	49	0,09
BCS × sexe	Pillai's Trace	0,03	0,23 ^a	6	48	0,97
	Wilks' Lambda	0,97	0,23 ^a	6	48	0,97
	Hotelling's Trace	0,03	0,23 ^a	6	48	0,97
	Roy's Largest Root	0,03	0,23 ^a	6	48	0,97
BCS × âge	Pillai's Trace	0,23	1,04	12	98	0,42
	Wilks' Lambda	0,79	1,02 ^a	12	96	0,43
	Hotelling's Trace	0,26	1,01	12	94	0,45
	Roy's Largest Root	0,16	1,32 ^b	6	49	0,27
Sexe × âge	Pillai's Trace	0,10	0,45	12	98	0,94
	Wilks' Lambda	0,90	0,44 ^a	12	96	0,94
	Hotelling's Trace	0,11	0,44	12	94	0,94
	Roy's Largest Root	0,10	0,80 ^b	6	49	0,58
BCS × sexe × âge	Pillai's Trace	0,11	0,48	12	98	0,92
	Wilks' Lambda	0,89	0,47 ^a	12	96	0,93
	Hotelling's Trace	0,12	0,47	12	94	0,93
	Roy's Largest Root	0,10	0,78 ^b	6	49	0,59

III.1.3.2. Variations des mensurations corporelles selon l'âge

Les mensurations corporelles étudiées selon l'âge des individus appartenant à la population asine étudiée sont présentées dans le tableau 18.

Résultats

Tableau 18. Variations des variables selon l'âge.

Paramètres	Age (n=65)			Sig.	
	3- 6 ans (n = 28)	6 – 9 ans (n = 16)	> 9 ans (n = 21)	F.	p.
LT (cm)	116,79±7,89	113,81±6,51	115,76±7,23	0,86	0,43
LC (cm)	38,89±6,46	40,56±4,59	39,62±5,38	0,51	0,60
LOD (cm)	26,50±2,17	25,78±2,25	26,06±2,23	0,96	0,39
LOG (cm)	26,20±2,17	25,81±1,56	25,88±2,05	0,70	0,50
LoT (cm)	41,18±5,86	40,38±2,55	40,79±4,65	0,17	0,84
LoC (cm)	14,77±2,30	12,66±1,60	14,07±2,28	4,97	0,01
LoD (cm)	70,64±9,59	67,13±6,44	69,95±10,11	0,85	0,43
LH (cm)	33,20±2,90	32,13±3,48	32,76±3,03	0,64	0,41
LE (cm)	26,21±2,77	25,06±3,73	25,93±2,99	0,89	0,22
HC (cm)	115,89±9,44	110,81±8,74	114,02±9,25	1,56	0,08
HG (cm)	110, 54±8,58	108,13±8,14	110,15±8,49	0,63	0,54
TP (cm)	116,46±7,56	111,69±5,38	114,94±6,78	2,73	0,07
PC (cm)	14,18±1,21	13,44±1,17	13,93±1,33	1,63	0,20
PV1 (kg)	157,30±28,93	139,07±19,00	151,30±25,45	2,80	0,07
PV2 (kg)	164,70±30,17	146,43±20,50	158,83±26,77	2,55	0,09

III.1.3.3. Variations des mensurations corporelles selon le sexe

Les résultats relatifs aux mensurations corporelles étudiées chez les deux sexes de la population considérée sont consignés dans le tableau 19.

Résultats

Tableau 19. Variations des variables quantitatives selon le sexe.

Paramètres	Sexe (n=65)		Sig.	
	Mâle (n=32)	Femelle (n=33)	F.	p.
LT (cm)	116,85±8,81	114,64±5,02	1,53	0,22
LoD (cm)	72,21±10,12	67,63±9,70	3,47	0,07
LC (cm)	40,45±6,33	38,75±4,09	1,65	0,20
LOD (cm)	26,58±2,36	25,53±1,99	3,72	0,06
LOG (cm)	26,36±2,15	25,38±1,84	3,96	0,05
LoT (cm)	41,33±5,64	40,23±3,33	0,90	0,34
LoC (cm)	14,85±2,16	13,27±2,15	8,76	0,004
LH (cm)	32,70±3,38	32,83±2,67	0,03	0,86
LE (cm)	26,00±2,81	25,86±3,21	0,03	0,85
HC (cm)	117,27±9,70	110,67±7,52	9,36	0,003
HG (cm)	112,67±9,90	107,55±5,81	6,41	0,01
PC (cm)	14,38±1,32	13,47±1,20	8,48	0,005
TP (cm)	116,85±7,18	112,97±5,82	5,71	0,02
PV1 (kg)	158,60±26,79	143,78±21,94	5,93	0,01
PV2 (kg)	166,75±28,61	150,66±22,34	6,36	0,01

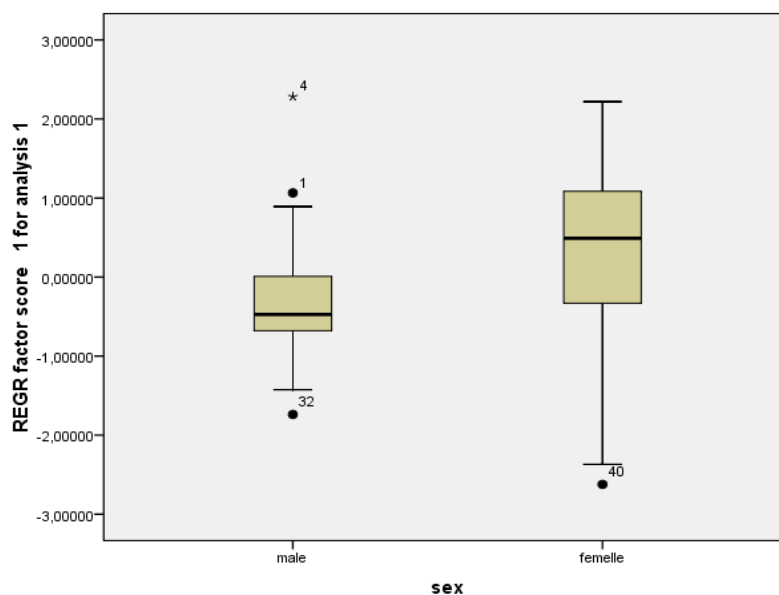


Figure 21. Présentation graphique des variations des moyennes selon le sexe.

Résultats

III.1.3.4. Variations des Mensurations corporelles selon le BCS

Dans le tableau 20, figurent les valeurs des mensurations corporelles considérées selon l'état corporel de la population asine étudiée

Tableau 20. Variations des variables selon le BCS.

Paramètres	BCS (n = 65)		Sig.	
	BCS = 3 (n = 43)	BCS = 4 (n = 22)	F.	p.
LT (cm)	115,82±6,93	116,86±6,94	0,58	0,46
LoD (cm)	72,02±11,74	71,18±4,19	0,27	0,69
LC (cm)	36,61±5,27	41,75±4,31	2,68	0,01
LOD (cm)	25,38±1,14	26,73±2,10	0,96	0,07
LOG (cm)	26,12±1,22	26,52±1,92	1,25	0,15
LoT (cm)	38,94±7,73	41,86±3,62	0,96	0,12
LoC (cm)	14,46±1,80	14,25±2,54	0,34	0,83
LH (cm)	34,07±3,84	32,73±3,44	0,80	0,63
LE (cm)	26,80±3,52	26,36±3,26	0,50	0,67
HC (cm)	112,88±8,74	116,48±9,66	2,02	0,15
HG (cm)	109,70±4,59	111,55±7,45	0,71	0,39
PC (cm)	14,87±1,44	14,09±0,85	2,75	0,91
TP (cm)	113,44±4,66	117,52±6,33	2,69	0,03
PV1 (kg)	145,23±16,99	160,85±25,04	2,66	0,03
PV2 (kg)	152,82±17,57	168,42±26,18	2,45	0,04

Résultats

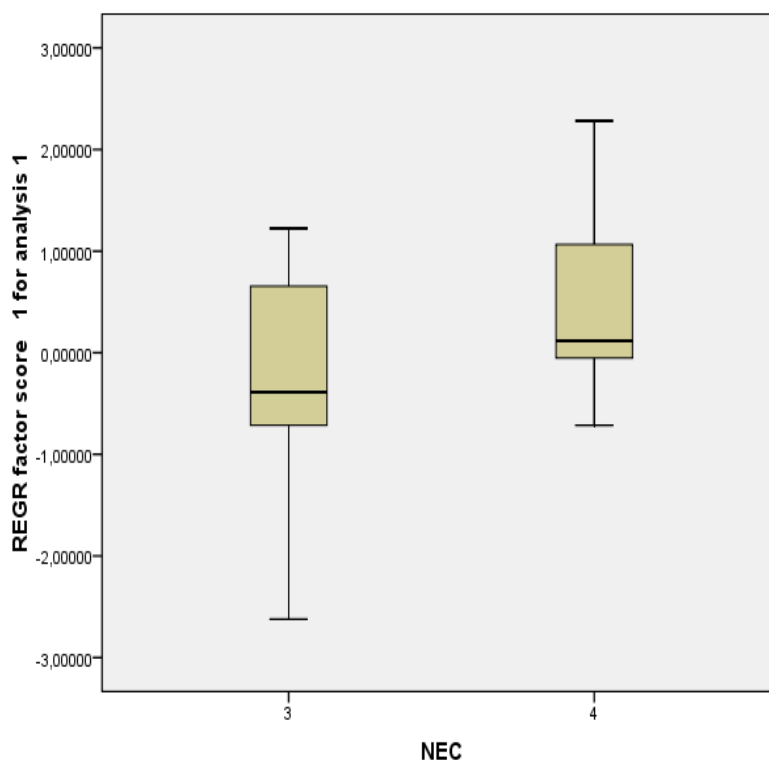


Figure 22. Présentation graphique des variations des moyennes selon la note de l'état corporel

III.1.4. Analyse descriptive des indices biométriques

Les moyennes, les écart-types ainsi que les valeurs minimales et maximales des variables biométriques des ânes sont rapportés dans le tableau 21.

Tableau 21. Analyse descriptive des indices biométriques.

Indices	Min	Max	Mean \pm S.D (n = 65)	S.E.	Var.
IC	0,95	1,18	1,05 \pm 0,05	0,01	0,00
ICP	0,84	2,48	0,98 \pm 0,20	0,02	0,04
ICR	0,37	1,10	1,00 \pm 0,09	0,01	0,01
IDT	0,10	0,15	0,12 \pm 0,01	0,00	0,00
HDD	0,89	1,03	0,97 \pm 0,03	0,00	0,00

Tableau 22. Corrélations entre les indices biométriques.

	IC	ICP	ICR	IDT	HDD
IC	1	-	-	-	-
ICP	-0,008	1	-	-	-
ICR	-0,293*	-0,907**	1	-	-
IDT	-0,239	-0,114	0,216	1	-
HDD	-0,338**	-0,043	0,142	-0,162	1

Résultats

III.1.5. Facteurs de variation des indices biométriques

III.1.5.1. Variations des indices biométriques selon l'âge

Les indices biométriques calculés chez les différentes catégories d'âge de la population étudiée sont présentés dans le tableau 23.

Tableau 23. Variations des indices biométriques selon l'âge.

Indices	Age (n=65)			Sig.	
	] 3 - 6 ans] (n = 28)	] 6 - 9 ans] (n = 16)	> 9 ans (n = 21)	F.	p.
IC	1,06±0,05	1,04±0,05	1,04±0,05	1,01	0,37
ICP	0,95±0,05	1,05±0,38	0,96±0,07	1,40	0,25
ICR	1,00±0,05	0,98±0,17	1,01±0,06	0,38	0,68
IDT	0,12±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01	0,17	0,84
HDD	0,95±0,02	0,98±0,03	0,98±0,03	4,80	0,01

III.1.5.2. Variations des indices biométriques selon le sexe

Les indices biométriques calculés chez les deux sexes de la population étudiée sont présentés dans le tableau 24.

Tableau 24. Variations des indices biométriques selon le sexe.

Indices	Sexe (n=65)		Sig.	
	Mâle (n = 32)	Femelle (n = 33)	F.	p.
IC	1,05±0,05	1,04±0,05	0,85	0,35
ICP	0,99±0,27	0,97±0,07	0,19	0,66
ICR	1,00±0,12	1,00±0,06	0,03	0,86
IDT	0,12±0,01	0,12±0,01	3,41	0,06
HDD	0,97±0,03	0,96±0,03	2,88	0,09

III.1.5.3. Variations des indices biométriques selon le BCS

Les variations des indices biométriques de la population étudiée selon le BCS sont présentées dans le tableau 25.

Résultats

Tableau 25. Variations des indices biométriques selon le BCS.

Indices	BCS (n = 65)		Sig.	
	BCS = 3 (n = 43)	BCS = 4 (n = 22)	F.	P.
IC	1,04±,04	1,06±0,04	0,31	0,74
ICP	0,97±,15	0,96±0,05	0,20	0,82
ICR	1,01±,07	1,00±0,05	0,11	0,89
IDT	0,13±,01	0,12±0,00	7,22	0,002
HDD	0,97±,05	0,96±0,03	2,55	0,08

III.1.5.4. Effets et interactions de l'âge, du sexe et du BCS sur les variations des composantes générées

L'étude de l'effet de l'âge, du sexe et du BCS ainsi que leurs interactions (sexe × âge, sexe × BCS, âge × BCS et Sexe × âge × BCS) sur les variations des composantes générées de la population asine étudiée a donné les résultats qui sont consignés dans le tableau 26.

Tableau 26. Effets de l'âge, du sexe et du BCS et de leurs interactions sur les variations des composantes générées.

Les tests d'effets entre-sujets						
Source	Variables Dépendantes	Type III Somme de carrées	Df	Somme des carrées	F.	p.
BCS	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	5,94	1	5,94	7,54	0,008
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,81	1	0,81	0,76	0,39
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,09	1	0,09	0,09	0,77
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	0,27	1	0,27	0,27	0,61
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	0,67	1	0,67	0,62	0,43
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	0,43	1	0,43	0,44	0,51
Sexe	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	7,80	1	7,80	9,91	0,003
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	2,16	1	2,16	2,01	0,16
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,01	1	0,01	0,01	0,94
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	2,59	1	2,59	2,56	0,12
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	2,76	1	2,76	2,58	0,11
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	0,11	1	0,11	0,11	0,74
Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	1,12	2	0,56	0,71	0,50
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,19	2	0,10	0,10	0,92
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,32	2	0,16	0,15	0,86
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	2,23	2	1,12	1,10	0,34
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	2,72	2	1,36	1,27	0,29
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	6,74	2	3,37	3,44	0,04

Résultats

Les tests d'effets entre-sujets						
Source	Variables Dépendantes	Type III Somme de carrées	Df	Somme des carrées	F.	p.
BCS Sexe	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	0,69	1	0,69	0,88	0,35
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,16	1	0,16	0,14	0,71
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,14	1	0,14	0,13	0,71
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	0,02	1	0,02	0,02	0,88
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	0,24	1	0,24	0,22	0,64
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	0,00	1	0,00	0,00	0,95
BCS × Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	1,63	2	0,81	1,03	0,36
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,43	2	0,22	0,20	0,82
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	2,89	2	1,44	1,40	0,26
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	2,83	2	1,42	1,40	0,26
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	0,72	2	0,36	0,34	0,72
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	2,74	2	1,36	1,40	0,26
Sexe × Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	1,63	2	0,82	1,04	0,36
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,26	2	0,13	0,12	0,89
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	1,20	2	0,60	0,58	0,56
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	0,02	2	0,01	0,01	0,99
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	1,29	2	0,64	0,60	0,55
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	0,27	2	0,13	0,14	0,87
BCS × Sexe × Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	0,59	2	0,30	0,38	0,69
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,84	2	0,42	0,39	0,68
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,58	2	0,29	0,28	0,76
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	0,56	2	0,28	0,28	0,76
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	2,35	2	1,18	1,10	0,34
	REGR score facteur 6 pour l'analyse 1	1,26	2	0,63	0,64	0,53

III.1.6. Diversité de la population étudiée

III.1.6.1. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives

L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée sur les variables étudiées et a donné les résultats suivants (tableau 27).

Résultats

Tableau 27. Variance totale expliquée.

Variance Totale expliquée						
Composante	Valeurs propres initiales			Extraction de la somme des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	7,829	52,19	52,19	4,97	33,11	33,11
2	1,731	11,54	63,73	4,59	30,62	63,73

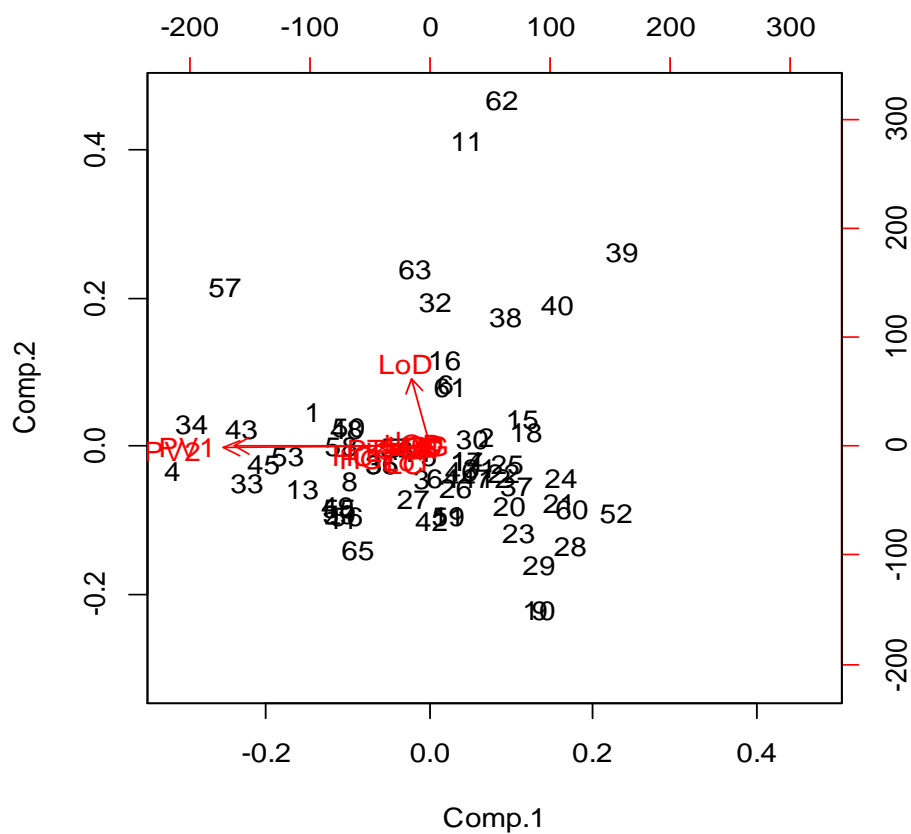


Figure 23. Présentation graphique des principaux axes de composantes.

Résultats

Variables factor map (PCA)

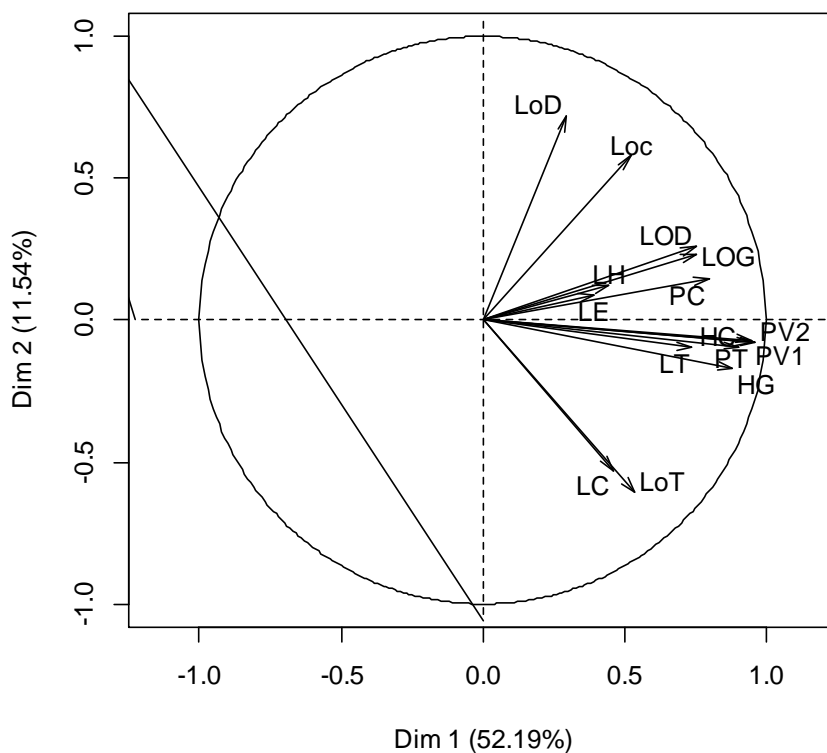


Figure 24. Présentation des mensurations corporelles par ACP.

Individuals factor map (PCA)

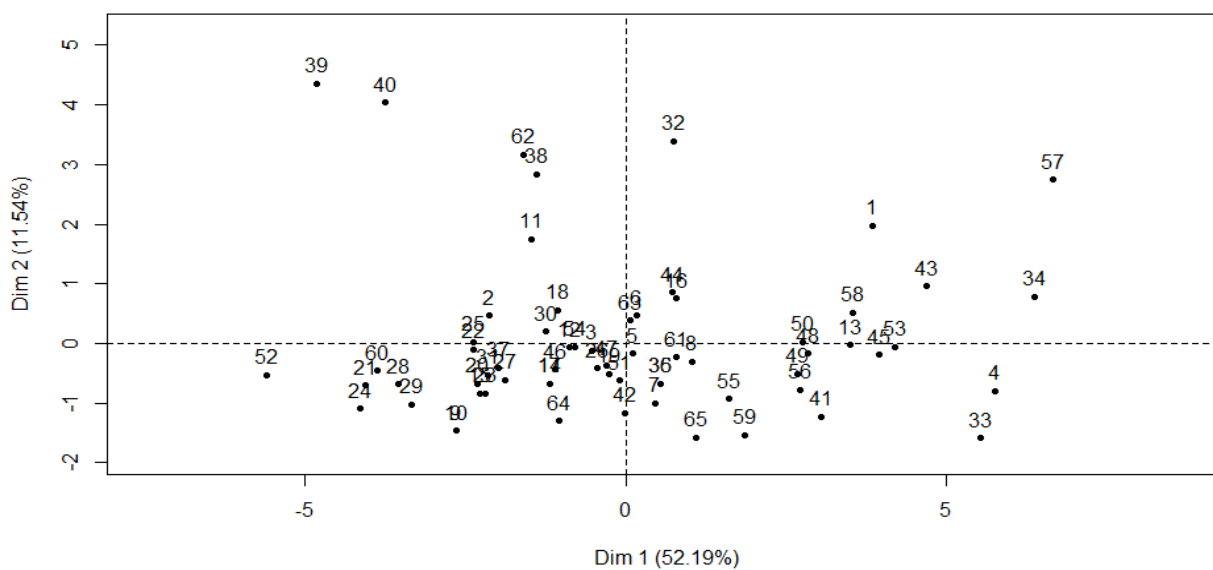


Figure 25. Présentation des individus par ACP.

III.1.6.2. Analyse factorielle des variables qualitatives

L'AFCM appliquée pour construire la typologie, et présenter les caractéristiques qualitatives communes des individus qui sont assez semblables de la population asine étudiée est représentée dans la figure 26.

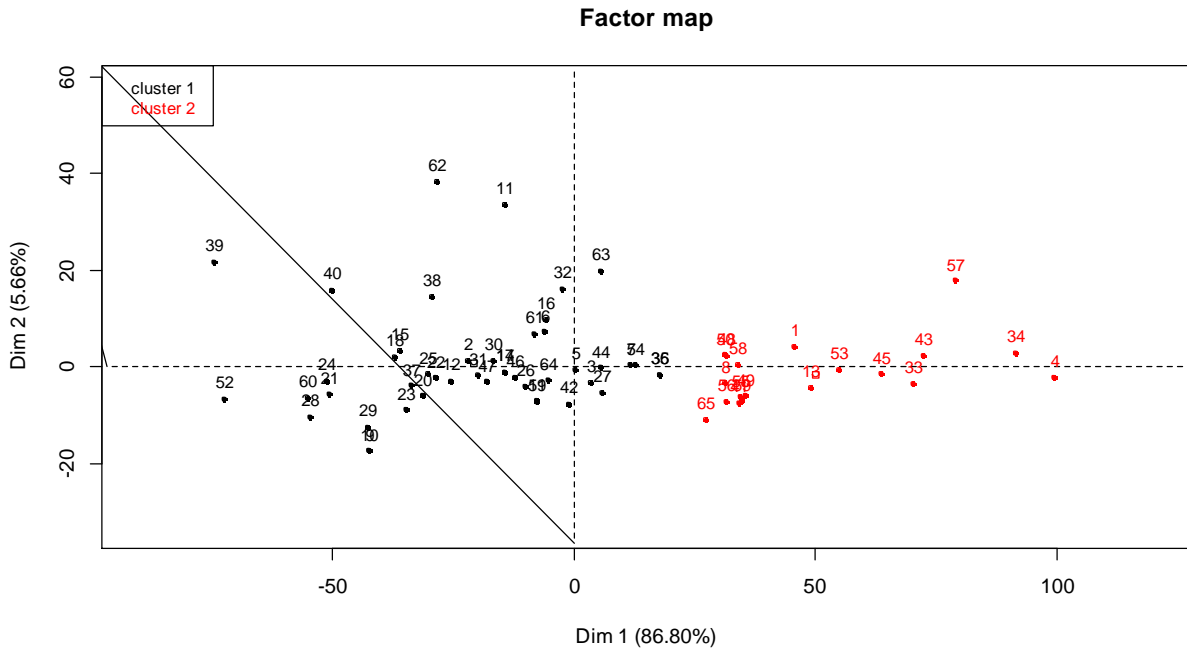


Figure 26. Carte factorielle obtenue par AFCM.

Afin de diviser un ensemble de données en différents groupes homogènes, l'analyse de typologie (Cluster Analysis) a permis de dresser une classification hiérarchique sur la carte factorielle telle que présentée par la figure 27.

Hierarchical clustering on the factor map

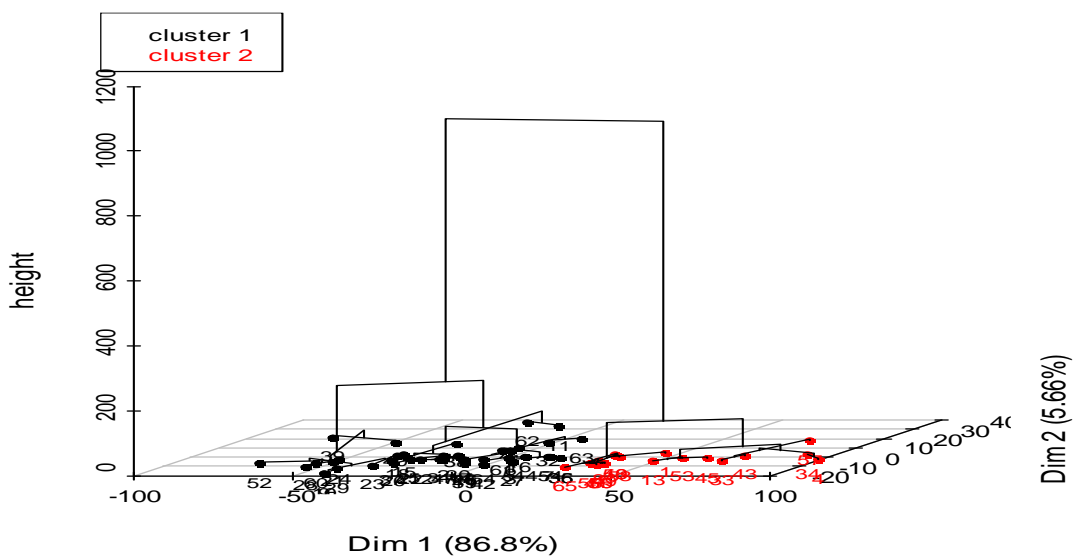


Figure 27. Arbre hiérarchique sur carte factorielle.

III.1.6.3. Classification hiérarchique ascendante de la population

L'analyse hiérarchique ascendante a permis la construction du dendrogramme représenté par la figure 28.

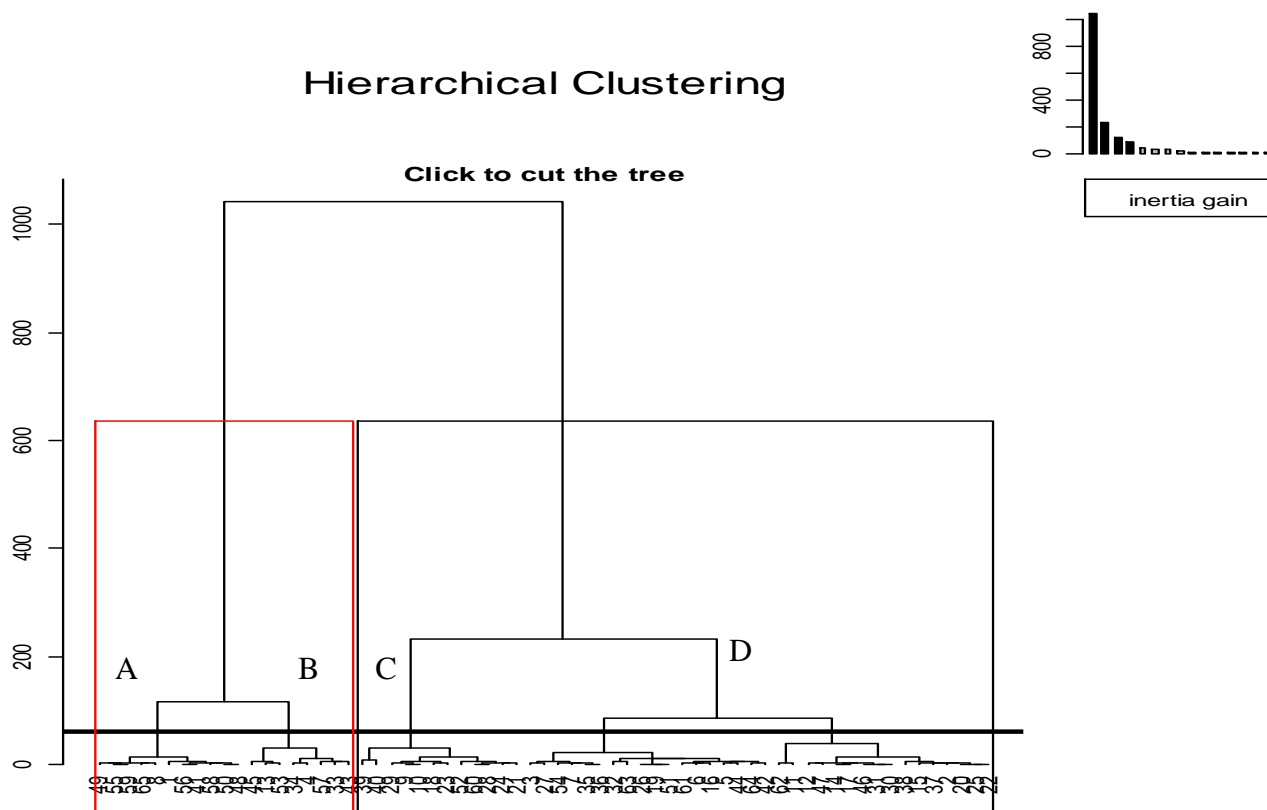


Figure 28. Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes).

III.1.6.4 Caractérisation de la population étudiée par l'utilisation des caractères qualitatifs

L'analyse factorielle des correspondances multiples AFCM (Figure 27) et la classification ascendante hiérarchique (Figure 28) ont permis de déterminer quatre classes d'animaux (tableau 28).

Résultats

Tableau 28. Caractères des classes déterminées par l'analyse par ACM.

Caractères qualitatifs n = 65		Classe 01 (%) (n = 32)	Classe 02 (%) (n = 8)	Classe 03 (%) (n = 22)	Classe 04 (%) (n = 3)
Couleur de la robe	Bai clair	15,63	0,00	4,55	0,00
	Bai	59,38	12,50	4,55	0,00
	Bai foncé	15,63	0,00	27,27	0,00
	Bai brûlé	0,00	12,50	4,55	33,33
	Gris clair	3,13	50,00	13,64	0,00
	Gris	6,25	25,00	22,73	66,67
	Gris foncé	0,00	0,00	22,73	0,00
Epis	Présence	3,13	12,50	40,91	66,66
	Absence	96,88	87,50	59,09	33,33
Raie scapulaire	Présence	6,25	25,00	90,91	66,66
	Absence	93,75	75,00	9,09	33,33
Raie de mulet	Présence	6,25	25,00	95,45	66,66
	Absence	93,75	75,00	4,55	33,33
Raie Cruciale	Présence	3,13	25,00	86,36	66,66
	Absence	96,88	75,00	13,64	33,33
Zébrures aux membres	Présence	6,25	12,50	4,55	66,66
	Absence	93,75	87,50	95,45	33,33
Zébrures au flanc	Présence	0,00	0,00	0,00	100,00
	Absence	100,00	100,00	100,00	0,00
Zébrures au thorax	Présence	0,00	0,00	0,00	100,00
	Absence	100,00	100,00	100,00	0,00
Couleur des muqueuses	Noir	3,13	100,00	4,55	66,66
	Foncé	96,88	0,00	95,45	33,33
Couleur de la tête	Bai	50,00	12,50	45,45	33,33
	Bai foncé	0,00	50,00	4,55	0,00
	Gris	50,00	37,50	50,00	66,66
Couleur du nez	Noir	0,00	62,50	4,55	0,00
	Gris	75,00	25,00	50,00	66,66
	Roux	25,00	12,50	45,45	33,33
Contour des yeux	Noir	6,25	62,50	4,55	0,00
	Gris	65,63	12,50	45,45	66,66
	Roux	28,13	25,00	50,00	33,33

II.2. Etude des variations des paramètres hémato-biochimiques

II.2.1. Variations des paramètres hématologiques

II.2.1.1. Analyse descriptive des paramètres hématologiques

Les résultats de l'analyse descriptive des variables hématologiques, sont exprimés en moyenne \pm écarts- type dans le tableau 29.

Tableau 29. Analyse descriptive des paramètres hématologiques.

Statistique descriptive				
Paramètres	n.	Min.	Max.	Moy. \pm S.D.
WBC ($\times 10^9/L$)	37	2,60	16,00	8,99 \pm 3,21
Lymph ($\times 10^9/L$)	37	0,60	7,10	2,63 \pm 1,60
MID ($\times 10^9/L$)	37	0,10	2,20	1,15 \pm 0,48
GRAN ($\times 10^9/L$)	37	1,90	10,60	5,21 \pm 2,13
HGB (g/dL)	37	5,10	27,70	10,85 \pm 3,96
GR ($\times 10^{12}/L$)	37	2,47	9,06	5,18 \pm 1,52
HCT (%)	37	14,10	59,80	33,89 \pm 10,99
VGM (fL)	37	49,50	66,10	58,88 \pm 3,60
TCMH (pg)	37	18,20	22,30	20,44 \pm 0,92
CCMH (g/dL)	37	31,10	38,60	34,89 \pm 1,96
IDR- CV (%)	37	17,80	23,90	19,40 \pm 1,18
IDR- DS (fL)	37	30,90	47,50	37,71 \pm 3,27
PLT ($\times 10^9/L$)	37	42,00	326,00	192,08 \pm 69,50
VMP (fL)	37	5,00	10,50	6,70 \pm 1,74
IDP (%)	37	14,06	18,30	15,56 \pm 1,03
PCT (%)	37	0,04	0,22	0,12 \pm 0,04

III.2.1.2. L'ACP réductionnelle des variables hématologiques

L'ACP réductionnelle a permis la description de cinq axes de composantes présentées dans le tableau 30.

Résultats

Tableau 30. Matrice des composantes générées.

	Matrice des composantes générées				
	Axes de composantes				
Variables	1	2	3	4	5
WBC ($\times 10^9/L$)	-0,17	0,14	0,96	0,09	0,03
Lymph ($\times 10^9/L$)	-0,39	0,44	0,47	0,25	-0,09
MID ($\times 10^9/L$)	-0,07	0,05	0,91	0,21	0,05
GRAN ($\times 10^9/L$)	0,05	-0,13	0,89	-0,10	0,09
HGB (g/dL)	0,89	0,23	-0,18	-0,08	-0,04
GR ($\times 10^{12}/L$)	0,91	0,22	-0,12	-0,22	-0,09
HCT (%)	0,82	0,15	0,08	0,16	-0,18
VGM (fL)	0,14	0,67	,07	0,69	0,05
TCMH (pg)	-0,09	-0,23	0,01	0,83	0,33
CCMH (g/dL)	-0,21	-0,90	-0,08	-0,09	0,19
IDR- CV (%)	-0,20	-0,29	0,20	0,48	-0,66
IDR- DS (fL)	-0,07	0,25	0,18	0,83	-0,37
PLT ($\times 10^9/L$)	-0,49	-0,60	0,16	0,08	0,49
VMP (fL)	0,39	0,88	0,01	-0,13	0,02
IDP (%)	-0,15	-0,16	0,08	0,14	0,83
PCT (%)	-0,48	-0,19	0,25	-0,03	0,71

La composition de chaque axe de composante, a permis l'établissement du tableau récapitulatif 31. Les variables comprises dans chaque axe, sont corrélées entre elles.

Tableau 31. Tableau récapitulatif des composantes des axes de l'ACP réductionnelle.

Axe	Composantes	Corrélation
1	HGB (g/dL), GR ($\times 10^{12}/L$), HCT (%)	Positive
2	CCMH (g/dL), PLT ($\times 10^9/L$), VMP (fL)	Négative (le VMP augmente lorsque les CCMH et PLT diminuent).
3	WBC ($\times 10^9/L$), Lymph ($\times 10^9/L$), MID ($\times 10^9/L$), GRAN ($\times 10^9/L$)	Positive
4	VGM (fL), TCMH (pg), IDR- CV (%), IDR- DS (fL)	Positive
5	IDP (%), PCT (%)	Positive

III.2.1.3. Analyse par correspondances principales des variables hématologiques

L'analyse en composante principale (ACP) réalisée sur les variables étudiées, a donné les résultats suivants (tableau 32).

Tableau 32. Variance totale expliquée

Variance totale expliquée						
Composantes	Valeurs Eigen initiales			Extraction des sommes des carrés		
	Total	% de la Variance	Cumulative %	Total	% de la Variance	Cumulative %
1	5,17	32,33	32,33	5,17	32,33	32,33
2	3,67	22,93	55,26	3,67	22,93	55,26
3	2,05	12,83	68,09	2,05	12,83	68,09
4	1,61	10,08	78,18	1,61	10,08	78,18
5	1,29	8,05	86,22	1,29	8,05	86,22

III.2.2. Facteurs de variation des variables hématologiques

III.2.2.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres hématologiques

Les variations des variables hématologiques selon l'âge des animaux sont portées dans le tableau 33.

Résultats

Tableau 33. Effet de l'âge sur les variations des paramètres hématologiques.

Variables	Age			Sig.	
	Jeune (< 4 ans) (n = 6)	Adulte (4 - 10 ans) (n = 15)	Âgé (> 10 ans) (n = 16)	F.	p.
WBC ($\times 10^9/L$)	8,58 \pm 1,42	8,73 \pm 0,77	9,39 \pm 0,87	2,70 ^a	0,01
Lymph ($\times 10^9/L$)	2,18 \pm 0,62	2,52 \pm 0,37	2,90 \pm 0,45		
MID ($\times 10^9/L$)	1,00 \pm 0,21	1,27 \pm 0,12	1,09 \pm 0,12		
GRAN ($\times 10^9/L$)	5,40 \pm 0,84	4,95 \pm 0,57	5,39 \pm 0,54		
HGB (g/dL)	10,47 \pm 0,76	10,42 \pm 0,70	11,40 \pm 1,35		
GR ($\times 10^{12}/L$)	5,46 \pm 0,42	5,01 \pm 0,33	5,23 \pm 0,48		
HCT (%)	31,28 \pm 3,12	33,72 \pm 2,83	35,04 \pm 3,10		
VGM (fL)	55,30 \pm 1,67***	58,84 \pm 0,85	60,26 \pm 0,71		
TCMH (pg)	19,23 \pm 0,47***	20,71 \pm 0,10	20,64 \pm 0,22		
CCMH (g/dL)	34,97 \pm 1,10	35,39 \pm 0,39	34,41 \pm 0,51		
IDR- CV (%)	18,52 \pm 0,16***	19,31 \pm 0,15	19,81 \pm 0,39		
IDR- DS (fL)	33,78 \pm 0,97***	37,55 \pm 0,48	39,34 \pm 0,85		
PLT ($\times 10^9/L$)	194,67 \pm 18,43	189,40 \pm 15,92	193,63 \pm 21,43		
VMP (fL)	7,08 \pm 0,79	6,27 \pm 0,36	6,95 \pm 0,49		
IDP (%)	15,37 \pm 0,31	15,61 \pm 0,25	15,58 \pm 0,30		
PCT (%)	0,13 \pm 0,01	0,11 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01		

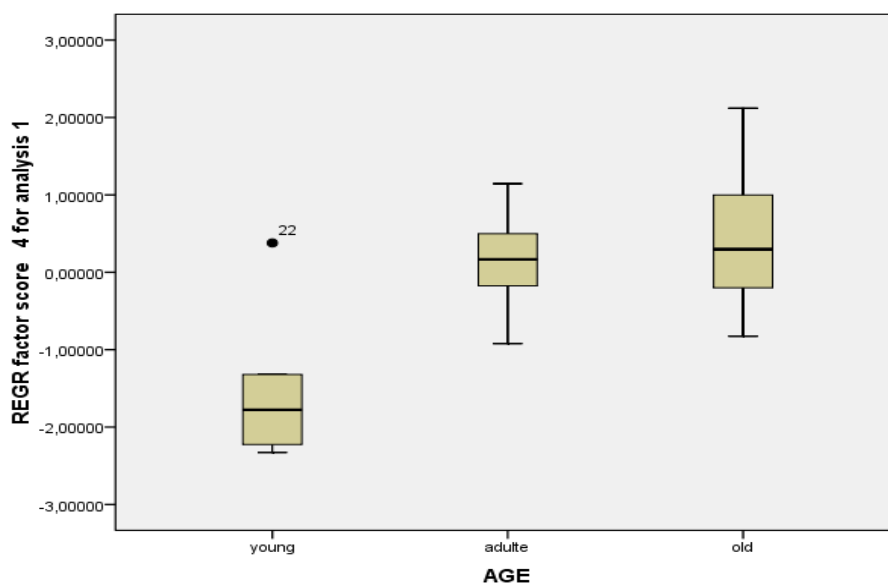


Figure 29. Effet de l'âge sur les variations des moyennes des paramètres hématologiques

Résultats

III.2.2.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres hématologiques

Les résultats relatifs aux paramètres hématologiques chez les deux sexes figurent dans le tableau 34.

Tableau 34. Effet du sexe sur les variations des moyennes des paramètres hématologiques.

Variables	Sexe		Sig.	
	Mâle (n = 21)	Femelle (n = 16)	F.	p.
WBC ($\times 10^9/L$)	9,42 \pm 0,60	8,43 \pm 0,93	3,17 ^a	0,02
Lymph ($\times 10^9/L$)	2,63 \pm 0,32	2,63 \pm 0,45		
MID ($\times 10^9/L$)	1,20 \pm 0,10	1,08 \pm 0,12		
GRAN ($\times 10^9/L$)	5,60 \pm 0,48	4,71 \pm 0,49		
HGB (g/dL)	9,89 \pm 0,55	12,12 \pm 1,28		
GR ($\times 10^{12}/L$)	4,79 \pm 0,28	5,69 \pm 0,42		
HCT (%)	33,58 \pm 2,35	34,31 \pm 2,91		
VGM (fL)	58,01 \pm 0,59	60,03 \pm 1,08		
TCMH (pg)	20,65 \pm 0,18	20,16 \pm 0,25		
CCMH (g/dL)	35,73 \pm 0,19**	33,79 \pm 0,61**		
IDR- CV (%)	19,70 \pm 0,26	18,99 \pm 0,26		
IDR- DS (fL)	37,72 \pm 0,72	37,70 \pm 0,83		
PLT ($\times 10^9/L$)	212,81 \pm 10,64**	164,88 \pm 20,96**		
VMP (fL)	5,78 \pm 0,12**	7,90 \pm 0,51**		
IDP (%)	15,71 \pm 0,20	15,35 \pm 0,28		
PCT (%)	0,12 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01		

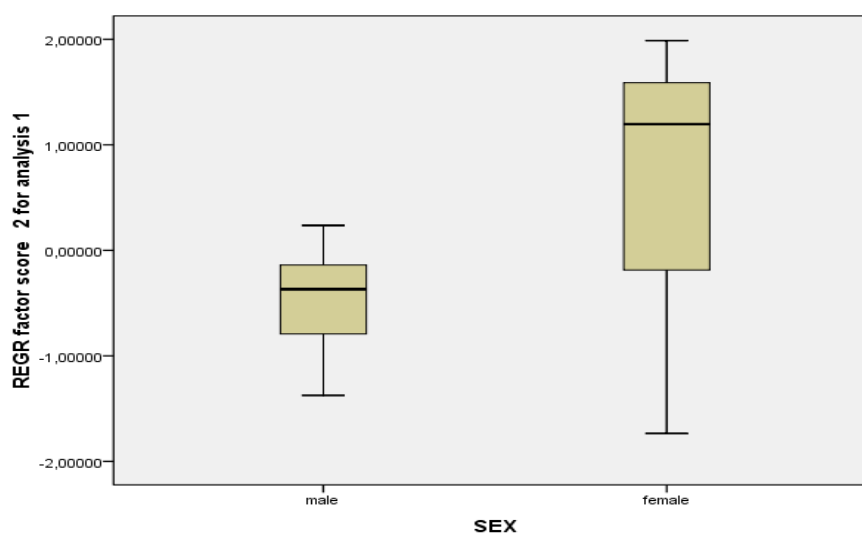


Figure 30. Effet du sexe sur les variations des moyennes des paramètres hématologiques.

Résultats

III.2.2.3. Effet de l'interaction de l'âge et du sexe sur les variations des composantes générées

Les résultats de l'étude des effets de l'âge et du sexe ainsi que leurs interactions (sexe × âge) sur les variations des composantes générées de la population étudiée, sont mentionnés dans le tableau 35.

Tableau 35. Effets de l'âge, du sexe et de leurs interactions sur les variations des composantes générées de la population étudiée.

Tests d'effets entre-sujets						
Source	Variables dépendantes	Type III Somme de carrées	Df	Somme des carrées	F.	p.
Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	0,83	2	0,41	0,39	0,68
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,83	2	0,41	0,62	0,54
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,77	2	0,38	0,39	0,68
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	16,63	2	8,31	14,93	0,000
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	0,97	2	0,48	0,44	0,65
Sexe	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	2,65	1	2,65	2,53	0,12
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	7,96	1	7,96	12,00	0,002
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	0,75	1	0,75	0,76	0,39
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	0,05	1	0,05	0,08	0,93
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	0,000	1	0,000	0,000	0,99
Age × Sexe	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	0,62	1	0,62	0,59	0,45
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	2,67	1	2,67	4,03	0,054
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	1,12	1	1,12	1,14	0,30
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	1,59	1	1,59	2,85	0,10
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	1,47	1	1,47	1,34	0,26

III.2.3. Variations des paramètres biochimiques

III.2.3.1. Analyse descriptive des paramètres biochimiques

Les résultats de l'analyse descriptive des variables biochimiques sont exprimés en moyenne ± écarts- type dans le tableau 36.

Résultats

Tableau 36. Moyennes et écarts- types des paramètres biochimiques

Statistique descriptive				
Paramètres	N	Min.	Max.	Moy. ± S.D.
ALBU-BS (UI/L)	37	11,86	35,45	20,73 ± 5,16
CHOL-BM (UI/L)	37	0,47	7,34	1,20 ± 1,19
AC.U (UI/L)	37	0,60	66,03	12,35 ± 14,55
UREE (UI/L)	37	0,05	0,29	0,17 ± 0,06
Créatinine (UI/L)	37	5,36	17,44	11,17 ± 2,36
GGT (UI/L)	37	11,78	145,30	34,68 ± 21,64
GLU (UI/L)	37	0,01	0,98	0,58 ± 0,18
PAL (UI/L)	37	241,10	864,50	459,53 ± 132,81
PROT (UI/L)	37	54,73	112,70	73,59 ± 8,34
TGO (UI/L)	37	53,52	493,70	255,46 ± 86,04
TGP (UI/L)	37	6,38	31,85	14,27 ± 5,33
TRIG (UI/L)	37	0,10	14,89	3,29 ± 4,01

III.2.3.2. L'analyse en composante principale des variables biochimiques

L'ACP réductionnelle a permis la description de cinq axes de composantes présentées dans le tableau 37.

Tableau 37. Matrice des composantes générées.

Matrice des composantes générées					
Composantes					
Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
ALBU-BS (UI/L)	0,75	0,01	-0,13	0,23	0,10
CHOL-BM (UI/L)	0,76	0,28	0,24	0,13	-0,09
AC.U (UI/L)	0,61	0,01	-0,12	-0,12	0,10
UREE (UI/L)	0,11	-0,37	-0,02	-0,65	-0,15
Créatinine (UI/L)	0,03	0,61	0,19	0,09	-0,16
GGT (UI/L)	-0,09	0,07	0,71	0,43	0,29
GLU (UI/L)	0,07	-0,10	0,10	-0,05	0,94
PAL (UI/L)	0,25	0,25	0,74	-0,31	-0,01
PROT (UI/L)	0,21	-0,10	-0,03	0,76	-0,21
TGO ou ASAT (UI/L)	0,05	0,70	-0,59	0,01	0,07
TGP ou ALAT (UI/L)	0,54	0,72	0,17	0,00	0,03
TRIG (UI/L)	0,86	0,08	0,30	-0,05	-0,12

Résultats

Il est à signaler que les variables comprises dans chaque axe, sont corrélées entre elles (tableau 38).

Tableau 38. Tableau récapitulatif des axes de l'ACP réductionnelle

Axe	Composantes	Corrélation
1	ALBU-BS (UI/L), CHOL-BM (UI/L), AC.U (UI/L)	Positive
2	Créatinine (UI/L), ALAT (UI/L), ASAT (UI/L)	Positive
3	PAL (UI/L), TRIG (UI/L)	Positive
4	UREE (UI/L), GGT (UI/L), PROT (UI/L)	Négative (les concentrations en urée diminuent avec l'augmentation de celles des GGT et PROT)
5	GLU (UI/L)	Positive

III.2.3.3. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives

L'analyse en composante principale (ACP) réalisée sur les variables étudiées est consignée dans le tableau 39.

Tableau 39. Analyse en composantes principales des variables biochimiques

Variance totale expliquée						
Composantes	Valeurs Eigen initiales			Extraction des sommes des carrées		
	Total	% de la Variance	Cumulative %	Total	% de la Variance	Cumulative %
1	3,24	26,98	26,98	3,24	26,98	26,98
2	1,59	13,28	40,26	1,59	13,28	40,26
3	1,46	12,16	52,43	1,46	12,16	52,43
4	1,18	9,86	62,29	1,18	9,86	62,29
5	1,05	8,72	71,00	1,05	8,72	71,00

Résultats

III.2.4. Facteurs de variation des variables biochimiques

III.2.4.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres biochimiques

Les variations des variables biochimiques selon l'âge des animaux, sont représentées dans le tableau 40.

Tableau 40. Effet de l'âge sur les variations des moyennes des paramètres biochimiques

Paramètres	Age n = 37			MANOVA		
	Jeune < 4 ans n = 6	Adulte 4 -10 ans n = 15	Âgé > 10 ans n = 16	λ de Wilks	F.	p.
ALBU-BS (UI/L)	20,03 ± 1,35	21,47 ± 1,45	20,30 ± 1,37	0,57	1,63	0,13
CHOL-BM (UI/L)	0,92 ± 0,16	1,52 ± 0,46	1,00 ± 0,12			
AC.U (UI/L)	12,87 ± 7,51	9,88 ± 3,44	14,47 ± 3,69			
UREE (UI/L)	0,16 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,02			
Creatinine (UI/L)	11,26 ± 1,06	11,22 ± 0,51	11,10 ± 0,68			
GGT (UI/L)	27,74 ± 3,48	34,40 ± 3,30	37,54 ± 7,58			
GLU (UI/L)	0,61 ± 0,05	0,51 ± 0,04	0,64 ± 0,04			
PAL (UI/L)	415,21 ± 38,79	437,17 ± 37,39	497,12 ± 32,56			
PROT (UI/L)	81,44 ± 6,36	74,05 ± 0,90	70,21 ± 1,54			
TGO (UI/L)	313,56 ± 39,31	241,91 ± 22,68	246,39 ± 19,13			
TGP (UI/L)	14,01 ± 2,10	14,82 ± 1,73	13,85 ± 1,03			
TRIG (UI/L)	3,40 ± 1,62	3,95 ± 1,22	2,62 ± 0,85			

III.2.4.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres biochimiques

Les résultats relatifs aux paramètres biochimiques observés chez les deux sexes figurent dans le tableau 41.

Résultats

Tableau 41. Effet du sexe sur les variations des moyennes des paramètres biochimiques

Paramètres	Sexe n = 37		MANOVA		
	Mâle n = 21	Femelle n = 16	λ de Wilks	F.	p.
ALBU-BS (UI/L)	19,97 ± 1,18	21,73 ± 1,20	0,66	2,60	0,05
CHOL-BM (UI/L)	0,99 ± 0,10	1,47 ± 0,43			
AC.U (UI/L)	10,42 ± 2,96	14,89 ± 3,95			
UREE (UI/L)	0,18 ± 0,01	0,15 ± 0,01			
Créatinine (UI/L)	10,12 ± 0,49**	12,55 ± 0,43**			
GGT (UI/L)	41,20 ± 5,73	26,12 ± 2,04			
GLU (UI/L)	0,61 ± 0,04	0,55 ± 0,04			
PAL (UI/L)	473,22 ± 28,32	441,57 ± 34,70			
PROT (UI/L)	73,05 ± 0,89	74,29 ± 3,00			
TGO (UI/L)	219,03 ± 13,92**	303,28 ± 22,42**			
TGP (UI/L)	12,84 ± 0,75**	16,14 ± 1,69**			
TRIG (UI/L)	3,20 ± 0,85	3,41 ± 1,07			

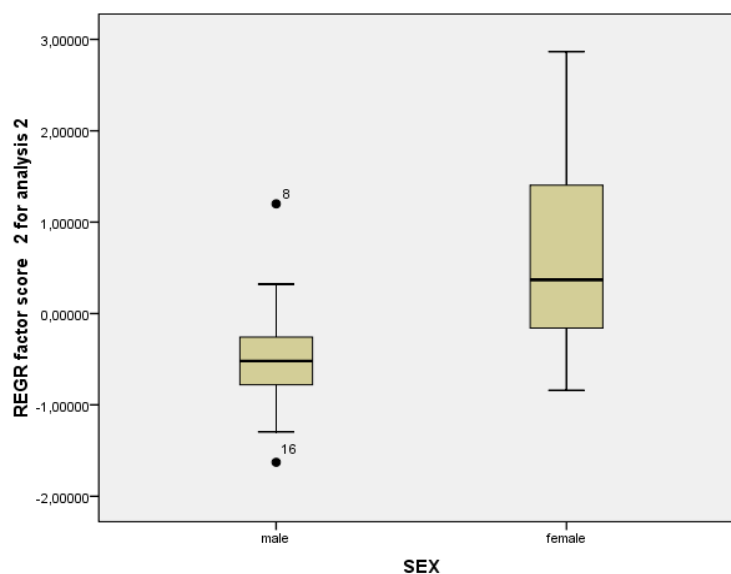


Figure 31. Effet du sexe sur les variations des moyennes des valeurs des paramètres biochimiques

Résultats

III.2.4.3. Effets de l'interaction de l'âge et du sexe sur les variations des composantes biochimiques générées

L'étude de l'effet de l'âge et du sexe ainsi que leurs interactions (sexe \times âge) sur les variations des composantes générées de la population étudiée, sont consignés dans le tableau 42.

Tableau 42. Effets de l'âge, du sexe et de leurs interactions sur les variations des composantes biochimiques générées de la population étudiée.

Tests d'effets entre-sujets						
Source	Variables dépendantes	Type III Somme de carrés	df	Somme des carrés	F.	p.
Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 2	1,22	2	0,61	0,65	0,53
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 2	0,40	2	0,20	0,24	0,79
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 2	4,97	2	2,49	3,60	0,04
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 2	1,78	2	0,89	1,00	0,38
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 2	3,93	2	1,97	2,06	0,15
Sexe	REGR score facteur 1 pour l'analyse 2	0,01	1	0,01	0,01	0,94
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 2	6,69	1	6,70	8,11	0,008
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 2	0,50	1	0,50	0,73	0,40
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 2	0,03	1	0,03	0,03	0,86
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 2	0,89	1	0,89	0,93	0,34
Age \times Sexe	REGR score facteur 1 pour l'analyse 2	5,97	1	5,97	6,30	0,02
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 2	0,70	1	0,70	0,85	0,37
	REGR score facteur 3 pour l'analyse 2	0,87	1	0,87	1,25	0,27
	REGR score facteur 4 pour l'analyse 2	2,85	1	2,85	3,23	0,08
	REGR score facteur 5 pour l'analyse 2	0,66	1	0,66	0,69	0,41

Résultats

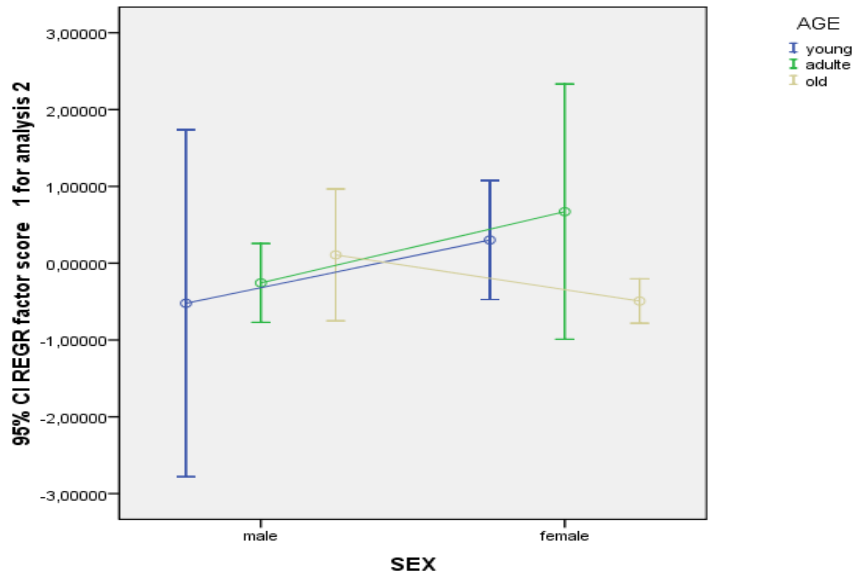


Figure 32. Effet de l'âge et du sexe sur les variations des moyennes des valeurs des paramètres biochimiques

III.2.5. Corrélations entre les valeurs hémo-biologiques et biochimiques

L'analyse statistique de l'ensemble des composantes hémo-biologiques et biochimiques générées a résulté la matrice de corrélation portée dans le tableau 43.

Tableau 43. Matrice de corrélation entre les composantes hématologiques et biochimiques générées.

Correlations											
		REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	REGR score facteur 5 pour l'analyse 1	REGR score facteur 1 pour l'analyse 2	REGR score facteur 2 pour l'analyse 2	REGR score facteur 3 pour l'analyse 2	REGR score facteur 4 pour l'analyse 2	REGR score facteur 5 pour l'analyse 2
REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	Pearson Correlation	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig.		-	-	-	-	-	-	-	-	-
REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	Pearson Correlation	0,000	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sig.	1,000		-	-	-	-	-	-	-	-
REGR score facteur 3 pour l'analyse 1	Pearson Correlation	0,000	0,000	1	-	-	-	-	-	-	-
	Sig.	1,000	1,000		-	-	-	-	-	-	-
REGR score facteur 4 pour l'analyse 1	Pearson Correlation	0,000	0,000	0,000	1	-	-	-	-	-	-
	Sig.	1,000	1,000	1,000		-	-	-	-	-	-
REGR factor score 5 for analysis 1	Pearson Correlation	0,000	0,000	0,000	0,000	1	-	-	-	-	-
	Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000		-	-	-	-	-
REGR score facteur 1 pour l'analyse 2	Pearson Correlation	-0,184	0,026	-0,052	0,033	0,506**	1	-	-	-	-
	Sig.	0,276	0,879	0,758	0,847	0,001		-	-	-	-
REGR score facteur 2 pour l'analyse 2	Pearson Correlation	0,217	0,242	-0,216	-0,197	0,002	0,000	1	-	-	-
	Sig.	0,197	0,150	0,200	0,243	0,989	1,000		-	-	-
REGR score facteur 3 pour l'analyse 2	Pearson Correlation	0,151	-0,280	0,144	0,216	0,118	0,000	0,000	1	-	-
	Sig.	0,371	0,094	0,394	0,198	0,487	1,000	1,000		-	-
REGR score facteur 4 pour l'analyse 2	Pearson Correlation	-0,123	-0,039	0,147	-0,143	-0,236	0,000	0,000	0,000	1	-
	Sig.	0,470	0,818	0,384	0,398	0,159	1,000	1,000	1,000		-
REGR score facteur 5 pour l'analyse 2	Pearson Correlation	-0,140	-0,177	-0,024	0,208	-0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	1
	Sig.	0,409	0,295	0,888	0,217	0,840	1,000	1,000	1,000	1,000	

Résultats

II.3. Etude de l'activité de la reproduction des mâles

III.3.1. Variations de l'activité de la reproduction

L'ACP réductionnelle a permis la description de six axes de composantes présentées dans le tableau 44.

Tableau 44. Matrice des composantes générées.

Matrice des composantes générées		
	Composantes	
	CP 1	CP 2
LTD (cm)	0,91	0,20
LTG (cm)	0,53	0,73
ITD (cm)	0,86	0,21
ITG (cm)	0,46	0,82
ETD (cm)	0,72	0,46
ETG (cm)	0,34	0,89
PTD (cm)	0,77	0,51
PTG (cm)	0,10	0,83
PD (gr)	0,80	0,54
PG (gr)	0,55	0,79
VTD (cm ³)	0,89	0,41
VTG (cm ³)	0,43	0,88
VpD (cm ³)	0,89	0,41
VpG (cm ³)	0,44	0,88

III.3.2. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives

L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée sur les variables étudiées et a donné les résultats suivants (tableau 45).

Tableau 45. Variance totale expliquée

Variance totale expliquée						
Composantes	Valeurs propres initiales			Extraction de la somme des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la Variance	Cumulative %	Total	% de la Variance	Cumulative %
1	10,72	76,55	76,55	10,72	76,55	76,55
2	1,51	10,79	87,34	1,51	10,79	87,34

Résultats

III.3.3. Analyse multivariée de la variance (MANOVA)

Les résultats de l'analyse multivariée des données réduites sont présentés dans le tableau 46.

Tableau 46. Analyse multivariée des données réduites

Tests Multivariés						
Effets		Valeur	F.	Hypothèse df	Erreur df	p.
Intercept	Pillai's Trace	0	0,000 ^a	2	35	1
	Wilks' Lambda	1	0,000 ^a	2	35	1
	Hotelling's Trace	0	0,000 ^a	2	35	1
	Roy's Largest Root	0	0,000 ^a	2	35	1
Age	Pillai's Trace	0,61	7,81	4	72	0
	Wilks' Lambda	0,48	7,82 ^a	4	70	0,000
	Hotelling's Trace	0,92	7,83	4	68	0
	Roy's Largest Root	0,66	11,81 ^b	2	36	0
Saison	Pillai's Trace	0,74	6,98	6	72	0
	Wilks' Lambda	0,27	10,92 ^a	6	70	0,000
	Hotelling's Trace	2,74	15,52	6	68	0
	Roy's Largest Root	2,74	32,82 ^b	3	36	0
Age × Saison	Pillai's Trace	1,06	6,69	12	72	0
	Wilks' Lambda	0,16	8,72 ^a	12	70	0,000
	Hotelling's Trace	3,88	10,99	12	68	0
	Roy's Largest Root	3,50	20,98 ^b	6	36	0

III.3.4. Effets et interactions de l'âge et de la saison sur les variations des composantes générées

L'étude de l'effet de l'âge, de la saison ainsi que leurs interactions (âge × saison) sur les variations des composantes générées de la population asine étudiée a donné les résultats qui sont répertoriés dans le tableau 47.

Résultats

Tableau 47. Effets de l'âge, de la saison ainsi que leurs interactions (âge x saison) sur les variations des composantes générées.

Les tests d'effets entre-sujets						
Source	Variables dépendantes	Type III Somme de carrées	df	Somme des carrées	F.	p.
Corrected Model	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	33,16 ^a	11	3,01	7,84	0,00
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	38,78 ^b	11	3,53	15,45	0,00
Intercept	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	0,00	1	0,00	0,00	1,00
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	0,00	1	0,00	0,00	1,00
Age	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	4,76	2	2,38	6,19	0,005
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	4,12	2	2,06	9,03	0,001
Saison	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	20,13	3	6,71	17,45	0,000
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	5,99	3	2,00	8,75	0,000
Age × Saison	REGR score facteur 1 pour l'analyse 1	8,27	6	1,38	3,58	0,007
	REGR score facteur 2 pour l'analyse 1	28,67	6	4,78	20,93	0,000

III.3.5. Facteurs de variation de l'activité de la reproduction

III.3.5.1. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon l'âge

Selon les catégories d'âges considérés, les moyennes et les variations de la longueur, de la largeur, de l'épaisseur, du périmètre, du poids et du volume testiculaires ainsi que le volume parenchymateux (LT, IT, ET, PT, P, VT, Vp) enregistrées sont représentées dans le tableau 48.

Tableau 48. Variations des moyennes des mensurations testiculaires selon l'âge.

Mesures	Age					
	3,5 - 5 ans (n = 16)		5 - 7 ans (n = 16)		7 - 13 ans (n = 16)	
	TD	TG	TD	TG	TD	TG
LT (cm)	5,13±0,27	4,82±0,21	6,04±0,26***	6,34±0,37***	4,82±0,23	4,91±0,17
IT (cm)	2,59±0,15	2,72±0,15	3,08±0,11***	3,05±0,25**	2,19±0,12	2,72±0,10
ET (cm)	2,48±0,25	2,01±0,20**	2,56±0,28	2,56±0,28	2,74±0,25	2,46±0,15
PT (cm)	13,84±0,54	13,03±0,74	14,56±0,46	14,75±0,62	14,00±0,43	13,81±0,45
P (gr)	106,16±10,38	93,61±11,38	124,89±10,94*	129,11±14,22***	103,45±9,24	106,64±10,80
VT (cm³)	20,16±3,77	15,64±2,92	27,38±4,54*	33,13±6,66***	17,65±3,10	18,50±2,78
Vp (cm³)	17,95±3,36	13,92±2,60	24,37±4,04*	29,48±5,93***	15,71±2,76	16,46±2,47

Résultats

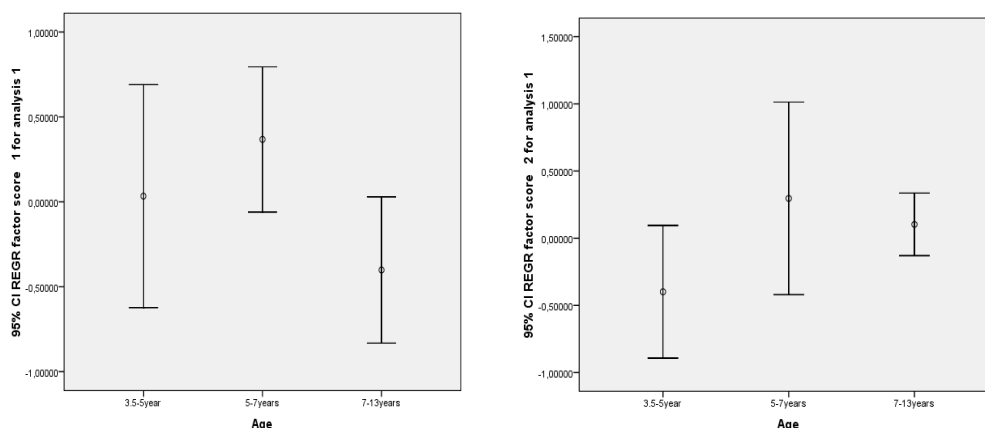


Figure 33. Variations des mensurations des testicules droits et gauches selon les catégories d'âge considérées

III.3.5.2. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon les saisons

Les résultats (moyennes et variations des mensurations réalisées) obtenus durant les différentes saisons considérées dans notre étude, sont représentées dans le tableau 49.

Tableau 49. Variations des moyennes des mensurations testiculaires selon les saisons

Mesures		Moyenne \pm E.T (n = 48)			
		PrR (n = 12)	R (n = 12)	PR (n = 12)	NR (n = 12)
LT (cm)	TD	5,46 \pm 0,04	6,33 \pm 0,31***	4,74 \pm 0,28	4,76 \pm 0,35
	TG	5,63 \pm 0,50	6,18 \pm 0,34***	4,96 \pm 0,23	4,66 \pm 0,14
IT (cm)	TD	2,93 \pm 0,12	2,91 \pm 0,21**	2,47 \pm 0,16	2,16 \pm 0,14
	TG	3,04 \pm 0,25	3,4 \pm 0,16***	2,44 \pm 0,16	2,43 \pm 0,03
ET (cm)	TD	3,34 \pm 0,05	3,6 \pm 0,75***	2,13 \pm 0,22	1,3 \pm 0,04
	TG	2,67 \pm 0,30	3,08 \pm 0,17***	2,11 \pm 0,18	1,50 \pm 0,05
PT (cm)	TD	15,08 \pm 0,27	16,00 \pm 0,26***	13,32 \pm 0,50	12,13 \pm 0,25
	TG	14,50 \pm 0,70	14,65 \pm 1,05	13,50 \pm 0,62	12,80 \pm 1,18
P (gr)	TD	123,30 \pm 4,97	155,18 \pm 8,86***	90,38 \pm 11,94	77,13 \pm 4,66
	TG	120,46 \pm 16,60	152,47 \pm 8,31***	91,62 \pm 14,99	74,60 \pm 2,39
VT (cm ³)	TD	28,04 \pm 1,27	36,74 \pm 4,81***	15,04 \pm 3,74	7,09 \pm 0,80
	TG	30,62 \pm 7,51	34,97 \pm 4,25***	15,25 \pm 3,88	8,84 \pm 0,20
Vp (cm ³)	TD	24,95 \pm 1,13	32,70 \pm 4,28***	13,40 \pm 3,33	6,31 \pm 0,71
	TG	27,25 \pm 6,68	31,13 \pm 3,78***	13,57 \pm 3,45	7,87 \pm 0,18

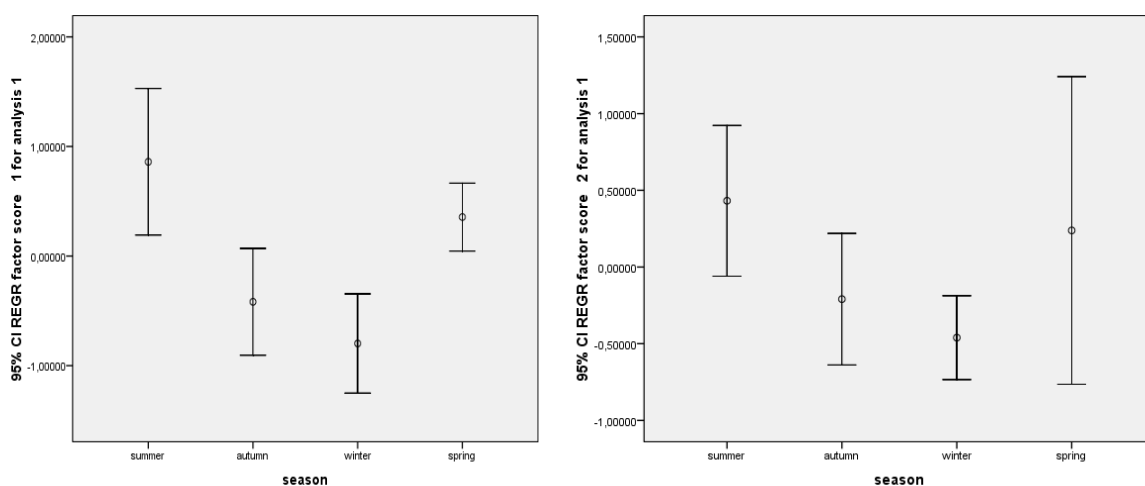


Figure 34. Variations des mensurations des testicules droits et gauches selon les saisons

III.3.6.1 Structure testiculaire

La figure 35 montre l'aspect des testicules prélevés après préparation à la réalisation de la morphométrie testiculaire.

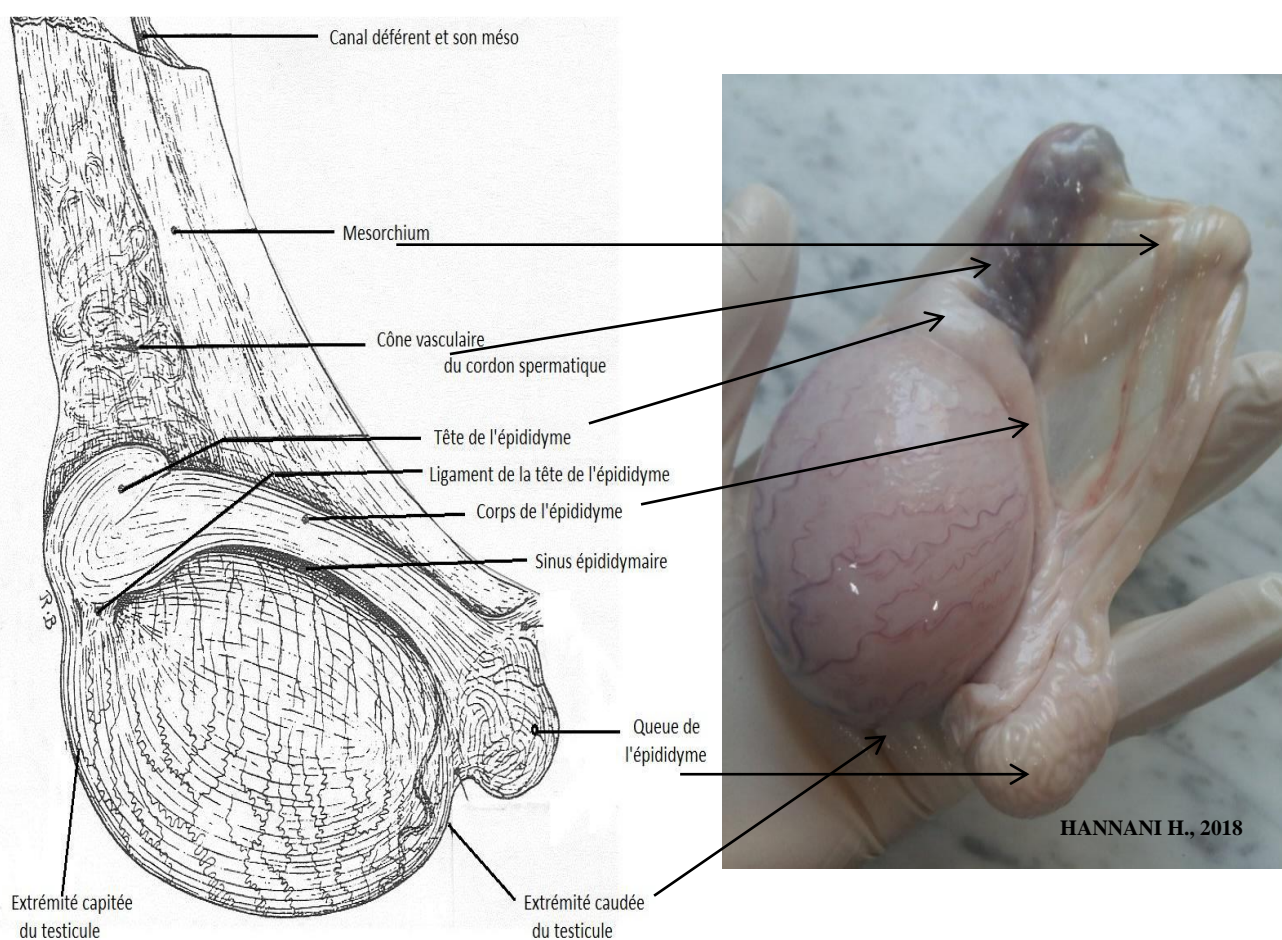


Figure 35. A/ Testicule et épидидyme des équidés. Conformation et moyen de fixité (Barone et Tagand, 1956) B/ Conformation et moyens de fixité des testicules prélevés

Résultats

A la coupe, les testicules ont une structure parenchymateuse (figure 36).

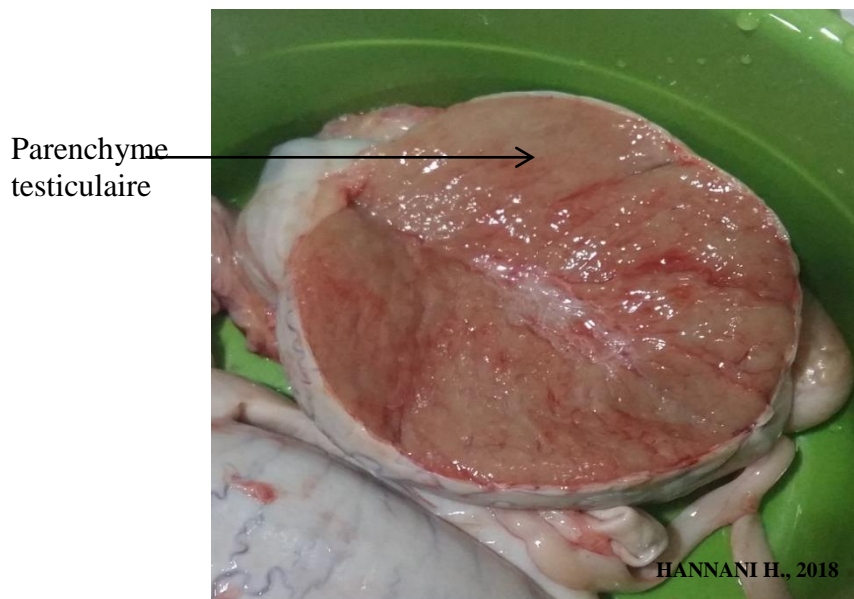


Figure 36. Aspect testiculaire à la coupe

➤ L'épididyme

L'étude histologique a permis la mise en évidence de la structure de l'épididyme (figure 37).

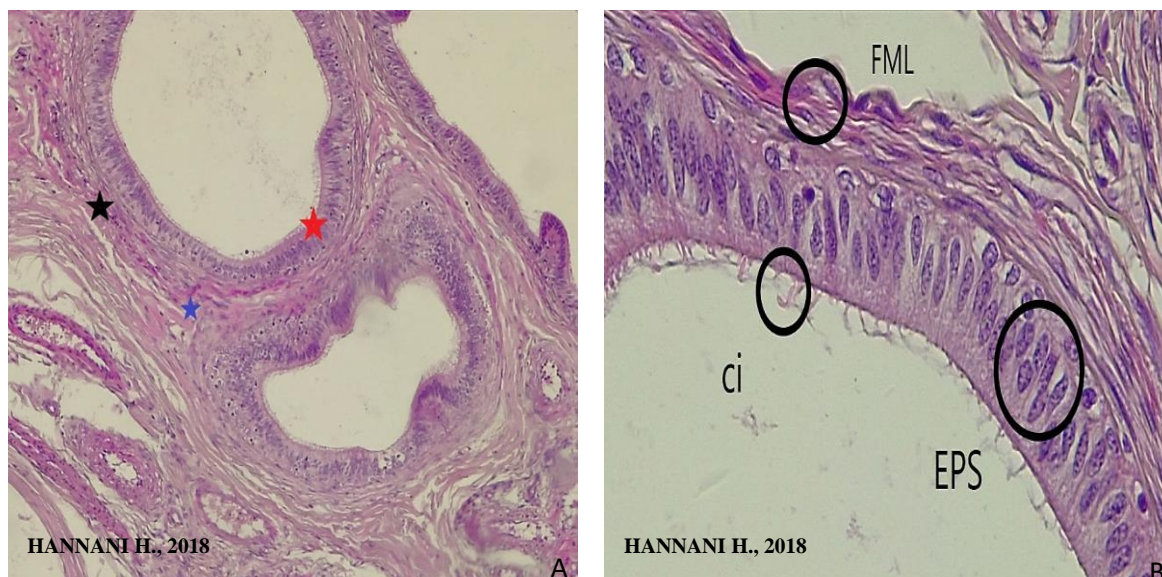


Figure 37. A/ Coupe histologique transversale au niveau du corps de l'épididyme chez l'âne ($\times 10$) B/ Coupe histologique transversale d'épididyme chez l'âne ($\times 40$). EPS : épithélium pseudostratifié, ci : stériocils, FML : fibre musculaire lisse

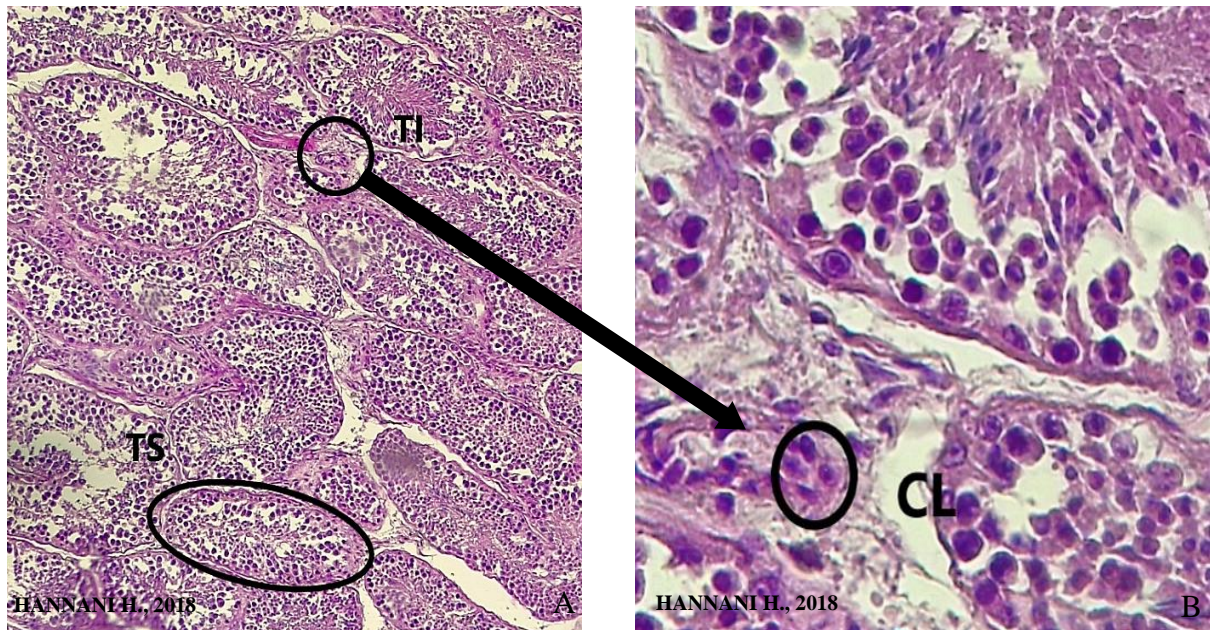


Figure 38. A/ coupe histologique d'un lobe testiculaire ($\times 10$), B/ coupe histologique des tubes séminifères ($\times 40$). TS : tube séminifère, TI : tissu interstitiel, CL : cellule de Leydig



Figure 39. Identification des cellules de la lignée germinale dans le TS. **Spc A** : spermatocyte A, **spc B** : spermatocyte B, **spt** : spermatide, **spz** : spermatozoide, **cs** : cellule de sertoli

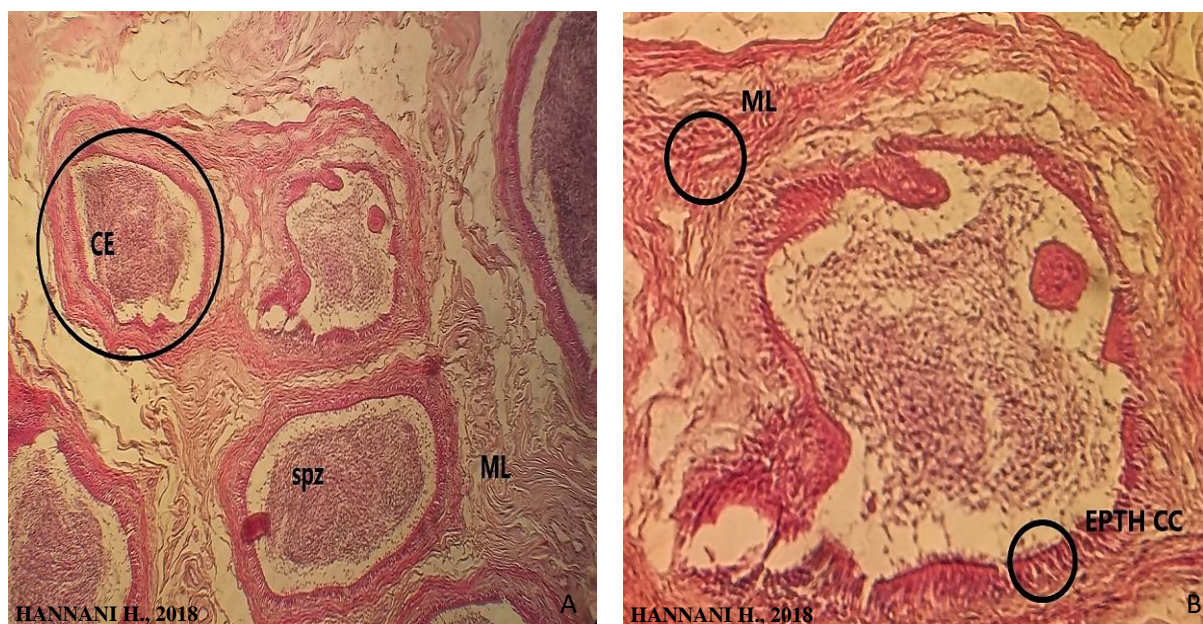


Figure 40. A/ coupe transversale des canaux efférents chez l'âne ($\times 10$), B/ coupe d'un canal efférent chez l'âne ($\times 20$). CE : canal efférent, TC : tissu conjonctif, spz : spermatozoïde, ML : muscle lisse, EPTH CC : épithélium cylindrique cilié.

L'influence de la saison a été démontrée à travers, l'étude histologique des coupes réalisées au niveau des tubes séminifères, et des canaux efférents des testicules étudiés durant les différentes saisons. Les résultats observés sont représentés dans les figures 41 et 42 pour la saison d'hiver, et dans les figures 43 et 44 pour la saison du printemps, dans les figures 45 et 46 pour la saison d'été et enfin au niveau des figures 47 et 48 pour la saison d'automne.

III.3.6.2. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison d'hiver

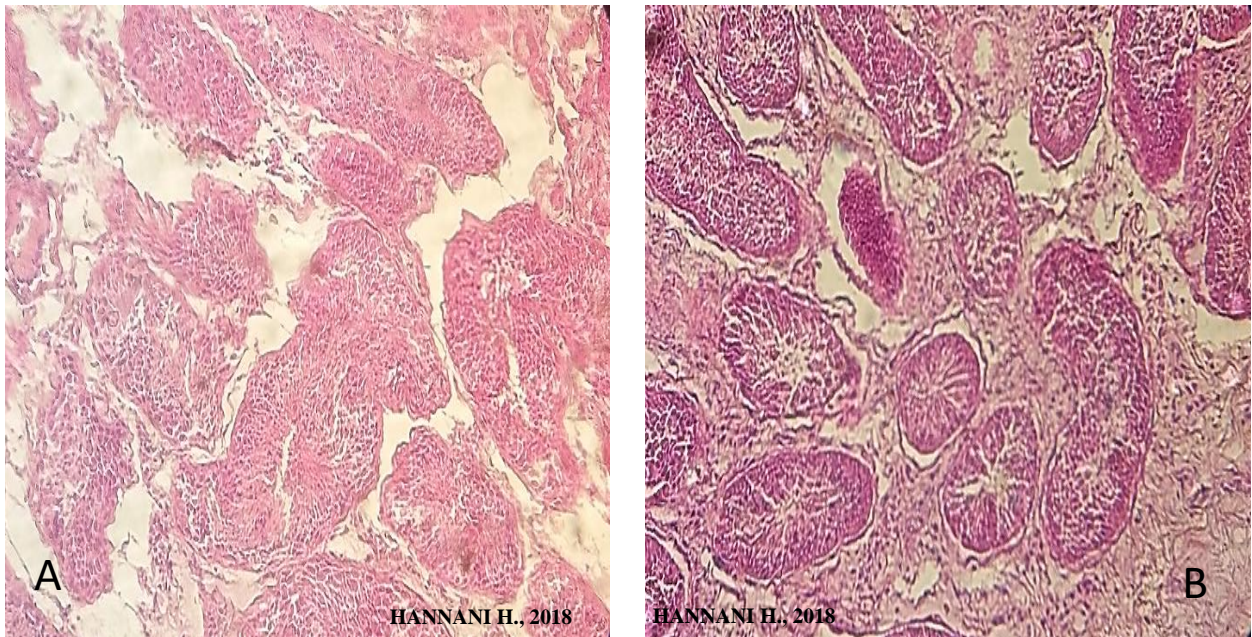


Figure 41. Tubes séminifères durant la saison d'hiver
A/ Mois de décembre. B/ Mois de janvier

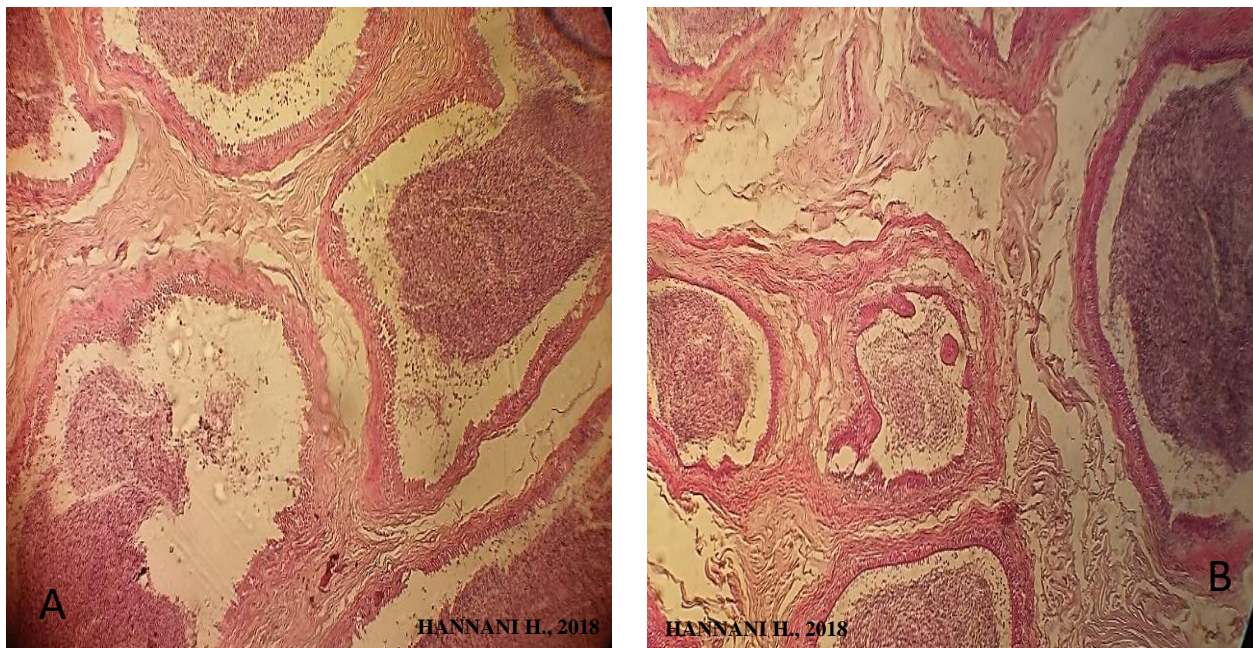


Figure 42. Canaux efférents durant la saison d'hiver
A/ Mois de décembre. B/ Mois de janvier.

II.3.6.3. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison du printemps

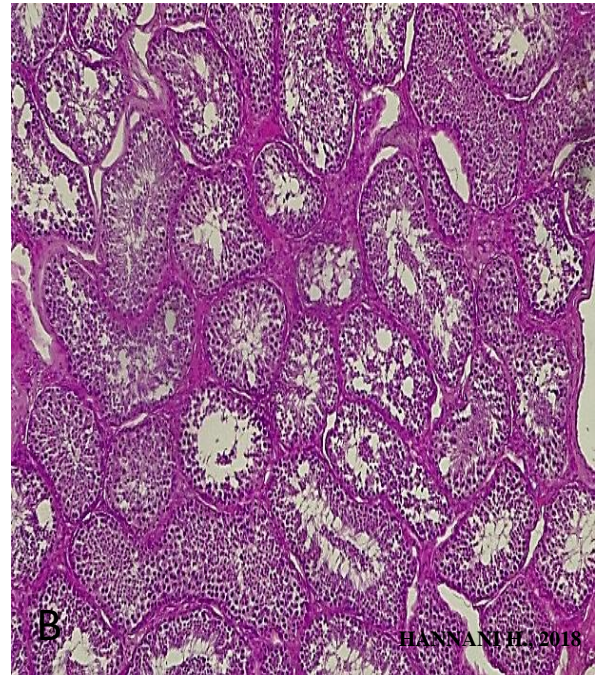
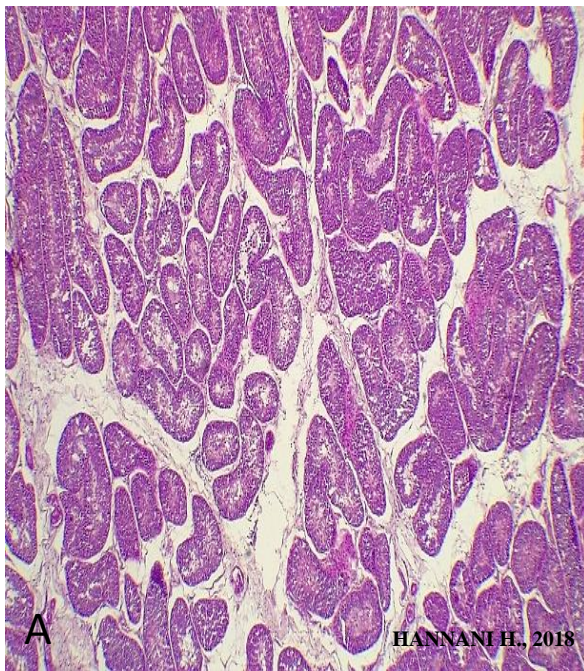
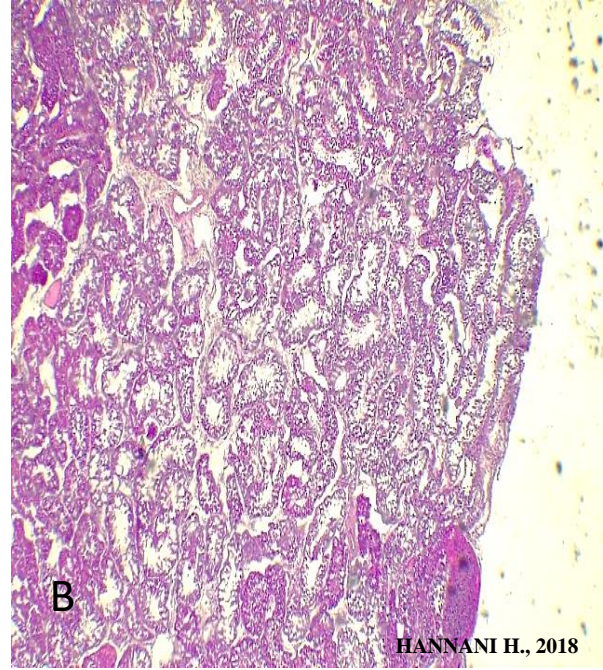
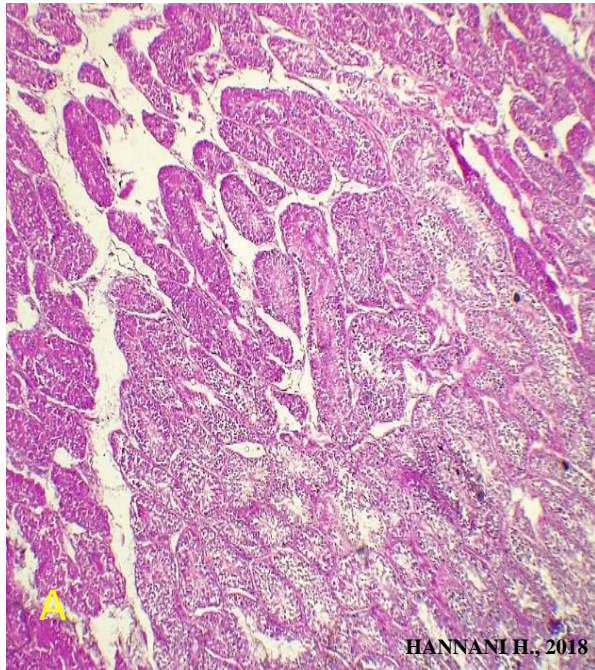


Figure 43. Tubes séminifères durant la saison du printemps
A/ Mois de mars B/ Mois d'avril

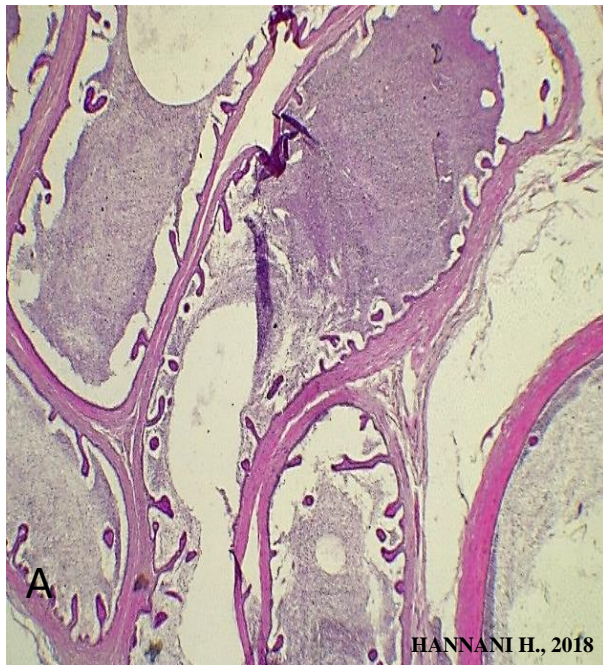


Figure 44. Canaux efférents durant la saison du printemps
A/ Mois de mars B/ Mois d'avril

III.3.6.4. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison d'été

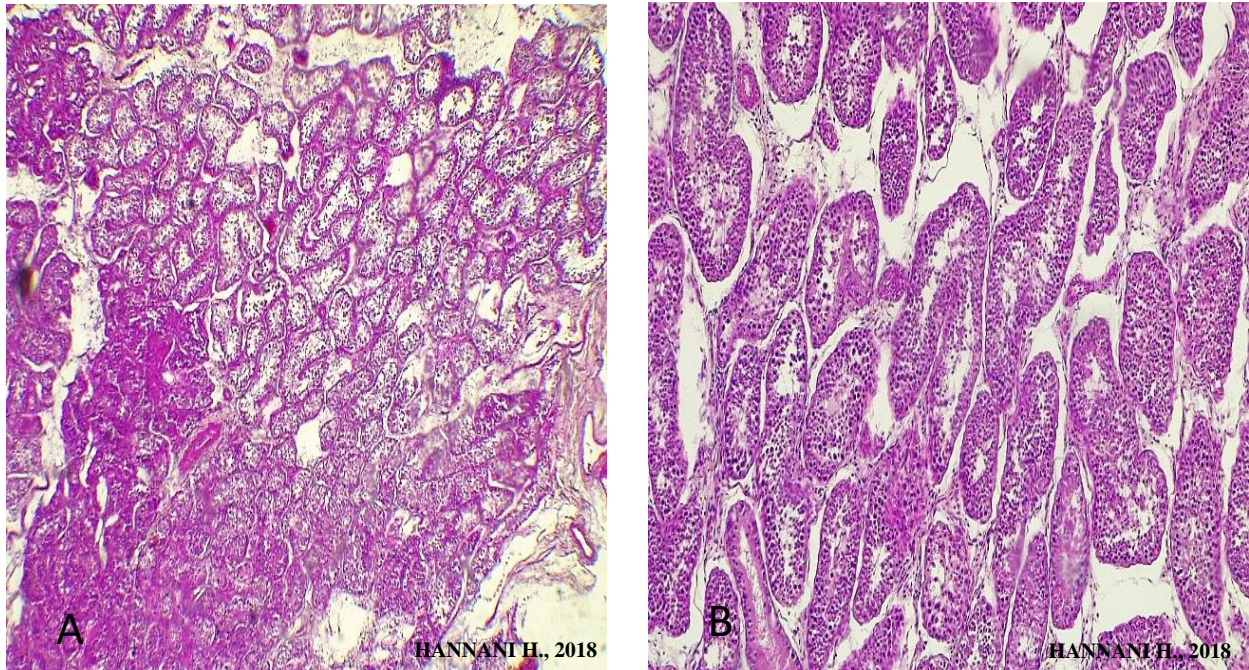


*Figure 45. Tubes séminifères durant la saison d'été
A/ Mois de juillet B/ Mois d'août*

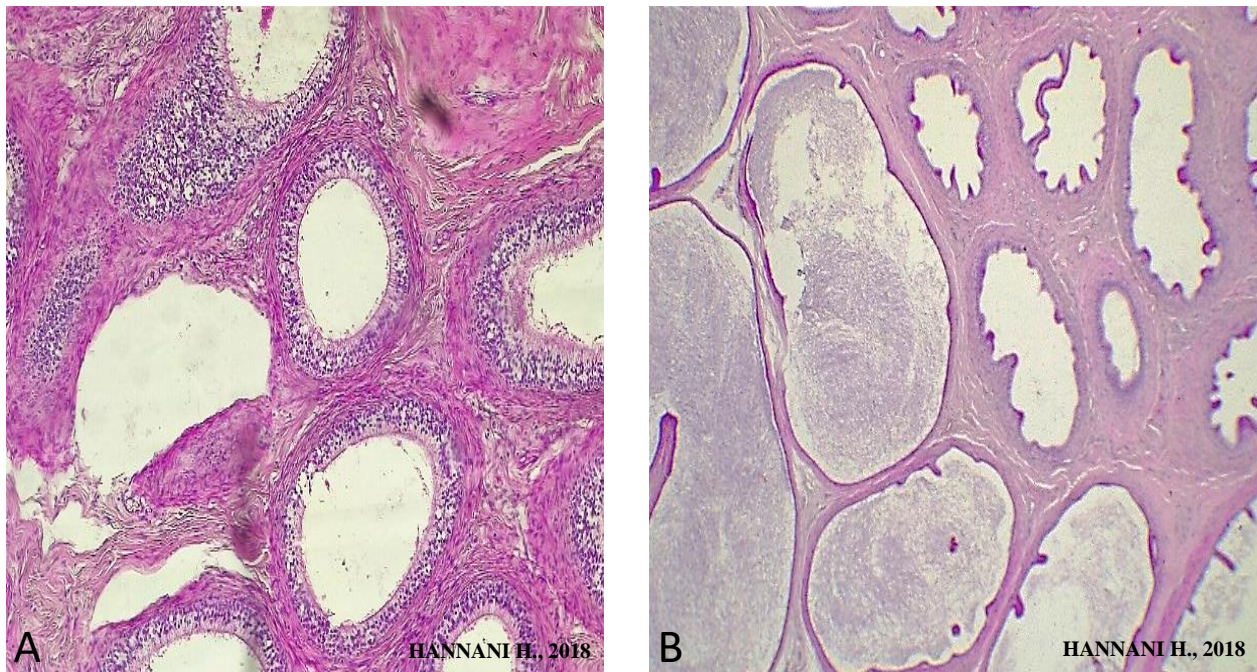


*Figure 46. Canaux efférents durant la saison d'été
A/ Mois de juillet B/ Mois d'août*

III.3.6.5. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire durant la saison d'automne



*Figure 47. Tubes séminifères durant la saison d'automne
A/ Mois de septembre B/ Mois d'octobre*



*Figure 48. Structure histologique de la saison d'automne
A/ « épидидyme » de mois septembre B/ « canal efférent » mois d'octobre*

Interprétation et Discussion

IV.1. Description phénotypique

IV.1.1. Caractérisation de la population d'étude

La caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales, est le processus d'identification des populations de races distinctes, tout en décrivant leurs caractéristiques externes et de production dans un environnement, et sous un mode de gestion donné et tenant compte des facteurs sociaux et économiques en relation. L'information fournie, est essentielle à la mise en place des plans de gestion, de ces ressources génétiques aux niveaux local, national, régional et mondial (FAO, 2012).

Notre travail porte sur un échantillon de 65 ânes dont 32 mâles (49,2 %) et 33 femelles (50,8 %). Les animaux qui font l'objet de nos investigations, ont été choisis au hasard et proviennent d'un pool d'animaux tout venant. Par ailleurs, nous avons procédé à un examen clinique de tous les animaux, composant notre matériel biologique et ne sont retenus que les sujets cliniquement sains et dont l'état général est satisfaisant. Il est à signaler, que les animaux objets de notre étude proviennent des régions citées plus haut.

Le tableau 6 présente la répartition des ânes selon l'âge, le sexe et la note d'état corporel (BCS). L'âge moyen de la population d'étude est de $9,55 \pm 3,77$ ans. Les animaux étudiés sont classés en trois catégories d'âge. La première catégorie représente les sujets âgés entre 3 et 6 ans avec un échantillon de 28 individus (43,1%) de l'effectif total étudié. La seconde englobe ceux âgés entre 6 et 9 ans soit 24,6 % (16 individus). Enfin, Le dernier groupe est composé par les ânes dont l'âge est supérieur à 9 ans. Cette catégorie représente 32,3 % (21 sujets) de l'ensemble étudié.

Concernant la note d'état corporel (BCS), il est à signaler que l'état des animaux ayant composé notre échantillon est relativement acceptable. Dans cette population 43 ânes (66,15 %) expriment un BCS = 3 (moyen) alors que 22 individus (33,85 %) étaient en bon état corporel (Figure 9).

IV.1.2. Caractéristiques phénotypiques

L'aspect du poil reste un indicateur incontournable quant à l'appréciation de l'état sanitaire et du bien-être des mammifères (Osthaus *et al.*, 2017). Malgré sa grande proximité phylogénétique, l'espèce asine est caractérisée par des phénotypes très différents de ceux du cheval (Legrand et Abitbol, 2016).

Pour la population asine étudiée, deux couleurs principales de robes sont observées : la couleur baie (61,5 %) avec des nuances (claire 9,2 %, foncée 18,5 % et brulée 4,6 %) et la couleur grise (38,5%) avec des nuances (claire 12,3 % et foncée 7,7 %). L'observation des couleurs et des muqueuses notamment, celles du contour des yeux, du nez et de la tête a montré une dominance de la couleur grise avec respectivement 50,8 %, 52,3 % et 58,5 %.

Discussion

L'analyse statistique des données a permis de démontrer que les animaux étudiés expriment à des degrés différents quant aux particularités de leurs robes. En effet, nous avons constaté que ces derniers n'expriment qu'à hauteur de 20 % la présence d'épis. Au contraire, il a été remarqué une absence de raies dorsales sur la robe à concurrence de 58,5 %. Toutefois, les raies scapulaire et cruciale sont respectivement absentes dans 60 et 64,6 % des animaux faisant l'objet de la présente étude. Enfin les zébrures localisées au niveau des membres, sont présentes que chez 6,2 %. En ce qui concerne la présence des zébrures observées au niveau des flancs et du thorax, celles-ci expriment un pourcentage identique de l'ordre de 4,6 %.

Les résultats obtenus dans notre étude démontrent une grande diversité de la couleur de la robe. La prédominance des couleurs baie (61,5 %) et grise (38,5 %) est observée. Ces résultats sont corrélés quant à la couleur de la robe avec la description faite par **Ayad et al. (2019)** de la population asine de la région de Kabylie (Centre algérien) dans laquelle 46% des animaux ont une robe de couleur baie et 19 % de couleur grise. Toutefois, du point de vue de l'expression de la couleur de la robe, nos résultats sont respectivement supérieurs à ceux des auteurs cités plus haut.

Labbaï et al. (2018) rapportent une prédominance de la couleur baie avec 65,6 % chez les ânes de la région de Tlemcen (Ouest algérien), observation proche de la notre.

Cette description est corrélée à celle rapportée par **Raveneau et Daveze (1996)** pour l'âne de Nubie *Equus asinus nubicus* (ou *Equus asinus africanus*). De plus, nos observations sont comparables à celles obtenues par **Vlaesur va et al. (2016)** et ce dans la population asine bulgare. En effet, ces auteurs rapportent que 57 sujets sur 94 expriment une robe de couleur bai, soit 60,64 %, un pourcentage tout à fait proche du notre. De plus en ce qui concerne les individus de couleur grise, ces derniers sont au nombre de 12 sur un total de 94 ânes représentant 12,76 % un score nettement inférieur à celui observé dans nos investigations.

Par ailleurs, **Yilmaz et Ertuğrul (2011), (2012)** constatent que 38 % des individus de la population asine de Turquie (Région est) sont de couleur grise, résultats corroborant les nôtres. Au contraire, lorsqu'on compare les résultats des sujets exprimant une couleur brune, ces auteurs observent 19,90 %, pourcentage en dessous des résultats constatés dans notre travail.

Ces mêmes auteurs, en 2012 constatent que 31,4 % des individus dans la même région (Est et Sud-est) exhibent une robe de couleur grise contre 20,20 % de couleur brune, les résultats obtenus par ces auteurs sont inférieurs à ceux relevés dans la présente étude. Toutefois, nos résultats sont supérieurs à ceux des auteurs indiens (**Gupta et al., 2017a ; 2017b**) quant à l'expression de la robe grise. En effet, 45,72 % des animaux de la population étudiée sont de couleur grise.

Les raies dorsales et les zébrures sont considérées comme des marques primitives dans cette espèce (**Johnson et Johnson, 2008**). Leur présence est un indicateur de la faible sélection que subissent les animaux. L'absence des particularités de la robe enregistrée dans notre travail peut être expliquée par la pression de sélection exercée sur ces animaux, tel que décrit par **Kugler et al. (2008)**.

Contrairement aux résultats obtenus dans notre étude, **Sargentini et al. (2018)** observent la présence des raies dorsales ainsi que des zébrures sur les ânes Amiata d'Italie.

IV.1.3. Caractérisation morpho-biométrique

IV.1.3.1. Valeurs moyennes des paramètres morpho-biométriques

Le tableau 13 présente les valeurs moyennes des paramètres morpho-biométriques et leurs variations.

➤ Format de la tête

Les mensurations céphaliques sont utilisées pour permettre la caractérisation et la distinction entre les races animales et définir ainsi les origines des espèces (**Hanot et Bochaton, 2018**). Les ânes étudiés ont une tête plus longue que large ($LoT = 40,79 \pm 4,65$ cm) portant de longues oreilles ($LOD = 26,06 \pm 2,23$ cm ; $LOG = 25,88 \pm 2,05$ cm) (Tableau 13) suggérant leur classification dans le groupe des dolichocéphales.

La lecture des résultats relatifs à ce critère laisse apparaître, que les animaux étudiés expriment une tête de dimension inférieure, contrairement aux sujets étudiés par **Ayad et al. (2019)** dans la population asine de la région de Kabylie. En effet, ces auteurs constatent dans leurs travaux des mesures de LoT de l'ordre de $48,5 \pm 3,3$ cm. Toutefois, avec des mensurations des oreilles relativement proches à celles observées sur des animaux inclus dans notre étude. ($LO = 24,4 \pm 1,8$ cm). Par ailleurs, nos résultats corroborent ceux de **Labbaci et al. (2018)** pour les ânes élevés dans la région de Tlemcen, et ce en ce qui concerne les longueurs de la tête, néanmoins, nos observations pour le paramètre longueur des oreilles expriment des valeurs nettement inférieures ramenées aux résultats de ces auteurs ($LoT = 52,39 \pm 4,06$ cm et $LO = 30,15 \pm 2,19$ cm).

Divers travaux relatifs à ces paramètres ont été réalisés en Afrique notamment ceux de **Ebangi et Vall (1998)** au Cameroun et **Daloum et al. (2015)** au Tchad, laissent apparaître des résultats relativement proches de ceux observés dans notre étude, et ce du point de vue de la longueur de la tête. En effet, ces auteurs enregistrent des valeurs de l'ordre de $43,72 \pm 0,16$ cm et $43,72 \pm 0,16$ cm respectivement. Au contraire, nos résultats comparés aux investigations de **Kefena et al. (2011)** (Ethiopie) font apparaître des mensurations inférieures à celles de la population Ethiopienne et ce pour le même critère ($LoT = 47,2 \pm 3,4$ cm). Par ailleurs, les résultats ramenés au paramètre longueur des oreilles expriment des éléments métriques proches de nos observations. En effet, **Ebangi et Vall (1998)** et **Daloum et al. (2015)** constatent respectivement des valeurs moyennes de l'ordre de $LO = 26,19 \pm 1,80$ cm et $24,92 \pm 0,06$ cm.

La comparaison de la population asine étudiée, avec les ânes d'Europe du point de vue longueur de la tête, a montré que la moyenne observée, est inférieure à celle rapportée par **Folch et Jordana (1997)** pour la population asine Catalane d'Espagne. Ces derniers auteurs ont enregistré une moyenne de l'ordre de $61,24 \pm 2,4$ cm. **Yilmaz et Ertugrul (2011, 2012)** ont également noté des valeurs moyennes supérieures aux nôtres chez la population d'ânes de Turquie ($LoT = 48,4 \pm 0,3$ cm et $48,7 \pm 0,2$ cm respectivement).

Discussion

D'autre part, la longueur enregistrée des oreilles est inférieure à celle obtenue chez les ânes Catalans d'Espagne ($LO = 32,45 \pm 2,23$ cm) (Folch et Folch et Jordana, 1997) et ceux élevés en Croatie ($LO = 30,83 \pm 2,78$ cm) (Stanišić *et al.*, 2015). Nos résultats sont au contraire, nettement supérieurs à ceux retrouvés chez la population asine de Turquie ($LO = 21,8 \pm 0,1$ cm) (Yilmaz et Ertugrul, 2011 ; 2012).

Les études menées en Amérique Latine, et notamment ceux de Fonseca Jiménez *et al.* (2016), décrivent une population asine créole de Cuba, possédant une tête de type dolichocéphale à front large.

➤ Mensurations corporelles

• Le périmètre thoracique

Le périmètre thoracique (tour de poitrine) (PT) est la mesure la plus fréquemment utilisée pour la détermination du format des animaux (Pearson et Ouassat, 1996 ; 2000). Il reflète le développement du thorax ainsi que sa couverture musculaire (Nicks *et al.*, 2006). Par ailleurs, il est à signaler que le PT est également utilisé, pour l'estimation du poids vif des animaux (Pearson et Ouassat, 1996 ; 2000).

Le périmètre thoracique moyen que nous avons observé, dans nos investigations exprime des valeurs de l'ordre de $114,94 \pm 6,78$ cm (Tableau 13). Le choix de ce paramètre pour la détermination du poids vif, se justifie par le fait qu'il est peu variable, contrairement à certaines variables, telles que la circonférence et la longueur du tronc qui peuvent varier selon les conditions physiologiques, notamment une gestation et/ ou une suralimentation (De Aluja *et al.*, 2005).

La lecture des résultats observés quant au périmètre thoracique, montre que les ânes de l'extrême Est algérien étudiés dans le présent travail expriment des moyennes proches de celles obtenues chez les ânes d'Ethiopie (Kefena *et al.*, 2011), de Turquie (Yilmaz et Ertugrul, 2012) et du Tchad (Daloum *et al.*, 2015) avec des valeurs respectives de l'ordre de $117,2 \pm 3,9$ cm, $113,5 \pm 0,4$ cm et $113,33 \pm 0,25$ cm. Toutefois, nos résultats comparés aux résultats consignés dans de divers travaux notamment ceux de Ebangi et Vall (1998) au Cameroun (PT = $108,66 \pm 5,08$ cm), de Roamba cité par Nininahazwe *et al.* (2017) au Sénégal (PT = $108,9 \pm 7,0$ cm), de Kabore (2014) au Burkina- Faso (PT = $105,0 \pm 8,28$ cm) et enfin de Nininahazwe *et al.* (2017) au Mali (PT = $105,1 \pm 8,32$ cm) et au Niger (PT = $107,9 \pm 5,25$ cm) laissent apparaître des moyennes des valeurs des périmètres thoraciques supérieures à celles constatées par ces auteurs.

Les animaux ayant fait l'objet de notre étude, et ce pour le tour de poitrine montrent des scores inférieurs à ceux des ânes Catalans d'Espagne chez lesquels on observe des moyennes de PT de l'ordre de $157,0 \pm 6,65$ cm (Folch et Folch et Jordana, 1997). Le même constat est rapporté par Boujenane et Machmoum (2008) chez les ânes appartenant aux populations asines Catalane (PT = $149,7 \pm 0,84$ cm) et poitevine (PT= $152,4 \pm 0,83$ cm) élevées au Maroc.

Discussion

Cependant, **Vlaeva et al. (2016)** rapportent dans leurs travaux des valeurs supérieures à celles obtenues dans notre étude, ces derniers auteurs, constatent des valeurs de l'ordre de $136,69 \pm 9,94$ cm.

- **La longueur totale**

La longueur totale corporelle (LT) est mesurée de la pointe de l'épaule jusqu'à la pointe de l'ischium (tableau définition). La valeur moyenne enregistrée sur l'ensemble des animaux étudiés exprime des valeurs de $115,76 \pm 7,23$ cm. L'analyse des résultats obtenus dans nos travaux ramenés à certaines observations similaires et réalisées en Algérie, notamment celles d'**Ayad et al. (2019)**, montre que les animaux objets de notre étude, expriment des valeurs supérieures à celles constatées dans les travaux de ces derniers, contrairement à celles observées sur des ânes de la région de Kabylie avec $LT = 110,1 \pm 5,9$ cm (**Ayad et al., 2019**). Toutefois, **Labbaci et al. (2018)** dans leurs travaux, réalisés dans la région de Tlemcen font apparaître des valeurs nettement supérieures à celles exprimées par les animaux étudiés dans le présent travail ($LT = 157,26 \pm 12,88$ cm).

Les résultats observés chez les ânes dans la région d'étude sont relativement proches de ceux cités par **Kefena et al. (2011)** en Ethiopie ($LT = 114,7 \pm 2,9$ cm). Au contraire, nos données ramenées à celles de nombreux auteurs, notamment **Pearson et Ouassat (1996)** au Maroc ($LT = 84$ cm), **Ebangi et vall (1998)** au Cameroun ($LT = 110,07 \pm 6,06$ cm), **Roamba (2014)** au Sénégal ($LT = 100,0 \pm 10,6$ cm), **Kabore (2014)** au Burkina-Faso ($LT = 103,9 \pm 7,78$ cm), **Daloum et al. (2015)** au Tchad ($LT = 109,32 \pm 0,30$ cm) et enfin **Nininahazwe et al. (2017)** au Niger ($LT = 100,3 \pm 5,89$ cm), en Afrique de l'Ouest ($LT = 102,6 \pm 8,4$ cm) et au Mali ($LT = 104,8 \pm 7,81$ cm) sont supérieurs aux valeurs citées dans l'ensemble des travaux. Les résultats signalés dans les travaux de **Yilmaz et Ertugrul (2011 et 2012)** en Turquie exhibent des valeurs également inférieures aux nôtres ($LT = 103,0 \pm 0,5$ cm et $LT = 105,2 \pm 0,5$ cm). Toutefois, les observations faites sur la population asine Bulgare par **Vlaeva et al. (2016)** suggèrent des valeurs supérieures à celles enregistrées dans notre étude ($LT = 124,64 \pm 9,28$ cm).

- **La hauteur au garrot**

La hauteur moyenne au garrot (HG) obtenue dans notre étude est de $110,15 \pm 8,49$ cm. Ce résultat est proche de celui rapporté par **Kefena et al. (2011)** dans la population asine d'Ethiopie ($HG = 109,7 \pm 3,2$ cm). Par ailleurs, une hauteur au garrot de 105 cm a été constatée chez les ânes au Soudan (**Wilson, 1981**) et au Maroc (**Pearson et Ouassat, 1996**). **Bertoni (2000)** a rapporté une hauteur au garrot variant entre 140 et 150 cm chez le baudet du Poitou.

- **La longueur du cou**

La longueur moyenne du cou (LC) est de $39,62 \pm 5,38$ cm, cependant on enregistre, une variation relativement élevée de 45,96 % à l'intérieur des groupes étudiés. Cette valeur est inférieure à la moyenne de la population asine Kabyle (**Ayad et al., 2019**).

Discussion

Ces auteurs indiquent une valeur moyenne de $LC = 46 \pm 4,7$ cm. Nos résultats moyens relatifs au paramètre longueur du cou sont proches de ceux rapportés par **Nininahazwe (2017)** pour les ânes du Niger ($LC = 35,1 \pm 4,41$ cm).

Au contraire, les travaux réalisés au Cameroun (**Ebangi et Vall, 1998**), en Ethiopie (**Kefena et al., 2011**) et au Tchad (**Daloum et al., 2015**) donnent des valeurs de LC supérieures, avec des scores de l'ordre de $44,41 \pm 3,39$ cm, $53,9 \pm 4,8$ cm et $46,18 \pm 0,19$ cm respectivement.

- **La longueur du canon**

Nos résultats font ressortir que la longueur moyenne du canon antérieur (LoC) est de $14,07 \pm 2,28$ cm. Cette valeur est proche de celle enregistrée chez les ânes du Tchad $LoC = 12,56 \pm 0,04$ cm (**Daloum et al., 2015**). Par ailleurs, la moyenne obtenue est inférieure à celle des populations asines de Kabylie ($LoC = 21,07 \pm 1,72$ cm) (**Ayad et al., 2019**) et d'Ethiopie ($LoC = 24,4 \pm 5,2$ cm) (**Kefena et al., 2011**).

- **Le tour du canon antérieur**

Les ânes étudiés présentent des valeurs moyennes du périmètre du canon antérieur de l'ordre de $13,93 \pm 1,33$ cm. Ces valeurs, sont proches de celles obtenues, chez les ânes de Kabylie ($PC = 14,7 \pm 1,1$ cm) (**Ayad et al., 2019**) ainsi que chez les ânes de Turquie ($PC = 13,6 \pm 0,0$ cm) (**Yilmaz et Ertuğrul, 2012**). **Bertoni (2000)** a rapporté que le tour du canon antérieur du baudet du Poitou est en moyenne de 21,5 cm, variant de 19 à 27 cm. Chez les ânes du Zimbabwe, **Nengomasha et al. (1999)** ont constaté une moyenne de 14 cm. Les ânes Catalans d'Espagne présentent des moyennes relativement supérieures à celles que nous avons obtenu dans la présente étude ($PC = 19,64 \pm 1,35$ cm) (**Folch et Folch et Jordana, 1997**).

- **La longueur du dos**

Les résultats obtenus dans ce travail font apparaître une moyenne de la longueur du dos égale à $69,95 \pm 10,11$ cm, avec toutefois une variation de l'ordre de 21,62 %. Les ânes de la région Kabyle d'Algérie objet de l'étude de **Ayad et al. (2019)** expriment des valeurs moyennes inférieures à celles constatées sur l'ensemble des animaux de la présente étude ($LoD = 63,2 \pm 2,5$ cm).

- **La largeur de la hanche**

Les animaux ciblés dans nos investigations présentent une hanche d'une largeur moyenne (LH) de l'ordre de $32,76 \pm 3,03$ cm. Cette valeur corrobore celle observée chez les ânes de la région de Kabylie par **Ayad et al. (2019)** ($LH = 32,4 \pm 1,6$ cm) et celle constatée en Ethiopie par **Kefena et al. (2011)** ($LH = 32,8 \pm 6,0$ cm). Cependant, **Labaci et al. (2018)** ont enregistré des valeurs supérieures aux nôtres ($LH = 37,15 \pm 3,21$ cm). De plus, ce constat est observé chez les ânes Catalans d'Espagne (**Folch et Folch et Jordana, 1997**) ($LH = 42,28 \pm 2,26$ cm) ainsi qu'au Tchad par **Daloum et al. (2015)** ($LH = 36,60 \pm 0,25$ cm) et où l'on remarque des moyennes de LH supérieures à celles obtenues dans notre étude.

Discussion

- **La largeur des épaules**

La population asine objet de ce travail, a montré des valeurs moyennes quant à la largeur des épaules (LE), celle-ci est de l'ordre de $25,93 \pm 2,99$ cm. Ce résultat est comparable à celui obtenu chez les ânes du Cameroun (**Ebangi et vall, 1998**) ($LE = 25,85 \pm 2,62$ cm), et d'Ethiopie (**Kefena et al., 2011**) ($LE = 24,5 \pm 6,9$ cm). De leur part, **Yilmaz et Ertugrul (2011, 2012)**, rapportent des moyennes légèrement supérieures, $29,1 \pm 0,3$ cm et $29,5 \pm 0,2$ cm respectivement.

- **La hauteur à la croupe**

La hauteur moyenne à la croupe (HC) observée dans le présent travail est de l'ordre de $114,02 \pm 9,25$ cm avec une variation très importante (102,17 %) (Tableau 13). Ces constatations sont supérieures à celles rapportées par **Ayad et al. (2019)** sur des ânes de la région de Kabylie. De leur côté, **Ebangi et Vall (1998)**, **Yilmaz et Ertugrul (2011)** et **Daloum et al. (2015)**, rapportent des moyennes inférieures respectives de $103,28 \pm 3,91$ cm, $101,0 \pm 0,4$ cm et $106,18 \pm 0,41$ cm.

Dans leur étude concernant la population asine d'Ethiopie, et pour ce même paramètre, **Kefena et al. (2011)** a enregistré une valeur de la HC de l'ordre de $112,6 \pm 3,2$ cm proche de celle obtenue dans notre étude. Nous avons regroupé et comparé les résultats de divers auteurs ayant traité le même sujet dans les tableaux 50 et 51.

Tableau 50. Tableau récapitulatifs des résultats obtenus comparés à ceux d'autres auteurs en Afrique

Pays	Extrême Est algérien	Algérie (Kabylie)	Algérie (Tlemcen)	Tchad	Cameroun	Ethiopie (Sinnar)	Afrique de l'Ouest	Niger
Effectifs (n)	n = 65	n = 126	n = 61	n = 408	n = 174	n = 91	n = 1352	n = 281
Auteurs	Hannani <i>et al.</i> (2020)	Ayad <i>et al.</i> (2019)	Labbaci <i>et al.</i> (2018)	Daloum <i>et al.</i> (2015)	Ebangi et Vall (1998)	Kefena <i>et al.</i> (2011)	Nininahazwe <i>et al.</i> (2017)	Nininahazwe <i>et al.</i> (2017)
LT (cm)	115,76±7,23	110,1 ± 5,9	157,26±12,88	109,32 ± 0,30	110,07 ± 6,06	114,7 ± 2,9	102,6±8,4	100,3±5,89
LoD (cm)	69,95±10,11	63,2 ± 2,5	-	-	-	-	-	-
LC (cm)	39,62±5,38	46 ± 4,7	-	46,18 ± 0,19	44,41 ± 3,39	53,9 ± 4,8	30,4±4,3	35,1±4,41
LOD (cm)	26,06±2,23	24,4 ± 1,8	30,15±2,19	24,92 ± 0,06	26,19 ± 1,80	-	25,6±2,2	28,2±1,87
LOG (cm)	25,88±2,05	24,4 ± 1,8	30,15±2,19	24,92 ± 0,06	26,19 ± 1,80	-	25,7±2,2	28,6±1,74
LoT (cm)	40,79±4,65	48,5 ± 3,3	52,39 ±4,06	43,72 ± 0,16	43,75 ± 2,63	47,2 ± 3,4	-	-
LoC (cm)	14,07±2,28	21,07 ± 1,72	-	12,56 ± 0,04	-	24,4 ± 5,2	-	-
LH (cm)	32,76±3,03	32,4 ± 1,6	37,15±3,21	36,60 ± 0,25	31,09 ± 2,10	32,8 ± 6,0	-	-
LE (cm)	25,93±2,99	49,2 ± 1,94	-	18,36 ± 0,06	25,85 ± 2,62	24,5 ± 6,9	-	-
HC (cm)	114,02±9,25	109,6 ± 4,8	-	106,18± 0,41	103,28 ± 3,91	112,6 ± 3,2	-	-
HG (cm)	110,15±8,49	106,9 ± 5,4	116,16±7,23	102,35 ± 0,23	99,73 ± 3,57	109,7 ± 3,2	98,4±4,9	100,4±3,85
PC (cm)	13,93±1,33	14,7 ± 1,1	17,50±1,86	17,17 ± 1,05	14,95 ± 1,85	-	-	-
PT (cm)	114,94 ±6,78	118,5 ± 7,5	124,26±7,03	113,33 ± 0,25	108,66 ± 5,08	117,2 ± 3,9	106,5±7,6	107,9±5,25

Tableau 51. Tableau récapitulatifs des résultats obtenus comparés à ceux d'autres auteurs en Europe

Pays	Extrême Est algérien	Espagne	Serbie (Balkan)	Croatie (Nord-Adriatic)	Turquie (Igdır)	Turquie (Sud- Est)	Albania	Bulgarie
Effectifs	n = 65	n = 98	n = 74	n = 49	n = 56	n = 194	n = 170	n = 96
Auteurs	Hannani <i>et al.</i> (2020)	Folch et Jordana (1997)	Stanisić <i>et al.</i> (2015)	Ivancovic <i>et al.</i> (2000)	Yilmaz et Ertugrul (2011)	Yilmaz et Ertugrul (2012)	Papa et Kume (2012)	Vlaeva <i>et al.</i> (2016)
LT (cm)	115,76±7,23	-	117,2	121,11±6,30	103,0 ± 0,5	105,2 ± 0,5	113,4±6,8	124,64 ± 9,28
LoD (cm)	69,95±10,11	-	107,2	-	-	-	-	-
LC (cm)	39,62±5,38	-	-	-	-	-	-	-
LOD (cm)	26,06±2,23	32,45 ± 2,23	25,6	28,66±2,12	21,8 ± 0,1	21,9 ± 0,1	-	-
LOG (cm)	25,88±2,05	32,45 ± 2,23	25,6	28,66±2,12	21,8 ± 0,1	21,9 ± 0,1	-	-
LoT (cm)	40,79±4,65	61,24 ± 2,4	49,6	-	48,4 ± 0,3	48,7 ± 0,2	-	-
LoC (cm)	14,07±2,28	-	-	-	-	-	-	-
LH (cm)	32,76±3,03	42,28 ± 2,26	35,0	37,56±4,27	34,8 ± 0,3	-	-	-
LE (cm)	25,93±2,99	-	24,3	27,33±3,53	29,1 ± 0,3	29,5 ± 0,2	26,7±1,8	-
HC (cm)	114,02±9,25	141,80 ± 7,73	107,2	119,21±4,00	101,0 ± 0,4	104,3 ± 0,5	-	-
HG (cm)	110,15±8,49	142,20 ± 6,89	104,0	115,28±3,66	99,1 ± 0,4	102,3 ± 0,5	107,8±9,2	119,80 ± 8,09
PC (cm)	13,93±1,33	19,64 ± 1,35	21,4	14,85±1,15	13,4 ± 0,1	13,6 ± 0,0	-	16,01 ± 1,35
PT (cm)	114,94 ± 6,78	157,0 ± 6,65	119,6	-	111,5 ± 0,8	113,5 ± 0,4	125,2±5,4	136,69 ± 9,94

IV.1.3.2. Corrélations entre les variables quantitatives

L'analyse statistique des données, montre une corrélation très hautement significative positive entre la majorité des variables quantitatives étudiées ($p < 0,001$) (Tableau 14). Lors de leurs études sur les ânes du Cameroun et ceux d'Ethiopie respectivement, **Kefena et al. (2011)** et **Defeu et al. (2015)** n'ont enregistré aucune corrélation entre les différents paramètres étudiés. Par ailleurs, **Souza (2016)** et **De Aquino et al. (2018)** ont observé que la plupart des mesures linéaires obtenues n'ont pas montré de différence significative ($p > 0,05$) entre les moyennes des caractères ou entre les moyennes des membres pelviens et thoraciques d'animaux de même caractère chez les ânes de race pèga du Brésil.

Une corrélation significative positive ($p < 0,05$) est observée, entre la longueur totale (LT) et la longueur du canon (LoC) ($r = 0,27$) ainsi que la largeur des épaules (LE) ($r = 0,25$). La longueur des oreilles, (LOD et LOG) est significativement corrélée avec la longueur du cou (LC) ($r = 0,24$), la longueur de tête (LoT) ($r = 0,30$), la largeur de la hanche (LH) ($r = 0,26$) et la largeur aux épaules (LE) ($r = 0,25$). Le périmètre du canon (PC), est en relation significative avec la longueur de la tête (LoT) ($r = 0,31$) et la longueur du dos (LoD) ($r = 0,27$). Enfin, il a été noté une corrélation significative, entre la largeur de la hanche (LH) et la hauteur à la croupe (HC) ($r = 0,29$).

Notre analyse permet l'observation de valeurs corrélatives très importantes, entre le périmètre thoracique et la hauteur au garrot (HG) ($r = 0,79$), la hauteur à la croupe (HC) ($r = 0,81$) ainsi que le poids vif (PV1 et PV2) ($r = 0,99$). D'autres part, la hauteur au garrot (HG) est significativement corrélée, avec la hauteur à la croupe (HC) ($r = 0,92$) et le poids vif des animaux étudiés (PV1 et PV2) ($r = 0,83$ et $r = 0,79$). Le périmètre du canon (PC) est en très forte relation, avec la hauteur à la croupe (HC) ($r = 0,70$) et le poids vif (PV) ($r = 0,70$). Enfin, La hauteur à la croupe (HC) est très fortement corrélée, avec le poids vif (PV) ($r = 0,84$). Ces résultats sont comparables, à ceux rapportés par **Folch et Jordana (1997)** pour les ânes Catalans d'Espagne et **Defeu et al. (2015)** pour les ânes du Cameroun.

Nos résultats font ressortir, l'existence d'une corrélation négative entre la longueur du cou, (LC) ainsi que celle de la tête avec la longueur du dos ($r = - 0,13$ et $r = - 0,07$ respectivement). D'autre part, la longueur de la tête et la longueur du canon sont également corrélées négativement ($r = - 0,17$). Dans leurs investigations sur les ânes de Kabylie **Ayad et al. (2019)** n'observent aucune corrélation négative élevée entre tous les paramètres morphométriques étudiés.

La corrélation positive la plus faible est enregistrée entre la longueur du cou (LC) et la largeur aux épaules (LE) ($r = 0,03$) ainsi que la largeur de la hanche (LH) ($r = 0,006$).

IV.1.3.3. Facteurs de variation

L'ACP réductionnelle appliquée sur les 18 variables étudiées, (13 variables quantitatives et 5 indices zootechniques) a montré les relations entre elles. Par ailleurs, elle a permis la description de six axes de composantes relatives, respectivement à la silhouette (a), le squelette (b), les proportions (c), le format (d), la largeur (e) et la corpulence (f) de l'animal (tableau 16).

Le premier axe représente les moyennes des mesures relatives à la silhouette de l'animal. Il s'agit de la hauteur au garrot (HG), la longueur totale (LT), le tour de la poitrine (TP), la longueur du cou (LC), la longueur des oreilles droites et gauches (LOD, LOG), de la longueur de la tête (LoT), la hauteur à la croupe (HC) ainsi que le poids vif (PV 1, PV 2). Une corrélation positive a été notée entre ces paramètres. Le second axe englobe les moyennes des variables relatives au squelette des ânes étudiés. C'est la longueur du canon (LC) qui est positivement corrélée à la longueur du dos (LoD).

Concernant le troisième axe, il est représenté par les moyennes concernant les proportions, ce dernier se traduit par l'indice corporel de profil, (ICP) et l'indice corporel relatif (ICR) qui sont négativement corrélés. L'augmentation de la valeur de l'IDT induit une diminution de l'IC.

Le format des animaux de la population étudiée, se traduit par les moyennes des variables représentées par le quatrième axe. Il s'agit du périmètre du canon, (PC) et de l'indice dactylo-thoracique (IDT) qui sont positivement corrélés entre eux. La largeur aux épaules (LE) et la largeur aux hanches (LH) représentées par le cinquième axe, sont aussi positivement corrélées entre elles.

Enfin, une corrélation négative est observée entre les moyennes des variables, du sixième axe relatif à la corpulence des sujets étudiés. Il s'agit de l'indice de compacité, (IC) et de la hauteur devant-derrrière (HDD). L'augmentation de la HDD induit la diminution de l'IC.

➤ Variations des variables quantitatives étudiées selon l'âge

Lors de l'analyse statistique de nos résultats, aucun effet de l'âge n'a été enregistré ($\lambda = 0,75$, $F = 1,23$, $p = 0,27$). Cette constatation est due au fait, que l'ensemble des animaux étudiés, ont terminé leur croissance et sont au stade d'animaux jeunes (3 ans- 6 ans) et adultes (plus de 6 ans). Il n'y a eu aucune différence significative, sur l'ensemble des variables étudiées pour toutes les catégories d'âges ($p > 0,05$). Par ailleurs, la longueur moyenne du canon est la seule mesure, qui subit un effet hautement significatif de l'âge ($F = 4,97$; $p = 0,01$) (tableau effet d'âge). **Moreira et al. (2019)** rapportent un effet significatif de l'âge, sur les variations des différentes variables étudiées chez les ânes de race pèga du Brésil.

Il est à noter, que la valeur moyenne la plus faible, en ce qui concerne le paramètre longueur du canon, est obtenue chez les animaux dont l'âge est compris entre 6 et 9 ans ($LoC = 12,66 \pm 1,60$ cm) (Tableau 18). Dans leur étude sur les ânes de Kabylie, **Ayad et al. (2019)** rapportent une décroissance des moyennes de certaines mensurations réalisées, chez les animaux dont l'âge varie entre 6 et 10 ans, particulièrement la longueur du canon.

Discussion

Durant leurs investigations, **Ebangi et vall (1998)** ainsi que **Roamba (2014)** sur les ânes du Cameroun, et ceux du Sénégal respectivement ont montré, un effet significatif de l'âge sur un échantillon d'animaux contenant des sujets âgés de moins de 3 ans (anons) à un stade de croissance incomplet. Par ailleurs, **Beretti et al. (2005)** rapportent des différences significatives $p < 0,05$ des mesures réalisées sur des ânes adultes (âge supérieur à 3 ans) de race Romagnolo d'Italie.

De son côté, **John (2016)** a indiqué un effet significatif de l'âge sur l'ensemble des mesures effectuées, chez les animaux adultes ($p < 0,01$) chez les ânes du Nigeria. Cet auteur, a montré que l'évolution d'un groupe d'âge à l'autre se traduit par une croissance morphologique.

➤ Variations des variables quantitatives étudiées selon le sexe

Les mâles enregistrent des valeurs moyennes des mensurations corporelles supérieures à celle des femelles (Tableau 19). Ces résultats corroborent avec les résultats obtenus en Algérie, (Tlemcen) (**Labbaci et al., 2018**), au Burkina- Faso (**Kabore, 2014**), au Nigeria (**John, 2016**) et en Afrique de l'Ouest (**Nininahazwe et al., 2017**). Les mâles sont généralement, plus lourds que les femelles. Ceci peut être dû aux différences physiologiques, et l'activité de l'animal (**Shawaf et al., 2016**).

L'analyse multivariée démontre, que la morphométrie des ânes étudiés est variable selon le sexe ($\lambda = 0,68$; $F = 3,75$; $p = 0,004$) (Tableau 17). Seules les variables représentées sur le premier axe relatif à la silhouette, (tableau 16) sont affectées par le sexe ($F = 9,91$; $p = 0,003$) (Tableau 26). Cet effet est significatif, sur le TP ($F = 5,71$; $p = 0,02$), la HG ($F = 6,41$; $p = 0,01$), le PV1 ($F = 6,36$; $p = 0,01$) et le PV2 ($F = 5,93$; $p = 0,01$). Toutefois, cette interaction est hautement significative sur la LoT ($F = 8,76$; $p = 0,004$), sur le LoC ($F = 8,48$; $p = 0,005$) et sur la HC ($F = 9,36$; $p = 0,003$) (tableau 19).

Nos résultats sont comparables, avec ceux rapportés par **John (2016)** dans son étude sur la population asine du Nigeria, laquelle enregistre un effet hautement significatif du sexe de l'animal, sur l'évolution des moyennes de certains paramètres mesurés notamment, la longueur de la tête et du cou, la largeur aux épaules ainsi que la hauteur au garrot ($p < 0,01$).

➤ Variations des variables quantitatives étudiées selon le BCS

Concernant la distribution des paramètres morpho-biométriques, et ce en fonction du statut nutritionnel, nos résultats montrent le rôle positif, que joue le BCS dans la variation des mensurations corporelles des ânes étudiés ($\lambda = 0,80$; $F = 1,98$; $p = 0,004$) (Tableau 17). Les sujets ayant un BCS meilleur, (BCS = 4) enregistrent les moyennes des mesures morphométrique les plus importantes ; sauf pour ce qui est de la longueur et du tour du canon (LoC et PC), de la longueur du dos (LoD), de la largeur à la hanche et de la largeur aux épaules (Tableau 20).

Les variables présentées sur le premier axe relatif à la silhouette sont les seules affectées par l'état d'embonpoint des animaux ($F = 7,54$; $p = 0,008$). En effet, les paramètres les plus sensibles sont représentés par le tour de poitrine ($F = 2,69$; $p = 0,03$), la longueur du cou ($F = 2,68$, $p = 0,01$), le poids vif 1 ($F = 2,66$; $p = 0,03$) et le poids vif 2 ($F = 2,45$; $p = 0,04$). Il est généralement admis, que ces paramètres donnent un meilleur aperçu de l'état nutritionnel des animaux (**Vall *et al.*, 2001**). Par ailleurs, dans leur étude réalisée sur les ânes du Maroc, **Pearson et Ouassat (1996)** n'observent aucune corrélation entre la note de l'état corporel et le poids vif des animaux.

IV.1.3.4. Valeurs moyennes des indices zootechniques

➤ Détermination des proportions

L'évaluation des proportions des animaux est réalisée par l'intermédiaire d'une part par le calcul de l'indice corporel du profil (ICP), et d'autre part par l'appréciation de l'indice corporel relatif (ICR). Les résultats que nous avons enregistré, quant aux paramètres cités permettent d'avancer que la population asine étudiée est de type longiligne. En effet, aussi bien l'indice corporel du profil ($ICP = 0,98 \pm 0,20 \approx 1$) que l'indice corporel relatif ($ICR = 1,00 \pm 0,09 \approx 1$) (**Mariante *et al.*, 2002** ; **Nicks *et al.*, 2006**) (Tableau 8).

Les résultats obtenus dans notre étude corroborent ceux avancés par **Ayad *et al.*, (2019)** pour les ânes de Kabylie ($ICR = 0,93 \pm 0,06$). Par ailleurs, dans leurs études respectives sur les populations asines du Tchad et du Cameroun, **Daloum *et al.* (2015)** et **Defeu *et al.* (2015)** définissent également des animaux de type longiligne en constatant des $ICP = 0,93 \pm 0,00$ et des $ICP = 0,91 \pm 0,04$. Cette même constatation, est décrite par **Pimentel *et al.* (2014)** et **Fonseca Jiménez *et al.* (2016)** sur des populations asines du Nord du Brésil et créole de Cuba. Il en est de même pour les ânes Espagnols Catalans (**Folch et Jordana, 1997**), Andalous et Majoreros (**Di Rosa *et al.*, 2007**).

➤ Détermination du profil

La hauteur devant- derrière est l'expression du rapport entre la hauteur au garrot (HG) et la hauteur à la croupe (HC) (Tableau 8). La HDD obtenue chez les ânes de l'extrême Est algérien, sujets de nos investigations est inférieure à 1 ($HDD = 0,97 \pm 0,03$). Cette valeur permet de conclure que ces animaux possèdent un dos d'aspect rectiligne avec $HG < HC$ ($110,15 \pm 8,49$ cm $<$ $114,02 \pm 9,25$ cm). Cet état de fait, permet le maintien de l'axe de gravité de l'animal au niveau des membres antérieurs, se traduisant ainsi par une bonne maîtrise du poids corporel (**Marcenac *et al.*, 1980**).

De leur part, **Folch et Jordana (1997)** décrivent des ânes Catalans présentant le même aspect quant à leurs dos. Selon les travaux de **Ayad *et al.* (2019)**, les ânes de Kabylie, comparés aux animaux objets de notre étude, expriment également un profil rectiligne du point de vue de la ligne du dos ($HDD = 0,97 \pm 0,05 < 1$).

➤ Détermination du format

Afin de se faire une idée quant aux possibilités de produire de la viande, le calcul de l'indice dactylo-thoracique s'avère indispensable. En effet, ce dernier permet la détermination du format et l'état du squelette de l'animal par le biais du calcul du rapport entre le tour du canon antérieur (PC) et le pourtour thoracique (PT) (Tableau 8) (**Padilha et al., 2017**).

La moyenne des résultats obtenus dans nos investigations, quant à l'indice dactylo-thoracique est sensiblement proche de 1/10 ($IDT = 0,12 \pm 0,01$). Ces scores constatés sur ces animaux, suggèrent leur classement dans le format hypermétrique. De plus, ces individus semblent compacts et à tendance lourde ($IC > 0,9$) ($IC = 1,04 \pm 0,05$) (**Boujenane et Machmoum, 2008**). Il est à remarquer, qu'un $IC > 1$ indique que la masse corporelle des ânes étudiés est supérieure à leur taille (**Mariante et al., 2002**), ce qui est un bon indicateur pour les aptitudes bouchères.

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par **Ayad et al., (2019)** dans la population asine de Kabylie qui présente un format hyper-métrique ($IDT = 0.18 \pm 0.01$) pour le critère considéré. Les animaux sont en surpoids ($IC = 1.34 \pm 0.2$). Dans leurs investigations, **Folch et Jordana (1997)** ainsi que **Defeu et al. (2015)** sur les ânes d'Espagne et ceux des hautes terres du Nord-Ouest du Cameroun décrivent respectivement des ânes de format hyper-métrique. Au contraire, **Fonseca Jiménez et al. (2016)** décrivent des ânes créoles de Cuba qui expriment un type longiligne, à profil rectiligne, éllipo-métrique, et un format convexe voire légèrement sub-concave. Ce type de population s'adapte fort bien au travail.

Les indices zootechniques relevés sur nos animaux et relatifs aux proportions, ainsi que ceux liés à la corpulence des animaux sont négativement corrélés entre eux (Tableau 22). Dans leur étude sur les ânes créoles de Cuba, **Fonseca Jiménez et al. (2016)** n'enregistrent aucune différence significative entre les indices zootechniques calculés.

IV.1.3.5. Facteurs de variation des indices zootechniques

➤ Variations des indices zootechniques selon l'âge

Les résultats de l'étude des variations des indices biométriques calculés, chez les différentes catégories d'âge de la population étudiée, sont présentés dans le tableau 23. La lecture de ces données, fait ressortir que l'indice devant-derrrière est le seul paramètre affecté par la variation de l'âge et où $F = 4,80$ et $p = 0,01$. Dans les trois catégories d'âge considérées, les valeurs des indices enregistrées sont approximativement les mêmes (tableau 23). Par ailleurs, **Ayad et al. (2019)** rapportent une variation significative des indices zootechniques calculés, notamment l'indice dactylo-thoracique, l'indice corporel relatif, l'indice de compacité et l'indice de massivité en fonction de la variation de l'âge des ânes de Kabylie étudiés ($p < 0,05$).

➤ Variations des indices zootechniques selon le sexe

Lorsqu'on considère, le paramètre sexe, aucun effet de ce dernier sur la variation des indices zootechniques calculés n'a été observé durant notre étude. Toutefois, il a été observé que des mâles expriment une corpulence et une compacité légèrement supérieures à celles des femelles (tableau 24). Cet état de fait est également constaté par **Folch et Jordana (1997)** chez les ânes Catalans d'Espagne. De son côté, **Fonseca Jiménez et al. (2016)** observent une variation significative des indices zootechniques en fonction du sexe de l'animal. En effet, les mâles ont une conformation corporelle beaucoup plus importante que les femelles.

➤ Variations des indices zootechniques selon le BCS

L'analyse multivariée ne montre aucun effet du BCS sur la variation des indices zootechniques. L'indice dactylo-thoracique relatif au format de l'animal est le seul affecté par les variations du BCS (tableau 25). Toutefois, il est important de noter que les facteurs environnementaux tel que l'état nutritionnel peuvent influencer la morphologie des animaux et induire des variations relativement importantes (**Di Rosa, 2007 cité par Fonseca Jiménez et al., 2016**).

IV.1.3.6. Les interactions entre les différents facteurs de variations

Les mensurations corporelles ainsi que les indices zootechniques relatifs au squelette, aux proportions, au format, à la largeur et à la corpulence des animaux étudiés ne sont affectés ni par les variations du sexe, ni par celles du BCS. L'analyse multivariée des données enregistrées a démontré également que l'interaction entre les différents facteurs de variation (âge, sexe et BCS) n'a aucun effet sur les variations des moyennes des mensurations réalisées. Par ailleurs, aucun effet significatif n'a été observé quant aux interactions (sexe x âge) ($\lambda=0,90$; $F=0,44$; $p=0,94$), (sexe x BCS) ($\lambda=0,97$; $F=0,23$; $p=0,97$), (BCS x âge) ($\lambda=0,79$; $F=1,02$; $p=0,43$) et (sexe x âge x BCS) ($\lambda=0,89$; $F=0,47$; $p=0,93$) (tableau 17).

Dans leur étude sur les ânes de race Calabraise d'Italie, **Liotta et al. (2014)** observent que les valeurs moyennes des paramètres morphologiques relevés n'ont pas montré de différences significatives entre les classes d'âge des femelles ; néanmoins une réduction de la taille de la population actuelle a été constatée, si l'on tient compte de la hauteur au garrot.

IV.1.4. Diversité de la population étudiée

IV.1.4.1. Analyse par correspondances principales des variables quantitatives

L'analyse en composante principale (ACP) réalisée, sur l'ensemble des mensurations corporelles a donné un effet cumulatif, sur les deux premiers axes traduisant un taux d'inertie totale de 63,73%. Avec une représentation respective de 52,19% sur le premier axe et 11,54% sur le second, ce qui est statistiquement insuffisant pour expliquer l'information (tableau 27, figure 23). L'axe 1 est représenté, par les variables relatives à la silhouette. Au contraire, l'axe 2 englobe celles relatives au squelette (tableau 15, 16 ; figure 24).

Les résultats obtenus dans la présente étude sont comparables à ceux enregistrés par **Labbaci et al. (2018)** chez la population asine de la région de Tlemcen. Ces auteurs rapportent un taux d'inertie totale de 62,61% sur 2 axes de composantes. Contrairement à ce qui a été obtenu par **Garcia et al. (2006)**, qui signalent l'existence de trois principales composantes qui expliquent 99,71 % de la variabilité totale des races asines en Espagne et des 26 variables collectées, seules 10 ont permis de distinguer au mieux les différentes races d'Espagne.

Defeu et al. (2015), observent que 9 des 16 composantes utilisées permettent d'expliquer à 90,24% la variabilité observée au sein de la population asine dans la région des hautes terres du nord-ouest du Cameroun. De leur part, **Sargentini et al. (2018)** observent un taux de variabilité totale de 75.87 % sur 3 axes de composantes.

IV.1.4.2. Analyse factorielle des variables qualitatives

Les résultats fournis par l'analyse factorielle des variables qualitatives, ont permis l'établissement d'une représentation plus significative des données. En effet, l'analyse statistique a conclu la distinction de 2 clusters expliquant 92.46% de l'information avec des taux respectifs de 86.80 % sur la première dimension et 5.66 % pour la deuxième.

L'AFCM appliquée a également permis la construction de la typologie et la présentation des caractéristiques qualitatives communes des individus qui sont assez semblables de la population étudiée (Figure 26)

IV.1.4.3. Classification hiérarchique ascendante de la population

La classification hiérarchique réalisée, fait ressortir les relations phylogéniques entre les différents types génétiques formant la population d'étude. Par ailleurs, cette dernière a permis la structuration de 4 groupes génétiques hétérogènes A, B, C et D (Figure 27). Le dendrogramme tracé montre, que les groupes A et B aisément sont rapprochés, alors que les groupes C et D sont distants (la distance moyenne entre les groupes A et B est inférieure à celle existante entre les groupes C et D) (Figure 28).

Lors de leur étude sur les ânes dans les hautes terres du Nord-Ouest du Cameroun, **Defeu et al. (2015)** rapportent l'existence de trois types génétiques. Cependant, **Papa et Kume (2012)** ont identifié deux types génétiques en Albanie.

Contrairement à ce que nous avons obtenu dans le présent travail, **Roamba (2014)**, **Salifou (2014)** et **Stanišić (2015)** en utilisant la même analyse, ont décrit respectivement, des populations asines génétiquement homogènes au Sénégal, Burkina Faso et aux Balkans.

IV.1.4.4. Caractérisation de la population par le biais des caractères qualitatifs

L'analyse factorielle des correspondances multiples AFCM (Figure 26) et la classification ascendante hiérarchique (Figure 27, 28) ont permis de déterminer quatre classes d'animaux distinctes (tableau 28).

- ☑ **Classe 01.** Les animaux représentant cette classe, constituent la majorité de la population étudiée (32 individus). Ils expriment dans leur majorité, une robe de couleur bai (59,38 %), toutefois avec des nuances claire (15,63 %) et foncée (15,63 %). Par ailleurs, les ânes étudiés expriment dans leur grande majorité, un nez de couleur grise (75 %). Au contraire, 50 % des sujets étudiés ont une tête de couleur bai. Il est également noté, la présence de quelques individus ayant une couleur de nez rousse (25 %). Le contour des yeux est soit gris (65,63%), roux (28,13 %) ou bien noir (6,25 %). Ces animaux possèdent des muqueuses foncées à 96,88 %, néanmoins 3,13 % ont des muqueuses totalement noires.

Cependant, il est à signaler, que quelques individus appartenant à cette classe présentent des particularités de la robe, notamment des épis et de raies cruciales à hauteur de 3,13 %, pour chaque particularité. De plus, il a été constaté le même score pour d'une part, les raies scapulaires et les raies de mullet et d'autre part en pour les zébrures au niveau des membres (6,25 %).



Figure 49. Individu appartenant à la classe 01

- ☑ **Classe 02.** Durant notre étude, nous avons noté que 75 % des sujets (6 animaux) appartenant à cette classe (n=8) expriment une robe de couleur variant entre le gris ordinaire et le gris clair. Alors que la couleur baie est observée chez 25 % des animaux étudiés. Les muqueuses sont dans leur totalité de couleur noire.

La couleur de la tête est majoritairement bai foncée (50 %). Toutefois, nous enregistrons 37,50 % des sujets avec une tête grise. Cependant, il a été observé la présence de quelques sujets dont la tête est de couleur bai (12,50%).

Discussion

Par ailleurs, 62,50 % des animaux, expriment un nez noir, contre 25% de couleur grise et enfin 12,50 % de ces ânes présentent une couleur rousse de l'organe. Le liseré est aussi à dominance noire (62,50 %). Seulement 25% ont un contour des yeux de couleur rousse et 12,50 en ont un liseré gris. Les épis ne sont présents qu'auprès de 12,50 % des individus. Les raies scapulaires, cruciales et de mulet ne sont remarqués que sur 75% des animaux et les zébrures ne sont observées qu'au niveau des membres (12,5 %).



Figure 50. Individu appartenant à la classe 02

- ☑ **Classe 03.** Cette classe d'animaux est représentée par 22 individus qui sont de couleur grise avec ses nuances (59,08 %) ou bai avec ses nuances (40,92 %). La tête, le nez et le liseré sont généralement gris. Par ailleurs, nous avons noté, la présence de sujets dont la tête est de couleur bai (45,5 %) avec un nez et un contour des yeux roux à hauteur de 50 %. La couleur des muqueuses observée sur les animaux appartenant à cette classe est à 95,45 % foncée.

Les épis, les raies scapulaires, les raies de mulet et enfin les raies cruciales, sont présentes chez les ânes inclus dans cette classe avec des pourcentages respectifs de 40,91 %, de 90,91 %, de 95,45 % et de 86,36. Toutefois, les zébrures ne sont observées que chez 4,55 % des sujets.



Figure 51. Individus appartenant à la classe 03

Discussion

- ☑ **Classe 04.** Les individus appartenant à cette classe expriment deux couleurs de robes. 66,67% des sujets présentent une robe de couleur grise claire, alors que 33,33 % sont de couleur bai. Les résultats permettent de distinguer des animaux dont la tête est de couleur grise (66,66 %) ou bai (33,33 %). La couleur des muqueuses et du nez est noire ou foncée avec un liseré gris ou roux. La présence des particularités de la robe n'est observée que chez 33,33 % des individus.



Figure 52. Individus appartenant à la classe 04

IV.2. Etude des paramètres hématologiques et biochimiques

La deuxième partie de ce travail est consacrée à l'étude et la détermination des paramètres sanguins (constantes hématologiques et biochimiques) de la population asine de l'extrême Est algérien dont les résultats obtenus, peuvent être suggérés comme un début comme premières références dans l'espèce asine en Algérie. Une analyse des facteurs agissant sur leurs variations ; notamment l'âge et le sexe des animaux, est envisagée.

IV.2.1. Etude des paramètres hémo- biologiques

L'analyse statistique des données relatives à l'hémobiologie de la population d'étude, a donné des résultats, lesquels sont consignés dans le tableau 29.

IV.2.1.1. Etude de l'érythrogramme

L'étude des variations des cellules sanguines, notamment les hématies englobe l'analyse de la numération des globules rouges (GR), la concentration en hémoglobine (HGB), le taux d'hématocrite (HCT), le volume globulaire moyen (VGM), la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH), et enfin la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH).

IV.2.1.1.1. La numération des globules rouges (GR)

Les statistiques descriptives observées lors de nos investigations, laissent apparaître une moyenne en globules rouges de l'ordre de $5,18 \pm 1,52 (\times 10^{12}) / L$. L'intervalle de variation de cette valeur est compris entre $2,47 (\times 10^{12}) / L$ à $9,06 (\times 10^{12}) / L$ (tableau 29). Les résultats que nous avons enregistré dans la présente étude, corroborent ceux obtenus par **Gul et al. (2007)** chez la population asine Pakistanaise, **Laus et al. (2015)** chez les ânes d'Italie et **Burden et al. (2016)** sur des animaux d'origine britannique. Ces auteurs rapportent respectivement, des concentrations moyennes en globules rouges de l'ordre de $5,88 \pm 2,65 (\times 10^{12}) / L$, $5,94 \pm 0,8 (\times 10^{12}) / L$ et $5,5 (\times 10^{12}) / L$.

La moyenne des GR obtenue dans nos travaux est proche de celle rapportée par **Garba et al. (2015)** au Nigéria. Ce dernier a observé dans ces travaux, que la concentration moyenne en globules rouges est égal à $6,0 \pm 1 (\times 10^{12}) / L$. Par ailleurs, nos résultats montrent des concentrations moyennes en globules rouges, légèrement supérieures à celles rapportées par **Herrera et al. (2017)** pour les ânes de Colombie, ces auteurs constatent une moyenne de $4,48 \pm 0,85 (\times 10^{12}) / L$.

L'intervalle de variation des concentrations des GR obtenu dans notre étude est proche de celui rapporté par **Stanisic et al. (2015)** pour les ânes de Serbie, lesquels enregistrent un intervalle compris entre $5,9 (\times 10^{12}) / L$ et $7,1 (\times 10^{12}) / L$. De leur part, **Sedlinská et al. (2016)** rapportent un intervalle variant entre $4,26 (\times 10^{12}) / L$ et $8,61 (\times 10^{12}) / L$ dans la population asine tchèque.

IV.2.1.1.2. La concentration en hémoglobine (HGB)

La lecture des résultats obtenus lors de nos investigations, donne une valeur moyenne de la concentration en hémoglobine de l'ordre de $10,85 \pm 3,96 \text{ g/dl}$ ($= 108,5 \pm 39,6 \text{ g/L}$). Cet écart de moyenne varie de $5,10 \text{ g/dl}$ ($= 51 \text{ g/L}$) à $27,70 \text{ g/dl}$ ($= 277 \text{ g/L}$) (Tableau 29).

La population asine étudiée, enregistre une moyenne d'HGB très largement supérieure à celle rapportée par **Lemma et Moges (2009)** sur les ânes d'Ethiopie qui ont une moyenne d'HGB de l'ordre de $20,6 \pm 2,37 \text{ mmol/L}$ ($= 6,98 \pm 0,91 \text{ g/L}$). En effet, les valeurs moyennes observées dans la présente étude sont 18 fois plus élevée

Les écarts des moyennes obtenues lors des travaux entrepris, se situent dans un intervalle plus étendue que ceux constatés par **Mushi et al. (2000)** sur les ânes du Botswana ([HGB] : $59,7 \text{ g/L}$ – 154 g/L) et **Sedlinská et al. (2016)** sur des populations asines Slovaques et Tchèques ([HGB] : $82,73 \text{ g/L}$ à $165,04 \text{ g/L}$).

IV.2.1.1.3. Le taux d'hématocrite (HCT)

La moyenne du taux d'hématocrite obtenue après le traitement statistique des données est de $33,89 \pm 10,99$ (fL) avec un intervalle de variation compris entre 14,10 (fL) et 59,80 (fL). Il est à signaler, que des auteurs, notamment **Laus et al. (2015)** et **Barbosa Da Silva et al. (2018)** rapportent respectivement des moyennes de l'HCT évalué à $55,7 \pm 4,2$ (fL) et $51,93 \pm 1,02$ (fL) pour les populations asines mixtes d'Italie et du Nord –Est du Brésil, les résultats obtenus dans notre étude sont inférieurs d'au moins 18 points à ceux des deux auteurs cités (Tableau 29).

IV.2.1.1.4. Le volume globulaire moyen (VGM)

Le volume globulaire moyen définit la normocytose. Lorsque le VGM est abaissé on parle de microcytose, mais au moment où celui-ci, est augmenté, il est défini une macrocytose. Le VGM varie dans un intervalle allant de 49,50 % à 66,10 % avec une moyenne évaluée à $58,88 \pm 3,60$ % (Tableau 29). Ceci donne un résultat supérieur à celui rapporté par **Laus et al. (2015)** pour la population asine mixte d'Italie avec une moyenne de 33 ± 4 %.

IV.2.1.1.5. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH)

Par définition, la TCMH exprime la teneur globulaire moyenne en hémoglobine (quantité d'hémoglobine contenue dans un globule rouge). Sa variation, suit celle du VGM, une diminution de celle-ci est observée en cas de microcytose, contre une augmentation, lors de macrocytose. L'analyse statistique des données donne une moyenne de TCMH de $20,44 \pm 0,92$ (pg) avec une valeur minimale égale à 18,20 (pg) et une valeur maximale de 22,30 (pg) (Tableau 29).

Les résultats obtenus lors de cette étude, sont en concordance avec ceux obtenus par **Laus et al. (2015)** sur une population d'individus d'Italie avec $20 \pm 1,4$ (pg). Par ailleurs, ces mêmes scores sont relativement proches de ceux rapportés par **Lemma et Deressa (2009)** dans leur étude réalisée au sein de la population asine d'Ethiopie avec une moyenne de $21,9 \pm 1,37$ (pg). De plus, **Mushi et al. (2000)** rapportent un intervalle de variation de 15,6 à 23,5 (pg) proche de celui enregistré dans notre étude. De leur côté, **Sedlinská et al. (2016)**, enregistrent également un intervalle de variation allant de 15,67 à 24,18 (pg) dans les populations asines Tchèques et Slovaques, relativement similaire à celui constaté dans nos travaux.

IV.2.1.1.6. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH)

La CCMH mesure la saturation moyenne en hémoglobine tout en définissant la normochromie, une valeur basse définie une hypochromie. La valeur moyenne obtenue après l'analyse des données est de l'ordre de $34,89 \pm 1,96$ (g/dL) avec une variation de 31,10 (g/dL) à 38,60 (g/dL) (Tableau 29).

Ces résultats sont en concordance avec ceux rapportés par **Zinkl et al. (1990)** pour la population asine des Etats- Unis d'Amérique, ainsi que ceux obtenus par **French et Patrick (1995)** sur une population asine de Grande- Bretagne. Ces derniers auteurs observent, des valeurs respectives de 34,3 (g/dL) et de 34,8 (g/dL). Toutefois, dans leur étude, **Vinuthan et al. (2020)** rapportent des valeurs moyennes de CCMH inférieures à celle obtenues dans notre étude avec $32,08 \pm 2,08$ (g/dL) pour la population asine d'Hassan en Inde.

IV.2.1.1.7. Indice de distribution de la taille des globules rouges (IDR)

Appelé également RDW (Red Distribution Wight), l'indice de distribution de la taille des globules rouges quantifie l'indice d'anisocytose. Le RDW-SD est calculé afin de mettre en évidence la réponse érythrocytaire (**Gameleira et al., 2011, Garba et al., 2015**). Aussi, il est à signaler que la combinaison des résultats du VGM, CCMH et IDR permet une meilleure classification des anémies des chevaux et des ânes (**Lording, 2008**).

Les sujets étudiés expriment une valeur minimale de l'IDR égale à 17,80 %, contre une valeur maximale de 23,90 %. L'analyse statistique, révèle une moyenne obtenue de l'IDR de l'ordre de $19,40 \pm 1,18$ % (Tableau 29). La lecture des résultats obtenus, dans notre étude fait apparaître des niveaux comparables respectivement, à ceux de **Caldin et al., (2005)** et de **Barbosa da Silva et al. (2018)** et ce sur des populations asines d'Italie et du Brésil. En effet, ces auteurs, constatent des moyennes de RDW-CV de l'ordre de 19 % pour les deux populations étudiées.

IV.2.1.2. Etude de la formule leucocytaire

L'étude de l'équilibre leucocytaire est nécessaire pour l'établissement d'une évaluation de la lignée blanche dans de nombreux contextes. Cette formule détecte également toute anomalie dans les cellules de lignée rouge lors d'érythroblastoses (**Belhani et al., 1989**).

IV.2.1.2.1. Les leucocytes (WBC)

La numération moyenne des leucocytes présents dans les échantillons prélevés est de l'ordre de $8,99 \pm 3,21$ ($\times 10^9$ /L) avec une variation allant de $2,60$ ($\times 10^9$ /L) à $16,00$ ($\times 10^9$ /L) (Tableau 29). Les résultats obtenus auprès de la population asine, objet de la présente étude, expriment une moyenne de WBC supérieure à celle rapporté par **Garba et al. (2015)** pour les ânes du Nigeria ainsi que **Ahmadi Afshar et al. (2020)** pour des ânes d'Iran. Ces auteurs observent, respectivement, des moyenne de l'ordre de $7,2 \pm 3,7$ ($\times 10^9$ /L) et $6,41 \pm 0,05$ ($\times 10^3$ / μ l) ($= 6,41 \pm 0,05$ ($\times 10^9$ /L)).

Alors que, la moyenne exprimée par les ânes concernés par cette étude est inférieure à celle observée auprès de la population asine d'Ethiopie, pour laquelle **Lemma et Moges (2009)** observent une moyenne égale à $12,2 \pm 2,72$ ($\times 10^6$ /ml) ($= 12,2 \pm 2,72$ ($\times 10^9$ /L)). Toutefois, lorsqu'on compare, nos résultats à ceux obtenus dans une population asine mixte d'Italie par **Laus et al (2015)**, l'on remarque que les moyennes enregistrées dans la présente étude expriment des niveaux relativement inférieurs.

En effet, ces auteurs observent des scores moyens de numération leucocytaire de $11,72 \pm 2,75 (\times 10^3/\mu\text{l}) (= 11,72 \pm 2,75 (\times 10^9/\text{L}))$ (min= $6,33 (\times 10^3/\mu\text{l}) (= 6,33 (\times 10^9/\text{L}))$ - max= $17,11 (\times 10^3/\mu\text{l}) (= 17,11 (\times 10^9/\text{L}))$). Cependant, **Vinuthan et al. (2020)** dans leur étude sur la population asine d'Hassan en Inde, rapportent une valeur moyenne de numération en leucocytes relativement proche de celle obtenue dans la population asine objet de notre étude. En effet, les valeurs moyennes constatées par ces auteurs sont de l'ordre de $9,59 \pm 0,77 (\times 10^3/\mu\text{l}) (= 9,59 \pm 0,77 (\times 10^9/\text{L}))$ avec un intervalle de variation allant de $8,65 (\times 10^3/\mu\text{l}) (= 8,65 (\times 10^9/\text{L}))$ à $10,98 (\times 10^3/\mu\text{l}) (= 10,98 (\times 10^9/\text{L}))$.

IV.2.1.2.2. La numération des lymphocytes (Lymph)

Les statistiques descriptives donnent un nombre moyen de lymphocyte égal à $2,63 \pm 1,60 (\times 10^9/\text{L})$ avec une valeur minimale établie à $0,60 (\times 10^9/\text{L})$, et une maximale évaluée à $7,10 (\times 10^9/\text{L})$ (Tableau 29).

Les résultats obtenus dans le présent travail, sont en concordance avec ceux obtenus par **Garba et al. (2015)** qui rapportent dans leurs travaux au sein des animaux du Nigéria, une numération lymphocytaire moyenne égale à $2,1 \pm 1,5 (\times 10^9/\text{L})$. De leur côté, **Laus et al. (2015)** enregistrent une moyenne de $6,11 \pm 2,09 (10^3/\mu\text{l}) (= 6,11 \pm 2,09 (\times 10^9/\text{L}))$ sur des ânes d'Italie, valeur deux fois supérieure au moins à celle observée dans nos travaux.

IV.2.1.2.3. La numération cellulaire moyenne (Mid)

L'analyse des données relatives à la numération cellulaire affiche une moyenne de $1,15 \pm 0,48 (\times 10^9/\text{L})$. Cette valeur est comprise dans un intervalle de variation allant de $0,10 (\times 10^9/\text{L})$ à $2,20 (\times 10^9/\text{L})$ (Tableau 29).

En ce qui concerne ce paramètre, **Garba et al. (2015)**, **Laus et al. (2015)** et **Coroian et al. (2019)**, dans leurs études sur les populations asines du Nigeria, de Roumanie et d'Italie, enregistrent des moyennes de numération cellulaire de l'ordre de $0,00 (\times 10^9/\text{L})$. Il est à constater, que ces niveaux moyens sont largement inférieurs à ceux obtenus lors de nos travaux.

IV.2.1.2.4. La numération des granulocytes (granulocytes neutrophiles) (Gran)

La numération des granulocytes de la population d'étude, exprime une valeur moyenne évaluée à $5,21 \pm 2,13 (\times 10^9/\text{L})$. L'intervalle de variation de cette moyenne est compris entre $1,90 (\times 10^9/\text{L})$ et $10,60 (\times 10^9/\text{L})$ (Tableau 29).

Les résultats constatés dans notre étude, sont proches de ceux obtenus par **Garba et al. (2015)** sur des ânes du Nigeria. En effet, ces auteurs enregistrent une moyenne, quant au paramètre de numération des granulocytes établie à $4,9 \pm 2,3 (\times 10^9/\text{L})$. Cependant, **Coroian et al. (2019)** obtiennent pour des ânes de Roumanie, des résultats inférieurs à ceux signalés lors de notre étude et qui sont de l'ordre de $3,96 \pm 0,10 \text{ g/L} (= 3,96 \pm 0,10 (\times 10^9/\text{L}))$.

En pharmacovigilance vétérinaire, les neutropénies sont définies pour des valeurs inférieures à 3000 à 4000 ($\times 10^6 / L$) (= 3 à 4 ($\times 10^9 / L$)) à la différence de la pharmacovigilance humaine qui ne prend en considération que les neutropénies significatives à extrêmes. Ainsi, la neutropénie est la cause la plus fréquente de leucopénie (Denis, 2006).

IV.2.1.3. Etude de la numération plaquettaire

Les plaquettes, aussi appelées thrombocytes, ont des rôles divers, nécessaires à la survie de l'organisme. En effet, elles participent à la réaction inflammatoire, tout en étant principalement impliquées dans l'hémostase (Boudreaux *et al.*, 2011).

IV.2.1.3.1. La numération plaquettaire (PLT)

Les plaquettes jouent un rôle essentiel dans l'hémostase ainsi que lors des inflammations. La moyenne de la PLT, obtenue après traitement statistique des données est de $192,08 \pm 69,50$ ($\times 10^9 / L$). Il est à signaler, que la valeur minimale est évaluée à 42,00 ($\times 10^9 / L$), contre une valeur maximale est de 326,00 ($\times 10^9 / L$) (Tableau 29).

Les résultats obtenus lors de nos travaux, sont supérieurs à ceux enregistrés par Rukavina *et al.* (2016), Coroian *et al.* (2019) et Longodor *et al.* (2019) dans leurs études respectivement réalisées sur les populations asines Bosniaque et Italienne. En effet, les moyennes enregistrées par ces derniers sont respectivement, de l'ordre de $148,97 \pm 119,85$ ($\times 10^9 / L$), $3,93 \pm 0,08$ (g/L) (= $3,93 \pm 0,08$ ($\times 10^9 / L$)) et $2,18 \pm 0,10$ (g/L) (= $2,18 \pm 0,10$ ($\times 10^9 / L$)). Toutefois, la moyenne de la numération plaquettaire obtenue durant ce travail est proche de celle de Burden *et al.* (2016) pour les ânes Britanniques ainsi que celle obtenue par Ahmadi Afshar *et al.* (2020) sur des ânes d'Iran.

Ces auteurs enregistrent, respectivement, des moyennes de PLT égales à 201 ($\times 10^9 / L$) et $245 \pm 0,31$ ($10^3 / \mu l$) (= $245 \pm 0,31$ ($\times 10^9 / L$)).

IV.2.1.3.2. Le volume moyen plaquettaire (VMP)

Le volume moyen plaquettaire, représente la moyenne du volume plaquettaire dans le sang circulant. C'est un indice inversement proportionnel au comptage plaquettaire : plus les plaquettes sont nombreuses, plus elles sont de petite taille (Boudreaux *et al.*, 2011).

Dans la population d'étude, le VMP est de l'ordre de $6,70 \pm 1,74$ (fL) avec une valeur minimale de 5,00 (fL) et une valeur maximale de 10,50 (fL) (Tableau 29). Les niveaux obtenus lors de nos travaux sont proches de ceux obtenus par Stanišić *et al.* (2015) sur des ânes de Serbie, ces auteurs signalent une moyenne du VMP de l'ordre de 6,6 (fL).

IV.2.1.3.3. L'indice de distribution plaquettaire (IDP)

L'indice de distribution plaquettaire (IDP), ou encore Platelet Distribution Width, (PDW) ; comme le RDW pour les érythrocytes, reflète les variations de taille des plaquettes (Boudreaux *et al.*, 2011) et, comme pour la lignée rouge, PDW est déterminé par la largeur de la courbe de distribution de la taille des plaquettes, pour une fréquence de 20 % (Miegeville, 2015).

Le constat que nous avons décrit et ce suite au traitement des résultats donne une moyenne de cet indice égale à $15,56 \pm 1,03$ % avec un intervalle de variation variant de 14,06 % à 18,30 % (Tableau 29). Il est à signaler, que compte-tenu de la quasi-rareté de références, nous n'avons pas pu confronter nos résultats.

IV.2.1.3.4 La plaquettocrite (Plateletcrit) (PCT)

La plaquettocrite est l'équivalent de l'hématocrite pour les plaquettes ; c'est le pourcentage du volume de sang circulant occupé par des thrombocytes. La valeur moyenne obtenue du PCT obtenue auprès des ânes étudiés est de $0,12 \pm 0,04$ % tandis que la valeur minimale enregistrée est de l'ordre de 0,04 %, par contre la valeur maximale est de 0,22 % (Tableau 29).

Dans leur étude sur les ânes de Serbie, **Stanišić et al. (2015)** enregistrent une moyenne de PCT comparable à celle obtenue dans la présente étude. En effet, ces auteurs constatent, des niveaux moyens de l'ordre de 0,1 %. L'utilisation de cet indice en hématologie de routine n'est pas courante et sa pertinence clinique reste à prouver (**Miegeville, 2015**).

IV.2.1.4. Facteurs de variation des variables hématologiques

Afin de démontrer la relation entre les différents paramètres hématologiques étudiés, une ACP réductionnelle est réalisée, celle-ci a permis de distinguer 5 axes principaux de composantes, qui sont consignés dans les tableaux (tableau 30, 31). L'analyse statistique des données recueillies par ACP permet d'expliquer 86,22 % de la variance totale : la composante principale 1 (CP 1 ; valeur propre = 5,17) décrit 32,33 % de l'information originale, ajoutée aux composantes principales 2, 3, 4 et 5 dont les valeurs propres sont respectivement de l'ordre, de 3,67 ; 2,05 ; 1,61 et 1,29, de leur part et en décrivent 22,93 % ; 12,83 % ; 10,08 % et 8,05 % (Tableau 32).

Dans leurs travaux de recherche, plusieurs auteurs démontrent que les variations des paramètres hématologiques, ne sont pas liées exclusivement aux facteurs pathologiques. Ils sont aussi en relation, avec les variations de l'âge, du sexe, de la race, du stade physiologique, du système d'élevage, de l'alimentation ainsi que des conditions de prélèvement et de conditionnement (**Olaifa et al., 2012 ; Girardi et al., 2014 ; Laus et al., 2015 ; Bonelli et al., 2015 ; Santos et al., 2018 ; Legha et al., 2018 ; Coroian et al., 2019 ; Longodor et al., 2019 ; Perez-Ecija et al., 2020**).

IV.2.1.4.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres hématologiques

Les variations des variables hématologiques selon l'âge des animaux, sont représentées dans le tableau 33 et la figure 29. Les valeurs moyennes des variables hématologiques, obtenues après une analyse multivariée sont très affectées par les variations de l'âge (MANOVA : λ de Wilks = 0,42 ; $F = 2,70$; $P = 0,01$) (Tableau 33).

Discussion

Ces résultats sont en concordance avec ceux rapportés par **Etana et al. (2011)**, **Zakari et al. (2014)**, **Laus et al. (2015)**, **Rukavina et al. (2016)** et **Vinuthan et al. (2020)** pour les ânes d’Ethiopie, du Nigeria, d’Italie, de Bosnie et d’Inde ($p < 0,05$). Les tests d’effets entre sujets, laissent apparaitre un effet hautement significatif et exclusif de l’âge sur les variations du quatrième axe de composantes générées, contenant les variables liées aux VGM, TCMH, IDR- CV et IDR-DS ($F = 14,93$; $p = 0,000$) (Tableau 33).

Durant notre investigation, nous avons également observé une légère diminution de la concentration moyenne en GR avec l’augmentation du VGM et du CCMH entre les différentes catégories d’âge (Tableau 33). Cet état de fait, corrobore avec les observations de **Zinkl et al. (1990)**, **Caldin et al. (2005)**, **Laus et al. (2015)**. Cette variation peut être en relation avec la diminution de la taille des globules rouges, pour des jeunes animaux et/ou associée à une déficience du métabolisme du fer (**Zinkl et al., 1990** ; **Caldin et al., 2005**).

L’analyse statistique par comparaison multiple, fait ressortir que les moyennes du VGM, TCMH, IDR- CV et IDR-DS obtenues auprès des sujets âgés de moins de 4 ans sont les plus affectées par les variations de l’âge ($p = 0,000$).

Dans leurs travaux sur les ânes de travail d’Ethiopie, **Lemma et Moges (2009)** et **Etana et al. (2011)** décrivent des moyennes plus importantes du VGM, GR, HGB, TCMH et CCMH pour des sujets adultes contrairement aux jeunes sujets.

Par ailleurs, **Folch et al. (1997)** dans leurs travaux, observent une valeur significativement basse du VGM et du CCMH accompagnée d’un comptage des leucocytes, neutrophiles et éosinophiles plus important pour les jeunes animaux que pour des sujets adultes. De plus, **Girardi et al. (2016)** observent une diminution des valeurs moyennes des GR, HGB, VGM et PLT entre l’âge d’un jour et une année pour les ânon (-1 an d’âge) de la race Pêga du Brésil. Toutefois, il est à constater, que les ânes âgés de plus de 10 ans enregistrent une moyenne d’HGB plus importante que celle observée sur des animaux jeunes (< 4 ans) et adultes (4 à 10 ans) avec respectivement $11,40 \pm 1,35$ g/dL, $10,47 \pm 0,76$ g/dL et $10,42 \pm 0,70$ g/dl. Ce constat est signalé par l’observation faite par **Etana et al. (2011)** sur les ânes du Nigeria présentant une moyenne d’HGB davantage importante avec l’avancement de l’âge.

Les résultats obtenus durant notre recherche, laissent apparaitre une augmentation des moyennes du comptage des cellules de la lignée blanche (WBC, Lymph, MID, GRAN) entre les catégories d’âges considérées. Il apparait que les animaux âgés de plus de 10 ans enregistrent les valeurs les plus élevées.

Nos résultats rejoignent ceux rapportés par **Brown et Cross (1969)**, **Dinev et Khubenov (1986)**, **Zinkl et al. (1990)**, **Pitel et al. (2006)**, **Sgorbini et al. (2013)**, **Veronesi et al. (2014)**, **Girardi et al. (2014, 2016)** et **Rukavina et al. (2018)**.

L'augmentation du comptage de ces cellules peut être en relation avec l'exposition progressive des animaux dès leur jeune âge aux nouvelles conditions de l'environnement (parasites et allergènes) avec formation des facteurs poïétiques neutrophiles, principalement les interleukines 5 (**Weiss et Wardrop, 2010**).

Les animaux âgés de moins de 4 ans, objet de la présente étude présentent les valeurs les plus élevées concernant les PLT, contrairement à ce qui a été rapporté par **Kisadere et al. (2017)** et **Rukavina et al. (2018)**, respectivement, pour les ânes du Kergyzistan et ceux de de Bosnie- Herzégovine. Ces derniers observent des moyennes plus importantes pour les sujets âgés de plus de 7 ans.

IV.2.1.4.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres hématologiques

L'analyse statistique des données recueillies, montre une action significative du sexe de l'animal sur les variations des paramètres hématologiques analysés (MANOVA : λ de Wilks = 0,61 ; F = 3,17 ; P = 0,024) (Tableau 34). La littérature consultée, fait apparaître que plusieurs travaux de recherche traitant du même sujet, montrent un effet significatif du sexe sur les variations des paramètres hématologiques des ânes. Parmi ces travaux, nous citons ceux **d'Etana et al. (2011)**, **Satué et al. (2012)** ainsi que **Rukavina et al. (2018)** réalisés sur les populations asines d'Ethiopie et de Bosnie- Herzégovine.

Par ailleurs, **Mori et al. (2004)**, **Gul et al. (2007)**, **Yakubu et al. (2008)** et **Laus et al. (2015)** n'observent aucune différence statistique quant aux paramètres hématologiques entre les ânes et les ânesses du Brésil, Pakistan, Nigeria et Italie, respectivement (P > 0,05).

Les résultats obtenus lors de notre étude, montrent que les mâles enregistrent les moyennes les plus élevées tout en étant en concordance avec les observations **d'Etana et al. (2011)**, **Zakari et al. (2014)** et **Rukavina et al. (2018)**.

L'élévation des moyennes des paramètres hématologiques des mâles par rapport à celles des moyennes des femelles, pourrait être due à l'effet des androgènes qui stimulent la production de l'érythropoïétine (hormone stimulant l'érythropoïèse) pour les mâles (**Kelani et Durotoye, 2002**) et l'inhibent pour les femelles (**Kerr, 2002**), ajouté à la demande d'un métabolisme énergétique accru, en particulier pour les ânes de travail (**satué et al., 2012**).

Par ailleurs, il a été observé que les paramètres correspondants au deuxième axe de composantes, à savoir, CCMH, PLT et VMP sont les plus affectés par les variations du sexe (F = 12,002 ; p = 0,002). De plus, nous avons noté que ces derniers sont négativement corrélés entre eux (Tableau 30). Cependant, les femelles de la population d'étude, enregistrent les moyennes les plus importantes d'HGB, de GR, d'HCT et du VGM (Tableau 34). Cette situation, est similaire à celle rapportée par **Nayeri (1978)** sur les ânesses d'Iran ainsi que **Zinkl et al. (1990)** sur des femelles d'Amérique.

Toutefois, en ce qui concerne les composantes de la formule leucocytaire (GB, MID et GRAN) et des plaquettes (PLT), les résultats notre étude laisse apparaître des moyennes plus élevées et ce pour le sexe mâle (Tableau 34).

Cette situation est contradictoire avec les résultats enregistrés dans les travaux conduits par **Folch *et al.* (1997)**, **Al-Busadah et Homeida (2005)**, **Gul *et al.* (2007)** et **Etana *et al.* (2011)** et relatifs aux moyennes de comptage des globules blancs, des lymphocytes, des basophiles et des plaquettes. Ces résultats ne font ressortir aucune différence liée au sexe de l'animal. Cependant, **Girardi *et al.* (2014)** rapportent des valeurs moyennes de neutrophiles et d'éosinophiles plus importantes pour les femelles.

IV.2.1.4.3. Effet de l'interaction âge×sexe sur les variations des composantes hématologiques générées

Lorsqu'on considère ce paramètre, nous avons constaté que l'interaction entre l'âge et le sexe, n'exerce aucun effet sur les variations des paramètres hématologiques étudiés (MANOVA : λ de Wilks = 0,72 ; F = 1,92 ; P = 0,13) (Tableau 35).

IV.2.2. Etude des paramètres biochimiques

L'établissement d'un statut nutritionnel et sanitaire d'un animal, peut être instauré par la détermination des concentrations plasmatiques de certains métabolites, notamment les acides gras non estérifiés (AGNE), en particulier les β - hydroxybutyrate (BHB), le glucose et le cholestérol (**Ndlovu *et al.*, 2007**). Les niveaux de concentrations peuvent-être témoins d'une atteinte du métabolisme énergétique, des protéines ainsi que d'autres nutriments (**Pambu-Gollah *et al.*, 2000**; **Agenas *et al.*, 2006**).

Un paramètre biochimique n'est pas spécifique à un organe, d'où l'intérêt de combiner les dosages de plusieurs paramètres biochimiques pour statuer sur l'état d'un organe. Ainsi, les paramètres biochimiques sont abordés, selon l'organe commun pour lequel, ils donnent une information. Toutefois, il est à signaler que la comparaison des résultats obtenus durant nos investigations avec ceux d'autres auteurs, peut ne pas être possible en raison des différences enregistrées dans la méthodologie, les effectifs étudiés ainsi que les analyses statistiques réalisées.

IV.2.2.1. Exploration hépatique

Pour l'exploration hépatique, l'évaluation des concentrations des protéines totales, de l'alanine aminotransférase (TGP ou ALAT) et de l'aspartate aminotransférase (TGO ou ASAT), permet au clinicien de se faire une approche quant à l'état de fonctionnement hépatique.

IV.2.2.1.1. Protéines totales

Le taux des protéines totales dans le sang, fournit une indication générale concernant l'état d'hydratation, l'état du statut nutritionnel ou encore le bon fonctionnement de certains organes. L'analyse du sang des animaux objets de cette étude, a donné les valeurs moyennes de la protéinémie de l'ordre de $73,59 \pm 8,34$ g/L. Par ailleurs, il a été constaté, que l'intervalle de variation de ce critère oscille entre 54,73 g/L et 112,70 g/L (Tableau 36).

En Roumanie, **Coroian et al. (2019)** enregistrent une moyenne inférieure à cette dernière de l'ordre de $64,10 \pm 1,27$ g/L. En Iran, **Ahmadi Afshar et al. (2020)** rapportent des moyennes de protéines totales inférieures à celles obtenues dans cette étude. Ces auteurs rapportent une moyenne de l'ordre de $67,03 \pm 0,33$ (g/L) pour les animaux témoins (7%).

Cependant ces même auteurs, constatent une hyperprotéinémie avoisinant les $73,53 \pm 0,47$ (g/L) chez les animaux (5.5%) atteints de piroplasmose. Ce même niveau est comparable aux résultats obtenus dans nos travaux. Cependant, cette « hyperprotéinémie » n'est pas synonyme d'atteinte de piroplasmose des animaux concernés par cette étude. En effet, tout le long de nos investigations, nous n'avons pas constaté de signes cliniques rappelant la symptomatologie de la piroplasmose ou d'une quelconque parasitose. De plus, nous n'avons pas relevé d'anémie, lors de l'analyse de la formulation sanguine, ni signe d'ictère sur les animaux.

Le dosage de la protéinémie seule, peut manquer de spécificité. Il est parfois nécessaire de le coupler à celui de l'albuminémie, afin de savoir si la modification de la protéinémie est due à une variation de l'albuminémie, de la globulinémie ou des deux à la fois (**Eckersall, 2008**).

IV.2.2.1.2. L'albumine

L'albumine a deux principales fonctions, qui sont le maintien de la pression oncotique (correspond à la part de la pression osmotique due aux protéines) et le transport dans le sang de molécules liposolubles (**Rand et Murray, 2002**). En ce qui concerne ce critère, nous avons observé lors de ces travaux, des valeurs moyennes d'albuminémie de l'ordre de $20,73 \pm 5,16$ UI/L. Cependant, ce paramètre exprime des écarts compris entre 11,86 UI/L et 35,45 UI/L (Tableau 36).

Lorsqu'on confronte nos résultats à ceux de **Kabore (2014)** sur des ânes du Burkina-Faso, l'on constate que ces derniers corroborent ceux de cet auteur. En effet, les niveaux enregistrés par ce dernier affichent des scores de $21,2 \pm 3,3$ UI/L. De plus, **Roamba (2014)** sur des ânes du Sénégal observe une concentration moyenne en albumine de l'ordre de $22,4 \pm 3,9$ UI/L, moyenne relativement proche de la nôtre.

Au contraire, **Ahmadi Afshar et al. (2020)** en Iran enregistrent, une moyenne de concentration en albumine de l'ordre de $35,7 \pm 0,12$ UI/L, score supérieur de 15 points par rapport aux résultats enregistrés dans la présente étude.

IV.2.2.1.3. Les enzymes hépatiques

IV.2.2.1.3.1 Les transaminases

L'alanine aminotransférase (ALAT), appelée aussi transaminase Glutamooxalo-pyruvique (TGP) et l'aspartate aminotransférase (ASAT), appelée encore transaminase Glutamo-oxalo-acétique (TGO), sont des enzymes appartenant au groupe des aminotransférases, ou transaminases dont le rôle est de catalyser le transfert d'un groupe α -aminé d'un acide-aminé à un céto-acide (**Stryer, 1995**).

IV.2.2.1.3.1.1. L'alanine aminotransférase (ALAT)

L'ALAT (TGP) est une enzyme spécifique de l'hépatocyte. La valeur moyenne obtenue dans le présent travail est de $14,27 \pm 5,33$ UI/L. Elle oscille entre 6,38 UI/L et 31,85 UI/L (Tableau 36). Les résultats obtenus sont proches de ceux de **AL-Busadah et Homeida (2005)** sur une population d'ânes Hassawi d'Arabie Saoudite, ces niveaux affichent une valeur moyenne de l'ordre de $15,7 \pm 1,4$ UI/L. Au contraire, **Qureshi et Ali (2016)** chez les ânes Pakistanais obtiennent, un score moyen de ALAT inférieur au nôtre, en effet ce dernier exprime un niveau de $9,70 \pm 0,58$ UI/L.

Il est à remarquer, qu'une augmentation de l'activité sérique de l'ALAT, est considérée comme une congestion hépatique, pouvant être due à l'administration de médicaments hépatotoxiques (AINS, stéroïdes anabolisants, sulfamides...)

Classiquement, l'interprétation de l'activité sérique de l'ALAT est combinée avec celle des autres enzymes hépatiques.

IV.2.2.1.3.1.2. L'aspartate aminotransférase (ASAT)

L'ASAT est localisée dans le cytosol, mais aussi dans les mitochondries où elle est plus concentrée. Elle a pour cofacteur le pyridoxal-5-phosphate (**Hoffmann et Solter, 2008**). L'analyse des données contenues dans nos investigations a affiché une moyenne de ASAT = $255,46 \pm 86,04$ UI/L (Tableau 36). Cependant, la valeur minimale constatée est égale à 53,52 UI/L, contre un niveau maximum de l'ordre de 493,70 UI/L (Tableau 36). La confrontation de nos résultats avec ceux de **AL-Busadah et Homeida (2005)**, fait apparaître un niveau bas par rapport aux observations faites par ces derniers auteurs. En effet, sur des ânes Hassawi d'Arabie Saoudite ces auteurs ont signalé une valeur moyenne, d'ASAT= $269,5 \pm 20,3$ UI/L.

Cependant, nos résultats comparés à ceux de **Kisadere et al., (2018)** et **Ahmadi Afshar et al. (2020)** travaux réalisés, respectivement sur des ânes du Kirgizistan et d'Iran expriment des valeurs moyennes supérieures. En effet, les moyennes d'ASAT enregistrées respectivement par ces auteurs sont de $171,64 \pm 7,36$ UI/L et $245,4 \pm 0,07$ UI/L.

L'ASAT, a une activité importante dans le foie ainsi que dans d'autres organes et tissus (pancréas, cerveau et reins) (**Cornelius et al, 1959 ; Cardinet et al, 1967**). Toutefois, c'est un marqueur sensible, lors de dommage des tissus mous, notamment, lors de lésions hépatiques ou musculaires. Pour faire la distinction, l'interprétation de l'activité sérique de l'ASAT, est combinée à celle de l'activité sérique de la Créatine Kinase (CK).

IV.2.2.1.3.2. Gamma Glutamyl-Trans-Peptidase ou Gamma Glutamyl-Transférase (GGT)

La GGT est une enzyme glycoprotéique hétéro-dimérique dont le poids moléculaire varie selon les espèces et les organes considérés. Sa localisation est membranaire et son site actif est extra- cellulaire (**Laperche, 1989**).

Discussion

Elle est largement distribuée dans les tissus et les organes, particulièrement abondante dans le tube contourné proximal rénal, le corps ciliaire, les vésicules séminales, le foie, le pancréas, la glande mammaire et les villosités intestinales (**Lieberman *et al.*, 1995**). L'activité de la GGT est maximale dans les reins et le pancréas, cependant, du fait du poids de l'organe, c'est le foie qui contient la plus grande quantité de GGT de l'organisme. L'origine de la GGT sérique est majoritairement hépatique (**Huseby, 1977**).

La lecture des statistiques descriptives réalisées quant à ce critère, donne des moyennes de GGT de l'ordre de $34,68 \pm 21,64$ UI/L (Tableau 36). Les valeurs minimales enregistrées sont égales à 11,78 UI/L, alors que les maximales sont de l'ordre de 145,30 UI/L (Tableau 36).

Les résultats obtenus lors de ces travaux, sont proches de ceux obtenus par **Qureshi et Ali (2016)** pour les ânes du Pakistan et **Ahmadi Afshar *et al.* (2020)** pour les ânes d'Iran. En effet, ces auteurs observent des moyennes respectives de GGT de l'ordre de $35 \pm 0,15$ UI/L et $39,37 \pm 1,70$ UI/L.

Au Chili, **Lagos et Tadich, (2019)** obtiennent une moyenne de GGT = $23,1 \pm 9,2$ UI/L, ces scores sont inférieurs aux niveaux enregistrés dans notre étude. Par ailleurs, **AL-Busadah et Homeida (2005)** en Arabie Saoudite, constatent dans leurs travaux, une moyenne largement supérieure à celle observée dans la présente investigation, ces auteurs observent un score de GGT = $77,4 \pm 6,2$ UI/L.

Une augmentation de la GGT indique, le plus souvent une lésion hépatique et une obstruction biliaire (hépatite chronique active, cholangio-hépatite). Dans ce cas, une augmentation concomitante des protéases alcalines (PAL) est généralement notée.

IV.2.2.1.3.3. Les phosphatases alcalines (PAL)

La PAL hépatique joue un rôle dans la dégradation d'endotoxines, au moment où la PAL osseuse assure une fonction dans la minéralisation du squelette (**Poelstra *et al.*, 1997 ; Balcerzak *et al.*, 2003**). Les cellules épithéliales et le parenchyme osseux, sont les seuls à produire suffisamment de PAL pour augmenter la concentration sérique de l'enzyme.

Chez les mammifères domestiques, il semble que deux gènes existent, et sont responsables de la synthèse de deux isoenzymes :

- La PAL intestinale, qui ne semble pas jouer un rôle dans l'augmentation de la concentration sérique des PAL.

- La PAL non spécifique, qui post-traductionnellement peut être transformée en plusieurs isoformes : la PAL des hépatocytes et de l'épithélium biliaire, la PAL des ostéoblastes, des tubules rénaux et du placenta.

Dans cette étude, il a été enregistré des moyennes voisines de $459,53 \pm 132,81$ UI/L. Par ailleurs, il a été observé des valeurs minimales de 241,10 UI/L, contre des valeurs maximales égales à 864,50 UI/L (Tableau 36).

Les résultats obtenus quant à la concentration en phosphatases alcalines sont supérieurs à ceux rapportés par **Cappai et al. (2013)** pour la population asine Sarde d'Italie et **Qureshi et Ali (2016)** pour les ânes du Pakistan. Ces auteurs rapportent, respectivement, des moyennes de l'ordre de 239 ± 30 UI/L et $348,13 \pm 7,72$ UI/L. Toutefois, la population asine Ethiopienne affiche une moyennes de PAL de l'ordre de $491,48 \pm 196,23$ UI/L (**Tesfaye et al., 2012**). Ce résultat est relativement proche de celui enregistré lors des investigations entreprises dans cette étude.

IV.2.2.1.4. L'acide urique

L'analyse des résultats obtenus dans la présente étude, donne une valeur moyenne de l'acide urique de $12,35 \pm 14,55$ mg/L (= $1,235 \pm 1,455$ mg/dL) avec un minimum de $0,60$ mg/L (= $0,06$ mg/dL) et un maximum de $66,03$ mg/L (= $6,60$ mg/dL) (Tableau 36). Les valeurs moyennes constatées lors de cette étude, sont relativement proches, de celles obtenues par **Gupta et al. (2016)** chez la population asine d'Haryana (Inde). En effet, ces auteurs enregistrent des scores moyens de Ac. U de $1,02 \pm 0,15$ mg/dl.

IV.2.2.1.5. Les lipides totaux

Une grande partie des lipides est représentée par les triglycérides, le cholestérol, les phospholipides et les acides gras estérifiés (**Meziane, 2001**) dont une partie de ceux-ci est liée aux protides (lipoprotéines) (**Kolb, 1976**).

Le rôle nutritionnel des acides gras est double, certains d'entre eux, notamment les acides gras essentiels (AGE) sont des nutriments indispensables au bon fonctionnement de la cellule animale tandis que les autres ont un rôle uniquement énergétique (**Jean-Blain, 2002**).

Pour les monogastriques, les lipides sont émulsionnés par la bile et hydrolysés en glycérol et acides gras par le suc pancréatique et le suc intestinal (**Soltner, 1999**).

Le taux des lipides du sang dépend essentiellement de la composition des aliments, ainsi, il est enregistré une augmentation de la teneur des lipides sanguins après l'absorption d'un repas riche en graisses (**Haddad, 1981**).

IV.2.2.1.5.1. Cholestérol

Le cholestérol est une molécule essentielle pour les eucaryotes supérieurs. C'est un stéroïde possédant un groupe hydroxyle secondaire en position C3. Il est synthétisé dans de nombreux tissus, en particulier dans le foie et la paroi intestinale (**Schmid et Forstner, 1986**) tout en étant l'un des constituants majeurs des membranes lipidiques. La cholestérolémie renseigne, sur le métabolisme des réserves de graisses corporelles par l'animal, tandis que le cholestérol est le précurseur des hormones stéroïdiennes et des acides biliaires.

Le cholestérol est excrété dans la bile en l'état ou après transformation en acides biliaires (**Marshall et Bangert, 2005**).

Discussion

Les moyennes obtenues pour ce paramètre sont de l'ordre de $1,20 \pm 1,19$ g/L ($= 0,13 \pm 0,13$ mmol/L). La valeur minimale étant de $0,47$ g/L ($= 0,05$ mmol/L) tandis que la valeur maximale est de $7,34$ g/L ($= 0,83$ mmol/L) (Tableau 36). Les valeurs moyennes enregistrées dans ces travaux, sont similaires avec celles obtenues par **Ahmadi Afshar *et al.* (2020)** chez les ânes d'Iran. La moyenne de concentration en cholestérol obtenue par ces derniers est de l'ordre de $1,13 \pm 0,17$ g/L ($= 0,13 \pm 0,02$ mmol/L).

Au Burkina-Faso, **Kabore (2014)** rapporte une moyenne des concentrations en cholestérol légèrement supérieure à celle enregistrée durant cette étude en constatant une valeur moyenne de l'ordre de $1,5 \pm 0,4$ mmol/L.

Le dosage du cholestérol est intéressant dans le contrôle des apports alimentaires : une augmentation du cholestérol sanguin peut être associée à une alimentation riche en matières grasses alors qu'une diminution peut signer une carence énergétique (**Sommer *et al.*, 1996**). L'hypercholestérolémie peut être rencontrée aussi lors de dysfonctionnement des métabolismes hépatique et lipidique (néfastes aux performances) (**Chabidon, 2010**).

IV.2.2.1.5.2. Les triglycérides

Les triglycérides sont des esters du glycérol et de trois acides gras à chaîne longue provenant des aliments qui sont en partie synthétisés dans le foie (**Wahlefield et Bergmeyer, 1974**). La graisse neutre (triglycérides) est ingérée avec la nourriture (les triglycérides exogènes) ou synthétisés dans le corps.

Les triglycérides endogènes sont formés dans le tissu adipeux et dans le foie, pour une grande part des carbohydrates tout en étant stockés principalement dans le tissu adipeux. Les triglycérides présents dans les dépôts de graisse sous forme d'énergie de réserve sont mobilisés lorsque cela est nécessaire. Les acides gras et le glycérol libre sont formés lorsque les lipides sont solubilisés dans l'eau mais sont transportés dans le sang comme lipoprotéines (**Schmid et Forstner, 1986**).

L'analyse statistique des données obtenues permet d'établir une valeur moyenne des triglycérides de l'ordre de $3,29 \pm 4,01$ g/L ($= 32,9 \pm 40,1$ mg/dL) avec un intervalle de variation allant de $0,10$ g/L ($= 1$ mg/dL) à $14,89$ g/L ($= 148,9$ mg/dL) (Tableau 36). Pour les animaux sains et convenablement nourris, le taux de triglycérides est généralement inférieur à 1 mmol/L ($= 88,5$ mg/dL) (**Taylor et Hillyer, 1998**).

Les moyennes obtenues durant notre étude sont inférieures à celles rapportées par **Dugat *et al.* (2010)** pour des ânes des Etats-Unis d'Amérique et **Ahmadi Afshar *et al.* (2020)** en Iran. Ces auteurs obtiennent des valeurs de l'ordre de $66,4 \pm 34,2$ mg/dL et $0,53 \pm 0,27$ g/L ($= 5,3 \pm 2,7$ mg/dL) respectivement.

Discussion

Les corticoïdes sont responsables d'une augmentation transitoire de la concentration sérique en triglycérides (**Kraouchi et al., 2007**). **Burden et al. (2016)** classent les animaux atteints d'hyperlipémie en 3 catégories en fonction des concentrations en triglycérides.

- La première est hypertriglyceridémique (200 – 500 mg/dL) (2,26 – 5,65 mmol/L) (pas d'infiltrations tissulaires en lipides),
- la seconde est lipémique ou hypelipémique (> 500 mg/dL) (5,65 mmol/L) (infiltration graisseuse dans divers organes) tandis que,
- la dernière présente une hyperlipémie sévère avec des concentrations en triglycérides supérieures à 1000 mg/dL (= 11,3 mmol/L)

Lorsqu'on se réfère au classement de cet auteur, nous remarquons que les animaux testés pour ce paramètre, ne figurent nulle part dans la grille. Cet état de fait laisse supposer que ces animaux ne sont pas en situation d'hyperlipémie

IV.2.2.2. Exploration rénale

IV.2.2.2.1. Créatinine

La créatinine est synthétisée par le foie, et stockée dans les muscles où elle joue un rôle important dans la production d'énergie. Celle -ci est transportée par le sang, filtrée par les reins et éliminée dans les urines. Les moyennes enregistrées après analyse du sang des animaux, quant au facteur considéré est égale à $11,17 \pm 2,36$ mg/L (= $1,117 \pm 0,236$ mg/dL). L'intervalle de variation de la créatinine s'étend de $5,36$ mg/L (= $0,536$ mg/dL) à $17,44$ mg/L (= $1,744$ mg/dL) (Tableau 36).

Dans leur étude sur les ânes d'Italie, **Cappai et al. (2013)** enregistrent une moyenne de la concentration en créatinine inférieure à celle obtenue dans la population asine étudiée avec une valeur de l'ordre de $91,4 \pm 13,5$ μ mol/L (= $0,55 \pm 0,08$ mg/dL). Cependant, **Ahmadi Afshar et al. (2020)** en Iran enregistrent une moyenne largement supérieure, à celle enregistrée dans nos travaux, ces auteurs ont constaté une valeur égale à $67,2 \pm 0,21$ mg/L (= $6,72 \pm 0,021$ mg/dL). Selon **Pouget (2002)**, une augmentation de la créatininémie, indique une atteinte rénale glomérulaire ou une lyse massive des myocytes.

IV.2.2.2.2. Urée

L'urée est une petite molécule azotée hydrophile issue du catabolisme de l'ammoniaque au niveau du foie. Elle est capable de passer à travers les membranes plasmiques et éliminée sous cette forme par les urines. La moyenne enregistrée, relative à ce paramètre est de l'ordre de $0,17 \pm 0,06$ g/L (17 ± 6 mg/dL). Toutefois, les intervalles de variation enregistrées sont compris entre $0,05$ g/L (= 5 mg/dL) et $0,29$ g/L (= 29 mg/dL) (Tableau 36).

La totalité des auteurs consultés, notamment les travaux réalisés en Italie, au Nigeria, en Arabie Saoudite ainsi qu'en Iran, par respectivement **Cappai et al. (2013)**, **Queen et al. (2017)**, **Shawaf et al. (2017)** et **Ahmadi Afshar et al. (2020)** fait apparaître une concentration en urée supérieure à celle enregistrée dans la présente étude pour les travaux réalisés par les deux premiers auteurs.

En effet, ces derniers constatent respectivement des scores moyens de l'ordre de $4,46 \pm 0,79$ mmol/L l'équivalent de $26,78 \pm 4,74$ mg/dL, et de $4,37 \pm 0,14$ mmol/L, soit $26,24 \pm 0,84$ mg/dL. Ces niveaux ramenés à nos résultats (17 ± 6 mg/dL) sont supérieurs de 9 points. Il est à signaler que des valeurs très largement supérieures à celles que nous avons observé dans nos travaux ont été rapportées en Inde par **Gupta et al. (2016)**.

En effet, ces auteurs signalent des valeurs de l'ordre de $25,25 \pm 1,34$ mg/dl pour les ânes de race Poitou élevée en Inde et de $39,96 \pm 1,613$ mg/dl chez des animaux de la région d'Haryana. De plus, **Al-Salmay (2016)** obtient pour sa part, une moyenne des concentrations en urée de l'ordre de $6,79 \pm 0,20$ mmol/L ($40,79 \pm 1,20$ mg/dL) dans la population asine d'Irak, niveau très augmenté comparé aux résultats signalés dans le présent travail.

Au contraire, lorsqu'on analyse les seuils observés par **Shawaf et al. (2017)**, on remarque des niveaux moyens bas par rapport aux scores enregistrés dans nos travaux, ces niveaux sont de l'ordre de $9,89 \pm 0,62$ mg/dL. Cependant, **Ahmadi Afshar et al. (2020)** signale des niveaux équivalents à $3,23 \pm 0,17$ mmol/L, soit $19,40 \pm 1,02$ mg/dL, ces données sont relativement proches des nôtres.

IV.2.2.3. Exploration du métabolisme glucidique

IV.2.2.3.1. Glucose

Le glucose est un aldohexose, principal représentant des oses, directement assimilable par l'organisme. Il représente un carburant essentiel, notamment pour le cerveau. L'énergie contenue dans une mole de glucose est de 2 871 kJ (685,2 kcal). La valeur moyenne du glucose sanguin obtenue dans notre échantillon est de $0,58 \pm 0,18$ g/L ($0,03 \pm 0,01$ mmol/L), toutefois avec une variation de 0,01 g/L (0,0006 mmol/L) à 0,98 g/L (0,05 mmol/L) (Tableau 36).

Zinkl et al. (1990), **Simenew et al. (2011)**, **Tesfaye et al. (2012)** ainsi que **Scanes (2014)** définissent chez les ânes une valeur moyenne de glucose circulant dans le sang de l'ordre de 4,1 mmol/L. **Kabore (2014)** et **Roamba (2014)**, décrivent respectivement chez les ânes au Burkina- Faso et au Sénégal, une concentration moyenne en glucose très supérieure à celle obtenue durant cette étude (Glu= $2,1 \pm 0,9$ mmol/L et Glu= $2,8 \pm 1,2$ mmol/L. Par ailleurs, **Ahmadi Afshar et al. (2020)**, en Iran constatent une moyenne très largement augmentée (14 fois) comparativement au seuil obtenu dans le présent travail, ces données moyennes de glucose sont égales $4,07 \pm 0,22$ g/L ($0,23 \pm 0,01$ mmol/L).

IV.2.2.4. Facteurs de variation des variables biochimiques

Afin de réduire les données et démontrer la relation entre les différents paramètres biochimiques étudiés, l'ACP réductionnelle réalisée a permis de distinguer, 5 axes principaux de composantes qui sont présentées dans le tableau (tableau 37, 38). Dans cette étude, l'ACP permet d'expliquer 71 % de la variance totale : la composante principale 1 (CP 1 ; valeur propre = 3,24) décrit 26,98 % de l'information originale, ajoutée aux composantes principales 2, 3, 4 et 5 dont les valeurs propres, respectives sont de l'ordre de 1,59 ; 1,46 ; 1,18 et 1,05.

Ces composantes décrivent respectivement 13,28 % ; 12,16 % ; 9,86 % et 8,72% de l'information (tableau 39). Les variations d'un paramètre par rapport à une valeur physiologique, ne sont pas uniquement dues à une perturbation pathologique, mais dépendent également du statut physiologique de l'animal, de l'âge, du sexe, de la race, de l'alimentation, de la saison ainsi que de l'exercice (**Siliart et Nguyen ; 2007, Ndlovu et al., 2007**).

IV.2.2.4.1. Effet de l'âge sur les variations des paramètres biochimiques

Les variations des variables biochimiques selon l'âge sont présentées dans le tableau (tableau 40). L'analyse multivariée montre que les valeurs moyennes des variables biochimiques pour la population d'étude ne sont pas affectées par les variations de l'âge (MANOVA : λ de Wilks = 0,57 ; F = 1,63 ; p = 0,13) (tableau 40). Les tests d'effets entre sujets ne laissent apparaître aucun effet de l'âge sur les variations des axes des composantes biochimiques générées (Tableau 42).

French et Patrick (1995), Orlandi et al. (1997), Alves (2008), Etana et al. (2011), Alberghina et al. (2013) et Stanistic et al. (2015) n'observent aucun effet des variations de l'âge sur celles des paramètres biochimiques sanguins (p > 0,05).

Par ailleurs, dans leurs études, **Jordana et al. (1998), Mori et al. (2003), Caldin et al. (2005), Pitel et al. (2006), Girardi et al. (2013), Sgorbini et al. (2013) et Dias (2014)** enregistrent une différence significative de plusieurs paramètres biochimiques entre les populations asine jeunes et adultes (p < 0,05).

Les résultats mentionnés dans le tableau 40, laissent apparaître des valeurs stables des concentrations de l'albumine, de l'urée, de la créatinine, de l'ALAT, du glucose, du cholestérol et des triglycérides entre les 3 groupes d'animaux étudiés (jeunes, adultes et âgés). Il est également observé que les sujets âgés, (> 10 ans) enregistrent les moyennes les plus élevées concernant les concentrations en acide urique, GGT, ASAT et PAL (Figure 32).

Bauer et al. (1984), Sgorbini et al. (2008) ainsi que **Sgorbini et al. (2013)** dans leurs études, respectives, enregistrent des valeurs de PAL relativement élevées durant les 24 premières heures de la vie des animaux. Ces auteurs, lient l'augmentation de la concentration de cette enzyme à l'activité ostéoblastique, ainsi qu'à la pinocytose intestinale durant cette période. Ces valeurs se stabilisent au-delà de cet âge et demeurent constantes jusqu'à l'âge adulte.

Laus et al. (2015) observent des valeurs similaires des protéines totales, albumine, urée, créatinine, cholestérol, triglycérides, ALAT et GGT pour les ânes âgés entre 6 mois et 2 ans (p > 0,05), alors qu'une diminution significative est obtenue pour l'ASAT et les PAL (p < 0,05). Ce constat est également effectué par **Caldin et al. (2005)** pour les ânes de race Ragusana.

Garba et al. (2015) enregistrent des moyennes inférieures de PAL = $72,2 \pm 8,4$ UI/L chez des ânes âgés entre 11 et 15 mois vivant au Nigeria, quant à **Stanistic et al. (2015)**, ils obtiennent des valeurs supérieures à celles obtenues durant notre investigation, néanmoins toujours décroissantes entre les sujets jeunes (< 3 ans) et adultes (> 3 ans).

Les animaux adultes, (4 - 10 ans) expriment les valeurs les plus élevées quant aux concentrations en cholestérol et en triglycérides, à l'inverse ils affichent, la concentration la plus faible en glucose sanguin (Tableau 40).

Selon **Waite et al. (2009)**, l'âge constitue un facteur déterminant des dyslipémies pour les sujets âgés. Il est aussi en relation, avec la diminution de la sensibilité à l'insuline, contribuant ainsi, aux phénomènes d'hyperlipémie chez les ânes. Les dyslipémies peuvent apparaître, suite à un stress ou à des périodes de restriction énergétiques sévères (**Mc Kenzie, 2011 ; Pritchard et al., 2019**).

Jordana et al. (1998), **Caldin et al. (2005)** et **Sgorbini et al. (2013)** ne rapportent aucune différence des concentrations des triglycérides, ainsi que du cholestérol total entre les ânes de moins de 2 mois et les ânes adultes de races Catalane, Ragusana et Amiata d'Italie. Des concentrations de protéines totales décroissantes, sont observées entre les 3 catégories d'animaux étudiés, dues probablement à une diminution des taux de globulines (Tableau 40).

Il est à signaler que l'augmentation des concentrations de créatinine et d'urée, juste après la naissance et leur diminution, dans les 24 heures suivantes peut refléter des pathologies placentaires tout en écartant des maladies fœtales, tel que suggéré pour les poulains (**Sgorbini et al., 2008**).

Les résultats obtenus sont contradictoires avec ceux rapportés par **Zinkl et al. (1990)**, **Folch et al. (1997)**, **Girardi et al. (2013)** ainsi que **Sedlinská et al. (2017)** qui enregistrent des moyennes croissantes des concentrations des protéines totales.

IV.2.2.4.2. Effet du sexe sur les variations des paramètres biochimiques

Contrairement à l'âge, le sexe de l'animal agit, significativement, sur les variations des paramètres biochimiques analysés (MANOVA : λ de Wilks = 0,66 ; F=2,60 ; P=0,05) (Tableau 41). Des moyennes des paramètres biochimiques comparables entre les ânes et les ânesses sont rapportées par **Zinkl et al. (1990)**, **French et Patrick (1995)**, **Jordana et al. (1998)**, **Al-Busadah et Homeida (2005)** ainsi que **Laus et al. (2015)**.

Les paramètres correspondant au deuxième axe de composante, à savoir, la créatinine, l'alanine aminotransférase (ALAT), et l'aspartate aminotransférase (ASAT) sont les plus affectés par les variations du sexe (F = 8,11 ; p = 0,008).

Gul et al. (2007), **Laus et al. (2015)** et **Santos et al. (2018)** n'observent aucune variation des concentrations d'albumine, du cholestérol, de la créatinine, de l'urée, de l'ALAT, de l'ASAT, et des PAL entre les deux sexes respectifs des ânes du Pakistan et d'Italie.

Dans son étude sur les ânes du Brésil, **Dias (2014)** obtient les mêmes résultats que les auteurs précédents. Quant à **Roamba (2014)**, ce dernier enregistre une différence significative entre les valeurs de l'ALAT, de l'ASAT, et du glucose entre les deux sexes des ânes du Sénégal.

Chez les femelles objet de l'étude, nous avons enregistré des moyennes plus élevées d'albumine, de cholestérol, d'acide urique, de créatinine, des protéines totales, ASAT, ALAT et enfin des triglycérides (Tableau 41, Figure 32).

Pitel *et al.* (2006) rapportent des moyennes plus importantes de créatinine pour les mâles. Au contraire, **Etana *et al.* (2011)** obtiennent des concentrations plus élevées chez des femelles, tandis que **Paulo *et al.* (2012)** n'observent aucune variation des concentrations des protéines totales.

Il est à remarquer, que **Bature *et al.* (2018)** indiquent une différence significative ($P < 0,05$) des concentrations du glucose, des protéines totales, de la créatinine et de l'acide urique entre les mâles et les femelles. Toutefois, **Mendoza *et al.* (2015)** décrivent une obésité et une hyperlipémie fréquente pour les femelles qu'auprès des mâles.

Qureshi et Ali (2016) observent une variation significative en fonction du sexe des enzymes hépatiques, notamment l'ALAT, l'ASAT et la GGT ($p < 0,05$) pour les femelles qui expriment les moyennes les plus élevées.

IV.2.2.4.3. Effet de l'interaction âge × sexe sur les variations des composantes biochimiques générées.

L'interaction âge × sexe joue un rôle significatif dans les variations des valeurs des variables biochimiques étudiées (MANOVA : λ de Wilks = 0,64 ; $F = 2,87$; $P = 0,04$). Elle agit significativement sur les composantes de l'axe 1 qui englobe l'albumine (ALBU-BS), le cholestérol (Chol-BM) et l'acide urique (Ac. U) ($F = 6,30$; $p = 0,02$) (Tableau 42).

Qureshi et Ali (2016) constatent, que l'âge des mâles n'impacte pas les paramètres considérés hormis les GGT. Les jeunes mâles de moins d'un an, enregistrent les moyennes les plus élevées ($43,02 \pm 1,46$ UI/L) contrairement aux individus dont l'âge est compris entre 3 et 7 ans ($35,07 \pm 2,77$ UI/L). Enfin, il a été constaté, que par ce même auteur, que les sujets âgés de plus de 10 ans montrent les valeurs les plus faibles ($30,39 \pm 3,10$ UI/L).

IV.2.2.4.4. Corrélation entre les variables hématologiques et biochimiques

Le tableau 43 représente les liaisons entre les différents axes de composantes générées. L'analyse des résultats permet, de mettre en évidence une relation hautement significative positive, entre les variables représentant le cinquième axe de composantes hématologiques (IDP, PCT) et ceux du premier axe de composantes biochimiques (CPK, TGO, TGP) ($p < 0,001$) (Tableau 43).

IV.3. Etude de l'activité de la reproduction des mâles

La morpho- biométrie testiculaire, intimement liée au poids corporel, constitue un moyen aussi important que l'est l'analyse de la production spermatique, en vue de l'évaluation de la capacité reproductive des mâles à sélectionner comme géniteurs (**Allaoui et al., 2012**). L'optimisation de la gestion de la reproduction, passe inmanquablement par l'évaluation de certaines caractéristiques testiculaires des ânes en Algérie. L'étude de l'influence de certains paramètres, en l'occurrence l'âge des animaux et la saison de reproduction jouent un rôle capital, quant aux performances reproductives de ces animaux.

La présente étude, a pour but d'évaluer l'effet de ces derniers sur les variations de la morphométrie testiculaire et les aspects histologiques qui leur sont associés. Les diagrammes des composantes principales 1 et 2 des résultats de l'ACP, obtenus à partir des données de mesures testiculaires sont illustrés dans le tableau 44.

La première composante (CP 1) représente les mesures des testicules droits et la deuxième composante (CP 2) représente celles des testicules gauches. Dans cette étude, l'ACP explique 87,34 % de la variance totale. Aussi, la composante principale 1 (CP 1 ; valeur propre = 10,72) décrit 76,55 % de l'information originale, ajoutée à la composante principale 2 (CP 2 ; valeur propre = 1,51), qui pour sa part en décrit 10,79 % (Tableau 45).

Ces deux facteurs, permettent de visualiser la plupart des informations sur les variables de mesures testiculaires en deux dimensions. Les résultats obtenus, font ressortir que les mesures testiculaires des sujets objet de cette étude varient selon l'âge (MANOVA : λ de Wilks = 0,48 ; F = 7,82 ; p = 0,000), la saison (MANOVA : λ de Wilks = 0,27 ; F = 10,91 ; p = 0,000) et leur interaction âge*saison (MANOVA : λ de Wilks = 0,16 ; F = 8,71 ; p = 0,000) (Tableau 46).

IV.3.1. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon l'âge

Les valeurs moyennes des mensurations testiculaires droites et gauches selon les classes d'âge considérées, sont présentées dans le tableau 48. L'analyse multivariée montre que la morphométrie testiculaire des ânes est variable selon l'âge des animaux (MANOVA : λ de Wilks = 1,13 ; F = 3412,31 ; p = 0,000). Les résultats obtenus sont en concordance avec ceux reportés par **Lemma et Deressa (2009)**, **Mai (2014)** et **Rota et al. (2018)** respectivement pour les ânes d'Ethiopie, du Nigeria et d'Italie (p < 0,001).

Rota et al. (2018), dans leur travaux sur les ânes d'Italie, décrivent une augmentation de la taille des testicules à partir du jeune âge jusqu'à la puberté, en raison de l'augmentation du flux sanguin testiculaire, ainsi que l'élévation progressive des concentrations de testostérone durant cette période.

Les résultats présentés dans le tableau 48 et illustrés dans la figure 33 laissent apparaître que les testicules droits et gauches des ânes âgés entre 5 et 7 ans, enregistrent les moyennes les plus élevées. Cependant, ceux des animaux âgés de 3,5 à 5 ans expriment les valeurs les plus basses (figure 33).

Discussion

Quaresma et al. (2018) ont signalé que les ânes atteignent la maturité sexuelle vers l'âge de 3 ans et la fertilité atteint son maximum autour de 5 ans.

La figure 33 montre également, que les moyennes des mesures testiculaires réalisées sur les ânes d'Algérie, sont différentes entre les animaux âgés de 3,5 à 7 ans et de 7 à 13 ans. Nous observons une augmentation de la taille des testicules, chez les individus appartenant au premier groupe, suivie d'une diminution pour ceux du deuxième groupe. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par **Quartuccio et al. (2011)** pour les ânes de la race Ragusano d'Italie. Cet état de fait peut être expliqué par la coïncidence avec les périodes progressive (1,5 à 5 ans) et régressive (6 à 10 ans) du développement testiculaire tel que décrit par **Nipken et Wrobel (1997)**.

Dans leur étude, **Prudy et al. (2005)** obtiennent des résultats contradictoires à ceux obtenus lors des investigations entreprises par nos soins. Ces auteurs observent une augmentation, permanente des mesures testiculaires avec l'augmentation de l'âge. Des dissimilarités et une hétérogénéité élevée, sont observées entre les mensurations des testicules droits et gauches. Elles sont significativement affectées par l'âge, avec ($F = 6,19$; $p = 0,005$) pour les testicules droits et ($F = 9,03$; $p = 0,001$) pour ceux de gauche (Tableau 47).

GLM montre que les mesures des testicules droits varient en fonction de l'âge ($df = 2$; $F = 2,38$; $p = 0,005$) (Tableau 47).

Les mesures des testicules droits des ânes âgés, de 5 à 7 ans sont comparées à celles des animaux dont l'âge est compris entre 3,5 et 5 ans ($LSD = 0,33$; $p = 0,136$). Les valeurs sont plus importantes et significativement différentes des animaux dont l'âge varie entre 7 et 13 ans ($LSD = 0,76$; $p = 0,001$) (Tableau 48, figure 33). L'analyse statistique montre que les mesures des testicules gauches varient également avec l'âge des animaux (GLM $df = 2$; $F = 9,03$; $p = 0,001$) (Tableau 47).

Les variations sont considérables entre les deux premières classes d'âge ($LSD = 0,69$; $p = 0,00$). Les valeurs les plus importantes étant enregistrées pour les animaux âgés de 5 à 7 ans. Les résultats sont comparés entre les ânes âgés de 5 à 7 ans et ceux âgés de 7 à 13 ans ($LSD = 0,19$; $p = 0,259$) (Tableau 48, figure 33). Les résultats obtenus font ressortir que les testicules gauches, enregistrent les valeurs les plus élevées (Tableau 48, figure 33).

Les résultats obtenus dans la présente analyse, sont en concordance avec ceux enregistrés par **Mai (2014)** sur les ânes du Nigeria. Cependant, **Mahmoud Ali Omar et al. (2013)** rapportent des valeurs plus importantes pour les testicules droits.

Par ailleurs, **Morais et al. (1993)** et **Carluccio et al. (2013)** dans leurs études respectives sur des ânes au Brésil et au Portugal, n'observent aucune différence sur les mensurations des deux testicules.

- **La longueur testiculaire**

Le tableau 48, fait ressortir que les testicules gauches (LTG), sont les plus longs avec des valeurs moyennes de l'ordre de $4,82 \pm 0,21$ cm et ce pour les sujets âgés entre 3,5 et 5 ans ,contre $6,34 \pm 0,37$ cm pour ceux dont l'âge est compris entre 5 et 7 ans. Pour les testicules droits, la valeur la plus importante est enregistrée chez des individus âgés entre 5 et 7 ans (LTD = $6,04 \pm 0,26$ cm).La moyenne de LTD la plus basse, est observée sur des sujets dont l'âge est compris entre 7 et 13 ans (LTD = $4,82 \pm 0,23$ cm).

L'analyse statistique laisse apparaitre, un effet significatif de l'âge sur la longueur testiculaire (LT) ($p = 0,000$). Ainsi les résultats enregistrés, sont inférieurs à ceux obtenus sur les ânes du Nigeria, lesquels enregistrent des valeurs de l'ordre de $9,4 \pm 0,45$ cm pour les testicules gauches et $8,0 \pm 0,70$ pour ceux de droite (Mai, 2014). Morais *et al.* (1993) observent dans leur étude sur les ânes du Brésil, des moyennes de la LT supérieures aux nôtres avec des valeurs obtenues de l'ordre de 10,12 cm pour les testicules gauche et 10,35 cm pour les testicules droits.

Canisso *et al.* (2019), rapportent des valeurs supérieures pour les ânes d'Espagne par rapport à celles obtenues lors de notre étude. En effet, ces auteurs rapportent des moyennes de l'ordre de 10 à 12 cm pour les ânes de race Catalane, de 8 à 11 cm pour ceux de la race Ragusano et enfin de 8,4 à 11 cm auprès des sujets de race Pêga.

- **La largeur testiculaire**

Les moyennes de la IT sont consignées dans le tableau 48.

Les testicules droits des ânes âgés entre 5 et 7 ans, montrent les valeurs les plus importantes (ITD = $3,08 \pm 0,11$ cm), par contre les plus faibles niveaux sont notés sur les testicules droits des animaux dont l'âge est compris entre 7 et 13 ans (ITD = $2,19 \pm 0,12$ cm). Une évolution croissante de la largeur testiculaire est observée entre 3,5 et 7 ans pour régresser par la suite entre 7 et 13 ans.

L'analyse statistique fait ressortir un effet très important de la variation de l'âge sur les variations de la largeur testiculaire ($F = 5,85$; $p = 0,000$ pour les testicules droits et $F = 20,95$; $p = 0,006$ pour ceux de gauche).

Les animaux sujets de cette étude, affichent des moyennes de (IT) inférieures à celles obtenues auprès des ânes du Nigeria qui enregistrent des moyennes de l'ordre de ITD = $4,0 \pm 0,10$ cm et ITG = $4,4 \pm 0,40$ cm (Mai, 2014).Au Brésil, Morais *et al.* (1993) rapportent des valeurs moyennes de l'ordre de 6,73 cm pour les testicules droits et 6,73 cm pour les testicules gauches. D'autre part, Lemma et Deressa (2009) rapportent une moyenne pour l'ensemble des deux testicules de IT = $7,74 \pm 7,87$ cm pour la population asine d'Ethiopie.

Dans leur étude sur différentes races asines italiennes, **Canisso et al., 2019**, enregistrent des moyennes de IT de l'ordre de 6,5 à 8 cm pour les ânes de la race Catalane, de 5,1 à 6,5 cm pour ceux de la race Ragusano et 6,5 à 7,5 cm pour les individus de la race Pêga. La lecture de l'ensemble des résultats des travaux cités par les différents auteurs, fait ressortir que les niveaux enregistrés pour ce paramètre sont dans leur totalité supérieure à ceux signalés dans nos travaux.

- **L'épaisseur testiculaire**

Le tableau 48 indique les valeurs moyennes de l'épaisseur testiculaire chez les différents groupes d'âges. Les valeurs maximales sont notées sur les testicules droits des mâles dont l'âge est variable entre 7 et 13 ans avec ETD = $2,74 \pm 0,25$ cm. Le traitement statistique des données, fait ressortir une action significative de l'âge sur les variations de l'épaisseur des testicules gauches ($p = 0,001$).

Mai, (2014) ; Morais et al. (1993), ainsi que **Quartuccio et al. (2011)**, rapportent des valeurs de ET supérieures à celle enregistrées durant notre étude, respectivement pour les ânes du Nigeria, du Brésil et d'Italie. Les moyennes respectives de ETD obtenues sont de l'ordre de $3,3 \pm 0,40$ cm ; 7,12 cm et $6,4 \pm 0,4$ cm alors que les moyennes respectives de ETG sont égales à $2,9 \pm 0,20$ cm ; 7,68 cm et $6,8 \pm 0,2$ cm.

- **Le périmètre testiculaire**

Dans le tableau 48, sont consignées les valeurs moyennes observées lors de la prise des mensurations du périmètre testiculaire. Il a été constaté, que les sujets dont l'âge est compris entre 5 et 7 ans expriment les valeurs moyennes les plus élevées. En effet, les scores observés pour ce critère (PS) sont de l'ordre de $14,56 \pm 0,46$ cm pour les testicules droits. Au contraire, ceux des testicules gauches donnent des moyennes de $14,75 \pm 0,62$ cm tout en constatant que des valeurs minimales sont observées sur des sujets dont l'âge est situé entre 3,5 et 5 ans.

En effet, pour cette tranche d'âge, il est enregistré des valeurs du périmètre testiculaire de $13,84 \pm 0,54$ cm pour les testicules droits, les scores enregistrés pour les testicules gauches sont égaux à $13,03 \pm 0,74$ cm. Force est de constater, que lors des investigations entreprises, il a été remarqué que le facteur "âge" n'a aucune incidence sur les variations des périmètres testiculaires ($F = 2,001$; $p = 0,150$, testicules droits), ($F = 2,411$; $p = 0,104$ testicules gauches). Ainsi, les résultats obtenus, ramenés à ceux de **Lemma et Deressa (2009)**, qui ont étudié les ânes d'Ethiopie leurs sont inférieurs, ces derniers auteurs constatent des valeurs de périmètres testiculaires de $20,9 \pm 4,45$ cm.

- **Le poids testiculaire**

L'analyse statistique des résultats laisse apparaître une évolution croissante du poids testiculaire. Cette observation est vérifiée pour les ânes, dont l'âge est compris entre 3,5 et 7 ans. Toutefois, on note une régression sur des sujets, âgés entre 7 et 13 ans. Par ailleurs, il est constaté, que la moyenne du poids testiculaire la plus élevée (P) est enregistrée sur les animaux dont l'âge est compris entre 5 et 7 ans.

Discussion

La moyenne observée pour ces derniers, est de $124,89 \pm 10,94$ gr pour les testicules droits (PTD), contre $129,11 \pm 14,22$ gr pour le gauche (PTG). Il a été également constaté que, les valeurs les plus faibles sont observées sur les sujets âgés, de 3,5 et 5 ans et dont les scores sont de l'ordre de $93,61 \pm 11,38$ gr (PTG) (tableau 48). Par ailleurs, il est relevé que les variations des poids testiculaires droit et gauche sont fortement affectées par la variabilité de l'âge ($F = 4,02$; $p = 0,03$ testicules droits) et ($F = 7,35$; $p = 0,002$ testicules gauches).

Le poids testiculaire moyen obtenu durant cette étude, est supérieur à celui rapporté par **Aissanou et Ayad (2020)** pour les ânes de la région de Jijel (Algérie), lesquels expriment une moyenne du PT de l'ordre de $80,91 \pm 5,53$ gr. La moyenne du poids testiculaire obtenue durant cette investigation, est supérieure à celle obtenue par **Pathak et al. (2013)**, dans leur étude sur les ânes de l'Himalaya. Ces derniers enregistrent une moyenne de l'ordre de $112,75 \pm 8,46$ gr. De plus, **Moustafa et al. (2015)** dans leurs travaux sur les ânes d'Egypte, enregistrent des résultats de l'ordre de $95,5 \pm 8,5$ gr par testicule, moyenne inférieure à celle observée dans nos investigations. Enfin, il faut mentionner que les niveaux constatés dans la présente étude sont inférieurs à ceux obtenus par **Neves et al. (2002)**, lesquels rapportent un poids testiculaire de 196 ± 9 gr pour les ânes de race Pêga du Brésil.

- **Le volume testiculaire**

Quant au paramètre du volume testiculaire, les variations moyennes des mensurations testiculaires, font apparaître une augmentation de leur valeur chez les individus âgés entre 3,5 et 5 ans ($VTD = 20,16 \pm 3,77$ cm³, $VTG = 15,64 \pm 2,92$ cm³) et ceux dont l'âge varie entre 5 et 7 ans ($VTD = 27,38 \pm 4,54$ cm³, $VTG = 33,13 \pm 6,66$ cm³). Il est à signaler, que la valeur moyenne des deux testicules est de l'ordre de $17,90$ cm³.

Une décroissance du VT est alors observée, pour les animaux âgés de plus de 7 ans ($VTD = 17,75 \pm 3,10$ cm³, $VTG = 18,50 \pm 2,78$ cm³) (Tableau 48, figure 33). Il a été noté, des valeurs maximales chez les animaux dont l'âge est compris entre 5 et 7 ans. Dans leurs travaux, sur la population asine de la région de Jijel (Algérie), **Aissanou et Ayad (2020)** rapportent des moyennes croissantes chez les animaux âgés de moins de 5 ans, ceux âgés entre 6 et 12 ans et les ânes de plus de 12 ans. En effet, ils enregistrent des moyennes respectives de l'ordre de $27,59 \pm 3,52$ cm³ ; $78,48 \pm 6,2$ cm³ et $101,45 \pm 7,74$ cm³.

Lorsqu'on compare nos résultats à ceux de **Martins –Bessa et al. (2018)**, travail réalisé par ces derniers sur des ânes de la race Miranda du Portugal, l'on remarque que les niveaux moyens des deux testicules sont supérieurs à la moyenne obtenue des deux organes dans le présent travail. En effet, ces auteurs signalent une moyenne du volume testiculaire de l'ordre de $19,425$ cm³ contre $17,90$ cm³.

Les résultats obtenus dans la présente étude, du point de vue de l'évolution des volumes testiculaires, par rapport à l'âge suivent la même courbe que celle constatée par **Quartuccio et al. (2011)** sur les ânes de la race Ragusano d'Italie (augmentation du volume testiculaire entre les ânes âgés de 3 ans et ceux âgés de 5 ans).

Discussion

En effet, ces derniers auteurs constatent une augmentation du VT de $300 \pm 100 \text{ cm}^3$ auprès des sujets âgés de 3 ans et pouvant atteindre jusqu'à $500 \pm 100 \text{ cm}^3$ pour les sujets de 5 ans d'âge. Par ailleurs, ces auteurs, observent également une régression pouvant atteindre $250 \pm 30 \text{ cm}^3$ (VT) chez des individus âgés de 18 ans. Dans cette étude, il est constaté des volumes totaux des testicules droits (VTD) de $27,38 \pm 4,54 \text{ cm}^3$, contre des volumes légèrement plus élevés pour les organes gauches (VTG) qui donnent des niveaux de $33,13 \pm 6,66 \text{ cm}^3$ (tableau 48), soit une moyenne de $30,25 \text{ cm}^3$ pour la catégorie d'âge comprise entre 5 et 7 ans.

Morais et al., (1993) constatent des valeurs moyennes de VTD et VTG respectives de l'ordre de $182,34 \text{ cm}^3$ et $201,36 \text{ cm}^3$, pour les ânes de la race Pêga du Brésil. Ces résultats sont largement supérieures (+ de 6 fois) à ceux obtenus lors de la présente investigation. Par ailleurs, **Canisso et al. (2009)** observent des moyennes du VTD et VTG pour les ânes de la race Pêga d'Italie qui sont toujours supérieures aux niveaux enregistrés dans la présente étude. Ces auteurs constatent des valeurs moyennes, respectives, égales à $149,3 \pm 14,9 \text{ cm}^3$ et $155,5 \pm 14,4 \text{ cm}^3$. Cependant ces mêmes auteurs, dix ans plus tard (**Canisso et al. 2019**), constatent que le volume moyen des deux testicules varie entre 250 et 500 cm^3 .

Les résultats obtenus dans cette étude, montrent que le volume testiculaire est significativement affecté par les variations, de l'âge des animaux avec ($F = 5,05$; $p = 0,012$) pour les testicules droits et ($F = 25,00$; $p = 0,000$) pour ceux de gauche. Selon **Quartuccio et al (2011)** il n'y a pas de corrélation significative à l'âge adulte chez les ânes Ragusano d'Italie. Cette même constatation, a été signalée par **Martins-Bessa et al. (2018)** pour les ânes Miranda du Portugal.

- **Le volume du parenchyme**

L'analyse statistique des résultats, laisse apparaître dans les catégories d'âge identiques, que les variations des moyennes du volume du parenchyme testiculaire, sont similaires à celles du volume testiculaire. En effet, des moyennes du Vp croissante à partir de 3,5 ans jusqu'à 7 ans d'âge ont été observées pendant cette étude (de $17,95 \pm 3,36 \text{ cm}^3$ à $24,37 \pm 4,04 \text{ cm}^3$) pour le VpD et de $13,92 \pm 2,60 \text{ cm}^3$ à $29,48 \pm 5,93 \text{ cm}^3$ pour le VpG) (Tableau 48). Les moyennes accusent une décroissance à partir de l'âge de 7 ans ($VpD = 15,71 \pm 2,76 \text{ cm}^3$ et $VpG = 16,46 \pm 2,47 \text{ cm}^3$).

Les résultats montrent également que le Vp est très fortement corrélé avec l'âge des individus avec ($F = 5,045$; $p = 0,012$) pour les testicules droits et ($F = 25,00$; $p = 0,000$) pour les testicules gauches. Dans cette étude, la moyenne des volumes testiculaires et celle des parenchyms a doublé pour les sujets dont l'âge est compris entre 3,5 et 7 ans d'âge. Lorsqu'on déduit le volume du parenchyme ($222,5 - 445 \text{ cm}^3$) du volume testiculaire (**Moustafa et al., 2015**), l'on se rend compte que nos résultats sont très largement inférieurs à ceux rapportés par **Canisso et al. (2009 et 2019)** résultats obtenus sur les ânes de race Pêga d'Italie.

Nipken et Wrobel (1997) ont signalé que pour les ânes, le volume moyen de parenchyme testiculaire triple entre l'âge de 1,5 et 5ans. Les résultats contenus dans nos travaux, montrent, une évolution tout à fait contraire, ainsi nous avons constaté une légère évolution d'environ 35% du volume du parenchyme entre l'âge de 3,5 et 7 ans

IV.3.2. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon les saisons

L'analyse statistique des données recueillies, fait ressortir que les variations des saisons ont un effet sur la variabilité de la morphométrie testiculaire, néanmoins celle-ci (MANOVA : λ de Wilks = 6,17 ; F= 3412,31 ; p = 0,000) demeure plus prononcée sur les valeurs moyennes des testicules gauches (GLM df = 3 ; F = 8,75 ; p = 0,000). Par ailleurs, une augmentation des tailles et des volumes est enregistrée pendant la saison de rut (R) (été). Ces deux derniers paramètres régressent, considérablement pendant la saison du post- rut, (PR) (automne) (LSD = 0,64 ; p = 0,000) pour montrer les valeurs les plus faibles, durant la saison de repos (NR) (hiver) (LSD = 0,89 ; p = 0,000) (Tableau 49).

L'influence la plus notable de la saison sur les caractéristiques de la reproduction de l'étalon, reste inmanquablement l'augmentation de la taille des testicules, au printemps et en été, en raison d'une photopériode accrue (**Burns, 1984**). Cette variation a été observée sur les ânes, objet de cette étude, car les mesures testiculaires montrent des changements, au cours de l'année avec une observation de certaines différences entre les testicules gauches et droits. Certaines études menées sur le cheval, ont montré des mesures différentes entre les deux testicules, pendant les saisons de reproduction et de repos.

Selon **Miragaya et al., (2018)**, l'âne de la race Martina Franca d'Italie n'a pas montré de différences significatives en ce qui concerne les caractéristiques morpho- métriques testiculaires au cours de l'année.

Les résultats obtenus dans ce travail, laisse penser qu'une activité testiculaire intense est observée, entre les mois de mars et d'aout. Dans une étude menée dans plusieurs pays, il a été généralement admis, que la saison de reproduction des ânes (*Equus asinus*) est semblable, à celle des chevaux et s'étend de mars à août (6 mois) (**Asdell, 1964**). Cette constatation vient conforter l'observation faite dans le présent mémoire.

Dans l'hémisphère sud, précisément en Afrique du Sud, la saison de reproduction des ânes est signalée entre le mois d'octobre et avril (**Kupfer, 1928**). Selon, **Kreuchauf (1984) et Gastal et al (1996)**, l'activité de reproduction de cette espèce (*Equus asinus*) au Brésil n'est pas saisonnière, mais s'étale sur toute l'année.

La saisonnalité est un sujet controversé, elle est probablement influencée par la photopériode combinée à d'autres facteurs comme la race, la nutrition, la santé et les conditions environnementales (**Tibary et al., 2006; Zakari et al., 2015; Navas González et al., 2018**).

- **La longueur testiculaire**

Les résultats obtenus lors de cette étude, montrent que la moyenne de la longueur testiculaire, augmente entre la saison du pré- rut (PrR) et du rut (R). En effet, il est enregistré des valeurs de l'ordre de $5,46 \pm 0,04$ cm pour le testicule droit (LTD), contre $5,63 \pm 0,50$ cm pour celui de gauche (LTG) et ce pendant la première saison. Toutefois, ces valeurs moyennes ont légèrement évolué lors de la seconde saison, puisqu'il est constaté que l'organe droit (LTD) exprime une longueur de $6,33 \pm 0,31$ cm, au contraire du testicule gauche (LTG) qui montre, une valeur de $6,18 \pm 0,34$ cm (Tableau 49).

Il est à signaler, que les valeurs les plus basses ont été remarquées durant la saison du repos (NR). En effet, lors de la saison indiquée, il a été observé une valeur moyenne de $4,76 \pm 0,35$ cm pour les testicules droits (LTD) contre $4,66 \pm 0,14$ cm pour ceux de gauche (LTG) (Tableau 49).

Carluccio et al. (2013), ont, dans leurs travaux de recherche effectués sur les ânes de la race Martina Franca d'Italie, enregistré des valeurs de LT proches entre la saison du printemps et celle de l'été. Ces auteurs rapportent des valeurs moyennes de l'ordre de $10,1 \pm 0,61$ cm, contre $10,0 \pm 0,59$ cm respectivement pour les organes droit et gauche au printemps soient des valeurs supérieures à celles observées dans le présent travail.

Pendant la saison estivale ces valeurs sont de $9,8 \pm 0,45$ cm pour les organes droits et de $9,9 \pm 0,19$ cm pour ceux de gauche. Ainsi, il a été constaté, que les variations saisonnières agissent fortement sur les changements de la longueur testiculaire aussi bien des testicules droits ($F = 17,52$; $p = 0,000$) que ceux de gauches ($F = 25,44$; $p = 0,000$) et cet effet est plus prononcé durant la saison du rut (R) ($p = 0,000$).

- **La largeur testiculaire**

Concernant la largeur des testicules droits durant le (PrR) et le (R), les résultats obtenus donnent des valeurs moyennes proches avoisinant $2,93 \pm 0,12$ cm durant la première saison et $2,91 \pm 0,21$ cm durant la seconde. Les scores enregistrés pour les testicules gauches, affichent des niveaux de l'ordre de $3,04 \pm 0,25$ cm pour la période du pré- rut contre $3,4 \pm 0,16$ cm pour la saison du rut au moment où, les valeurs moyennes de (IT) enregistrées durant la période de repos (NR) sont les plus basses, (ITD = $2,16 \pm 0,14$ cm et ITG = $2,43 \pm 0,03$ cm) (Tableau 49). Au cours de la présente étude, il a été observé, une importante action de l'effet "saison" sur les variations de la largeur testiculaire des animaux qui ont constitué le matériel expérimental (ITD : $F = 10,67$; $p = 0,000$ et ITG : $F = 27,11$; $p = 0,000$) (Tableau 49).

Les résultats relatifs à ce paramètre, sont inférieurs à ceux rapportés par **Quartuccio et al. (2011)** et **Carluccio et al. (2013)** respectivement pour les ânes de la race Ragusano et Martina Franca d'Italie. En effet, ces derniers expriment une moyenne de ITG minimale au printemps estimée à $5,9 \pm 0,78$ cm, néanmoins la moyenne maximale est observée pendant la saison estivale, où il a été enregistré pour l'organe droit (ITD) $6,2 \pm 0,46$ cm.

Ainsi les moyennes enregistrées ne sont pas statistiquement variables durant la période considérée et ce pour les deux testicules.

- **L'épaisseur testiculaire**

Les résultats relatifs aux variations de l'épaisseur testiculaire droite et gauche sont exprimés dans le tableau 49. L'analyse des résultats relatifs à ce critère, laisse apparaître, une évolution croissante des moyennes de l'épaisseur testiculaire (ET) notée à partir de la saison hivernale (NR) (ETD = $1,3 \pm 0,04$ cm et ETG = $1,50 \pm 0,05$ cm). L'épaisseur testiculaire moyenne, atteint son maximum durant la saison du rut. En effet, il a été observé une épaisseur de $3,6 \pm 0,75$ cm pour le testicule droit, contre $3,08 \pm 0,17$ cm pour l'organe gauche.

Dans leurs travaux sur les ânes de la région de Jijel (Algérie), **Aissanou et Ayad (2020)** enregistrent des moyennes supérieures à celles obtenues lors des investigations entreprises dans cette étude. Contrairement aux observations relevées durant notre étude, ces auteurs observent des moyennes maximales de ET durant la saison d'automne où ET = $5,78 \pm 0,12$ cm, au moment où les minimales sont obtenues durant la saison d'été où ET = $4,53 \pm 0,23$ cm.

Ainsi les résultats obtenus sont inférieurs à ceux rapportés par **Quartuccio et al. (2011)** ainsi que par **Carluccio et al. (2013)** respectivement pour les ânes de races Ragusano et Martina Franca d'Italie. Ces derniers enregistrent des moyennes peu variables durant toute l'année, toutefois, les plus importantes moyennes sont notées durant la saison du printemps où ETD = $7,7 \pm 0,68$ cm et ETG = $7,1 \pm 0,60$ cm).

- **Le périmètre testiculaire**

Concernant les résultats obtenus pour le paramètre 'périmètre testiculaire' font apparaître une évolution croissante des moyennes à partir de la période du repos sexuel, et où les valeurs enregistrées sont les plus faibles. Par ailleurs, les valeurs moyennes enregistrées pour ce critère et au niveau du testicule droit (PSD), donnent des scores de $12,13 \pm 0,25$ cm, contre $12,80 \pm 1,18$ cm pour le périmètre du testicule gauche (PSG), des valeurs sensiblement proches.

Cependant, les moyennes maximales sont observées durant la saison du rut (R), où il a été constaté $16,00 \pm 0,26$ cm pour le testicule droit (PSD), tandis que des niveaux, légèrement, plus bas sont observés sur le testicule gauche (PSG), ce dernier exprime une valeur de l'ordre de $14,65 \pm 1,05$ cm.

L'analyse statistique montre un effet non significatif, quant à l'effet saisonnier sur les variations des périmètres des testicules gauches (PSG) ($F = 1,87$; $p = 0,15$), contrairement au périmètre du testicule droit (PSD), où il a été noté un effet significatif sur les variations de ce dernier ($F = 31,30$; $p = 0,000$). Il est à constater, que l'absence totale de références bibliographiques traitant ce critère, ne nous a pas permis de confronter les résultats obtenus dans le présent mémoire.

- **Le poids testiculaire**

Les données relatives au poids testiculaire (P) sont fortement influencées par les variations des saisons (PTD : $F = 27,09$; $p = 0,000$ et PTG : $F = 19,96$; $p = 0,000$). Les moyennes du poids testiculaire doublent entre la période de repos (NR) et celle du rut (R). En effet, nous avons noté des valeurs moyennes de l'ordre de $74,60 \pm 2,39$ gr, lors de la saison de repos sexuel, contre $155,18 \pm 8,86$ gr pendant la saison de rut (Tableau 49).

Une situation similaire, à la nôtre a été signalée par **Mahmoud Ali Omar *et al.* (2013)**, lesquels enregistrent des moyennes importantes du poids testiculaire (P) durant la saison de rut de l'ordre de $105,36 \pm 7,70$ gr pour les testicules droits et $134,50 \pm 13,82$ gr pour ceux de gauche pour les ânes d'Égypte. L'augmentation du poids testiculaire durant la saison de reproduction est, en étroite relation avec l'augmentation du volume et du poids du parenchyme testiculaire tel que décrit par **Neves *et al.* (2014)**.

- **Le volume testiculaire**

La détermination du volume testiculaire (VT) est un critère fort important dans l'évaluation andrologique de la croissance et la fonction testiculaire (**Martins-Bessa *et al.*, 2018**). Durant la présente étude, il a été remarqué une évolution croissante, assez importante, du volume testiculaire à partir de l'hiver jusqu'en été. Les valeurs enregistrées sont de l'ordre de $7,09 \pm 0,80$ cm³ pour le testicule droit (VTD) et $8,84 \pm 0,20$ cm³ (VTG) pour la première saison (Tableau 49). Cependant, il a été relevé, pendant la saison rut (R), des valeurs moyennes de l'ordre de $36,74 \pm 4,81$ cm³ pour le testicule droit (VTD) et $34,97 \pm 4,25$ cm³ pour le testicule gauche (VTG), cependant celles-ci diminuent durant la période du post- rut (PR) (Tableau 49). En effet, durant le PR, il est observé un volume de l'ordre de $15,04 \pm 3,74$ cm³ pour le testicule droit (VTD) contre un volume de $15,25 \pm 3,88$ cm³ pour celui de gauche (VTG) (Tableau 49).

L'analyse statistique met en évidence une corrélation hautement significative entre les variations saisonnières et les moyennes du VT et ce pour les deux testicules. (VTD : $F = 25,92$; $p = 0,000$ et VTG : $F = 32,72$; $p = 0,000$). Les animaux objets de cette étude affichent des valeurs du VT inférieures à celle des ânes de la race Martina Franca d'Italie. Le VT chez ces derniers n'est pas affecté par les variations saisonnières (**Carluccio *et al.*, 2013**). Ces auteurs ont constaté également que les valeurs enregistrées ne sont pas trop variables durant toute la période de l'étude avec des moyennes sont comprises entre $216,1 \pm 23,68$ cm³ et $254,2 \pm 55,87$ cm³.

- **Le volume du parenchyme**

Lors de nos investigations, il a été enregistré une augmentation du Vp parallèle à celle du volume testiculaire qui devient plus évidente durant la saison du rut. Durant cette dernière période, les moyennes enregistrées sont de l'ordre de $32,70 \pm 4,28$ cm³ pour les testicules droits (VpD) et $31,13 \pm 3,78$ cm³ pour ceux du côté gauche (VpG) (Tableau 49).

Les valeurs les plus basses ont été obtenues durant la saison du repos sexuel (NR) où il a été observé respectivement $6,31 \pm 0,71 \text{ cm}^3$ et $7,87 \pm 0,18 \text{ cm}^3$ pour les testicules droits et gauches (Tableau 49). Les analyses statistiques laissent apparaître un effet très prononcé de la saison sur les variations du volume du parenchyme testiculaire (VPD : $F = 25,91$; $p = 0,000$ et VPG : $F = 32,72$; $p = 0,000$). L'augmentation du volume du parenchyme, est accompagnée par une autre élévation observée pour le DSP pendant la saison de reproduction pour le cheval. Elle est attribuée, à des fluctuations saisonnières du nombre de cellules de Sertoli par testicule (**Johnson et Thompson, 1983** ; **Johnson *et al.*, 1991 a,b**).

Dans la présente étude, les variations structurelles observées durant les différentes saisons sont traitées dans la partie concernant les variations de la structure et de l'histologie testiculaire selon les saisons.

IV.3.3. Moyennes et variations des mensurations testiculaires selon l'interaction âge \times saison

L'analyse multivariée effectuée, a montré une interaction à effet significatif des variations de l'âge et des saisons sur les variations des mesures testiculaires des ânes étudiés (MANOVA : λ de Wilks = 4,52 ; $F = 92,01$; $p = 0,000$). Cette action est observée sur les testicules droits ($F = 3,58$; $p = 0,007$) et gauches ($F = 20,93$; $p = 0,000$). Les tests des effets entre sujets, révèlent qu'à l'exception de la largeur testiculaire droite, l'épaisseur testiculaire droite et le tour scrotal droit et gauche (ITD : $F = 1,49$; $p = 0,21$; ETD : $F = 1,21$; $P = 0,32$; PSD : $F = 1,97$; $p = 0,10$ et PSG : $F = 2,2$; $p = 0,06$) que toutes les mesures sont touchées par cette interaction. L'analyse morpho-métrique des testicules de toute espèce, ou race est nécessaire pour évaluer, et estimer les changements quantitatifs des composantes testiculaires et de la fonction spermatogénétique.

Ces changements sont en relation avec plusieurs facteurs, notamment, l'âge, les saisons, la température, la nutrition et les maladies (**Orlu, 2010**).

IV.3.4. Variation de la structure testiculaire selon les saisons

IV.3.4.1. Structure testiculaire

Pour l'âne, les testicules nichés au sein de leurs enveloppes sont situés au niveau de la région inguinale, généralement en position horizontale mais peuvent présenter une légère inclinaison cranio- dorsale (**Chabchoub *et al.*, 2008**). L'observation macroscopique des testicules prélevés, montre un aspect ovoïde, globulaire et bilobé avec le bord libre positionné ventralement légèrement convexe. Il est à signaler, que la taille et le poids de ces derniers, varient en fonction de l'âge (Tableau 48) et de la saison de reproduction (Tableau 49). Par ailleurs, les testicules droits sont plus volumineux.

Discussion

L'épididyme est un tube allongé et contourné, situé sur le long du bord supérieur (testicule en position horizontale). Il se subdivise en trois parties (la tête, le corps, la queue) et représente une zone de transport, de maturation et de mise en réserve des spermatozoïdes (Figure 35). La tête de l'épididyme renflée, forme un élargissement au niveau de la partie crânienne où elle est très adhérente au testicule.

- Le corps de l'épididyme aplati, se confond avec la rencontre des deux testicules.
- L'extrémité caudale légèrement élargie forme la queue tout en étant en continuité avec le canal déférent.

L'observation des coupes transversales que nous avons réalisé sur l'épididyme, laisse apparaître que ce dernier est constitué, d'un épithélium pseudo stratifié cilié dont le rôle, est d'assurer le transport des spermatozoïdes qui sont encore incapables de se mouvoir. Par ailleurs, de nombreuses microvillosités et une paroi fibro-musculaire lisse sont observées (Figure 37). La vascularisation est assurée par l'artère testiculaire, qui présente de nombreuses circonvolutions et ramifications avant de pénétrer dans le testicule. Il est à remarquer, que les ramifications se distribuent dans les tubes séminifères mais ne les pénètrent pas.

L'observation de la section transversale du testicule fait ressortir une structure testiculaire composée par des couches fibreuses, en particulier l'albuginée et le tissu testiculaire principal dit parenchyme testiculaire (Figure 36). Les coupes histologiques réalisées au niveau des testicules montrent, la présence de radiations envoyées par l'albuginée (cloisons radiaires ou *Septa-testis*) formant des lobules contenant les tubes séminifères.

Ces radiations convergent vers la partie centrale du testicule, ou un tissu conjonctif longitudinal s'étend de haut en bas de chaque testicule constituant le *mediastinum-testis* (corps d'Highmore). Toutefois, aucune condensation particulière dans aucune partie des testicules n'a été notée. Cet état de fait, traduit l'absence du *rete-testis* formé par l'anastomose des tubules séminifères dans le médiastin.

Les tubes séminifères s'unissent à ceux adjacents, et convergent vers la partie crânienne de la bordure attenante des testicules, pour former des conduits efférents plus grands qui pénètrent l'albuginé, pour aboutir dans la tête de l'épididyme (Figure 35).

Cette description s'accorde avec celle rapportée respectivement par **Mai (2014)** et **Hamdi (2016)** pour les ânes du Nigeria et ceux d'Irak.

Les tubes séminifères, lieu de production des gamètes mâles, sont entourés d'un tissu interstitiel où l'on retrouve les cellules de Leydig, responsables notamment de la sécrétion d'androgènes (Figure 37). Il est à noter, que chaque tube séminifère est tapissé par un épithélium de même nature, composé de deux types de cellules, qui sont celles de la lignée spermatogénèse et la seconde de soutien. De leur côté, les cellules de Sertoli (Figure 39) qui en plus de leur rôle de soutien des cellules germinales, assurent un rôle endocrine important.

L'observation au fort grossissement des coupes histologiques réalisées sur les testicules des ânes étudiés, nous a permis d'identification des cellules de la lignée germinale dans le tube séminifère à savoir ;les spermatogonies (type A et B), les spermatocytes, les spermatides et enfin les spermatozoïdes (Figure 39).

Par ailleurs, les constatations que nous avons relevé corroborent avec ceux rapportées par **Neves *et al.* (2002)** sur les ânes de la race Pêga du Brésil. Il est à noter que, les mêmes observations sont signalées par **Hamdi (2016)** sur les ânes d'Irak.

IV.3.4.2. Variations histologiques liées à l'activité testiculaire en fonction des saisons

L'observation des coupes histologiques réalisées durant les différentes saisons, laisse apparaitre un effet considérable des variations de ces dernières sur celles de l'activité testiculaire ainsi que la production spermatique. **Neves *et al.* (2014)** ont enregistré une production spermatique quotidienne (DSP) par gramme de parenchyme testiculaire avoisinant les 42 millions auprès des ânes de la race Pêga. Cette production est 100% supérieure à celle observée pour les chevaux (**Johnson *et al.*, 2000**). Une augmentation de l'activité mitotique des spermatogonies (**Johnson, 1986 ; 1991**) et leurs précurseurs lors de la saison de reproduction, pourrait également expliquer la montée parallèle du DSP dans les testicules d'équidés observés par **Johnson et Thompson (1983)** et **Johnson et Nguyen (1986)**. Ce processus est induit sans l'altération, ni la modification du ratio cellules de Sertoli/ cellules germinales **Johnson *et al.* (1991)**.

De leur part, **Carluccio *et al.* (2013)**, observent une certaine influence saisonnière sur le temps de réaction et sur certains paramètres séminaux notamment le volume du plasma séminal ainsi que la concentration spermatique. Ces différences ne semblent pas affecter la qualité du sperme, à l'exception d'un volume plus élevé et d'une concentration plus faible, en hiver par rapport aux autres saisons.

Plusieurs paramètres testiculaires et spermatogènes sont très similaires, lorsque les ânes étudiés sont comparés aux chevaux. Cependant, l'efficacité spermatogénique, remarquablement plus élevée, constatée pour les ânes, résultait principalement d'un nombre plus élevé de spermatides par cellule de Sertoli (efficacité cellulaire de Sertoli). Elle est aussi à un moindre degré, de plus courte durée que la spermatogenèse et du pourcentage plus élevé de tubules séminifères observés chez cette espèce (**Hess et França, 2007**).

Conclusion générale et
Recommandations

Conclusion générale et Recommandations

L'espèce asine connaît de nos jours, un regain d'intérêt à travers le monde entier. Toutefois, en Algérie celle-ci est négligée d'une part du point de son rôle socio-économique et d'autre part du point de vue de la recherche scientifique au même titre que les autres équidés. Il est indéniable d'occulter le rôle de cet animal au sein des populations pauvres et montagnardes. La chute croissante de l'effectif des ânes ne doit pas laisser indifférent la communauté scientifique. Conscient du rôle de cette espèce dans notre pays, l'idée de mener un travail scientifique est née suite au traitement inapproprié et l'abandon quasi-total de cet équidé.

Ce travail avait pour objectifs la définition de la diversité phénotypique au sein de la population asine algérienne précisément au niveau de la région extrême Nord-Est.

Cette approche se fera à partir des paramètres morfo-biométriques dans un premier temps, puis mettre au point dans un second point des valeurs usuelles hématologiques et biochimiques. Ces valeurs serviront comme éléments de base dans l'interprétation clinique de cette espèce. Par ailleurs, le risque de voir amorcer, un déclin important et la diminution drastique de son effectif, voire l'extinction de cet animal, nous a poussé à la réalisation d'une étude préliminaire des caractéristiques de la reproduction dans un premier volet celle des mâles. L'étude de la reproduction des femelles sera abordée dans un autre programme.

L'objectif essentiel de ce point permettra la contribution à la mise en place de programmes de sauvegarde de l'espèce en Algérie à travers l'utilisation des nouvelles technologies liées à la reproduction.

Nous avons procédé, dans un premier point à la réalisation des mensurations corporelles, pour l'obtention et l'évaluation des données morfo-biométriques qui vont permettre de se faire une approche de la définition de la diversité phénotypique. L'aspect hémato-biochimique a été abordé afin de doser un certain nombre de paramètres. Cette évaluation servira dans un premier temps comme base à une exploration biologique. Enfin, nous avons réalisé des mensurations et des coupes histologiques sur des testicules prélevés après abattage des ânes au niveau de l'abattoir du parc animalier afin de vérifier leur activité de reproduction durant l'année.

Conclusion générale et Recommandations

L'analyse des résultats nous a permis de quantifier et d'apprécier les principaux facteurs influençant les variations des paramètres étudiés.

La lecture des résultats contenus dans la présente thèse, nous a permis de tirer un certain nombre d'enseignements. En effet, lorsqu'on considère le paramètre robe, l'on se rend compte que les robes observées, chez la population des ânes étudiée sont de couleur baie à hauteur de 61,5 % de l'effectif des animaux étudiés. Les valeurs moyennes des paramètres morpho-biométriques analysés ont présenté des différences significatives entre eux ($p < 0,05$). Ces paramètres sont conditionnés par les variations du sexe et du statut corporel des animaux ($p < 0,05$). Les ânes de la région extrême- Est algérien semblent être de type longiligne à profil rectiligne, hyper-métrique, compact à tendance lourde supportant mal leur poids. Les résultats de l'ACP nous ont permis de d'avancer que la population asine étudiée est hétérogène et que les animaux étudiés seraient issus de deux populations différentes d'*Equus tabeti* et *Equus melekensis (algericus)* tel que rapporté par **Camps (1984)**, ce qui a été confirmé par le dendrogramme réalisé. Par ailleurs, l'AFCM laisse apparaître deux clusters répartis en quatre groupes d'animaux.

Il est important de signaler, que notre zone d'étude est une zone où sévit un commerce transfrontalier informel des biens et des animaux. Cet état de fait peut permettre un brassage génétique entre les populations animales algériennes et tunisiennes. Compte tenu des résultats obtenus, il serait nécessaire et intéressant d'approfondir les investigations par l'élargissement de la zone d'étude ainsi que la caractérisation génétique à travers l'étude de l'ADN mitochondriale et des marqueurs microsatellites afin de mieux caractériser les ânes d'Algérie.

Concernant les analyses hématologiques et biochimiques, l'ACP réductionnelle réalisée sur l'ensemble des paramètres, a permis leur regroupement ainsi que la mise en évidence des corrélations positives entre eux, en fonction de leurs relations et activités physiologiques. Les ânes étudiés présentent, des valeurs hématologiques moyennes comparables à celles décrites par de nombreux auteurs dans plusieurs régions du monde. Ces moyennes variaient significativement avec les variations de l'âge ($p = 0,01$) et du sexe ($p < 0,05$) des animaux objets de l'étude. Ainsi, nous avons observé une augmentation des valeurs moyennes de la majorité des paramètres hémobiologiques chez les individus les plus âgés en relation avec leur statut nutritionnel et leur activité physique.

Conclusion générale et Recommandations

En ce qui concerne les résultats biochimiques, les ânes étudiés présentaient des valeurs moyennes sensiblement basses de glucose sanguin ($0,58 \pm 0,18$ UI/L) et de la créatinine ($11,17 \pm 2,36$ UI/L) ce qui peut traduire un certain déficit énergétique. Ce constat est confirmé, par la moyenne relativement élevée du triglycéride circulant de l'ordre de $3,29 \pm 4,01$ UI/L. Nous avons également observé des valeurs basses des concentrations de l'urée d'origine protéique ($0,17 \pm 0,06$ UI/L). Ces résultats témoignent d'un déséquilibre d'origine nutritionnel nécessitant la correction de la ration alimentaire distribuée aux animaux. Ils sont également le signe de la négligence des animaux par leurs propriétaires malgré les efforts fournis. Durant ce travail, nous avons constaté une action significative du sexe ($p=0,05$) ainsi que de l'interaction âge*sexe ($p<0,05$) sur les variations de l'ensemble des paramètres biochimiques analysés.

Les valeurs usuelles hématologiques et biochimiques d'intérêt clinique établies durant notre travail sont les premières à être décrites pour la population asine en Algérie. Elles pourront servir de moyen de diagnostic de laboratoire très utile pour éviter le surdosage ou le sous dosage des médicaments par les cliniciens ainsi que la meilleure prise en charge des ânes négligés dans la recherche vétérinaire alors qu'ils jouent un rôle socio-économique très important. Notre travail est le premier à être réalisé sur l'espèce asine en Algérie.

La biométrie testiculaire, a mis en évidence des testicules de taille plus ou moins petite comparée aux résultats des données bibliographiques. Le suivi de l'activité de la reproduction a montré qu'elle est fortement liée à l'âge ($P = 0,000$), la saison ($P = 0,000$) ainsi qu'à leur interaction (âge*saison) ($P = 0,000$).

Nous avons observé une activité très intense chez les individus âgés entre 5 et 7 ans, correspondant à la période de fertilité maximale.

L'analyse des données de la morphométrie testiculaire, ainsi que la lecture des lames histologiques recueillies durant une année a permis de définir une activité de reproduction saisonnière chez les mâles étudiés. En effet, ces animaux ont présenté une activité très accentuée durant les saisons du printemps et d'été alors qu'elle se ralentie durant l'automne et est à ses bas niveaux durant la saison d'hiver. Afin d'avoir plus de données sur cette activité chez la population asine algérienne, des investigations plus poussées à une large échelle chez les mâles ainsi que chez les femelles sont envisagés dans un futur proche.

Conclusion générale et Recommandations

Malgré les obstacles et les difficultés rencontrés lors de la réalisation de ce projet de recherche notamment :

- L'indisponibilité des laboratoires d'analyses biologiques spécialisés destinés aux espèces animales
- Le manque de matériel de recherche et s'il existe sa quasi impossible utilisation en raison de l'évolution des animaux en système extensif qui nous a obligé à travailler sur des animaux abattus
- La rareté et la difficulté de disposer d'une bibliographie relative à l'espèce asine,

Nous avons pu mettre l'accent, sur la situation de l'espèce asine en Algérie et déterminer une partie de ses principaux caractères phénotypiques et physiologiques dans l'objectif de répondre, aux besoins quant à l'identification des ressources zoo-génétiques du pays permettant, la fixation des priorités.

Les recommandations suivantes ont été formulées sur la base des résultats obtenus dans cette étude. La mise en œuvre rapide de ces recommandations représenterait un premier pas vers l'amélioration des conditions d'élevages ainsi que la sauvegarde de l'espèce asine en Algérie. Pour se faire, on suggère :

➤ Sur le plan social

- ✦ La réalisation des enquêtes auprès des ménages afin de définir les besoins et les contraintes (techniques et financières) ou de contraintes liées à des facteurs socio-économiques, et aux infrastructures que rencontrent les « *éleveurs* » d'ânes au niveau des zones difficiles afin d'identifier les domaines prioritaires d'intervention sur l'espèce.
- ✦ La création et l'organisation des élevages asinien, tout en respectant les conditions du bien-être animal.
- ✦ Fournir un appui financier (subventions) et technique (méthodes d'élevage et soins appropriée) aux éleveurs, afin d'encourager et de promouvoir l'élevage des ânes dans un objectif purement économique dirigé vers l'exportation des produits d'origine asine.

Conclusion générale et Recommandations

➤ Sur le plan scientifique

En raison de la grande diversité ainsi que le danger d'extinction que connaît l'espèce asine en Algérie, il est capital de réaliser :

- ✦ L'identification des cheptels et leur distribution sur le territoire national.
- ✦ Le génotypage de la population asine algérienne, permet d'une part la définition de son potentiel, et d'autre part, l'élaboration des programmes de sauvegarde et des plans stratégiques de conservation des races, en voie de disparition.
- ✦ La maîtrise de la reproduction ainsi que les facteurs régissant son efficacité afin de permettre la pérennité de l'espèce asine.
- ✦ L'encouragement de la recherche scientifique sur l'éthologie de l'animal, afin de l'utiliser dans la réadaptation des enfants atteints d'handicap dû à des perturbations soit d'ordre locomoteur ou cognitif.
- ✦ L'introduction dans le cycle de formation vétérinaire d'un programme approprié pour l'espèce au même titre que les autres animaux d'élevages.

➤ Sur le plan économique

- ✦ La vulgarisation auprès des décideurs sur l'importance que peut jouer l'espèce asine par la diversité de ses produits et les possibilités qu'elle offre du point de vue du commerce international. En effet, le lait d'ânesse est fort apprécié dans certains pays européens. De plus, ce produit est utilisé dans divers produits cosmétiques. Par ailleurs, beaucoup de pays notamment, la Chine en Asie, l'Espagne et l'Italie en Europe, le Nigeria, la Mauritanie le Burkina Faso en Afrique produisent de la viande asine.
- ✦ Promouvoir le tourisme de montagnes, par l'utilisation des ânes comme le moyen de transport le plus adapté à ces régions et assurer ainsi l'accès aux zones difficiles.
- ✦ Procéder à des croisements entre *equus caballus* et *Equus asinus* pour la production des hybrides (mulets et bardots) et créer une activité économique autour de ces élevages.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1/ **Ahmadi Afshar N., Malekifard F., Asri Rezaei S. et Tavassoli M. 2020.** Hematological and Biochemical Changes in Naturally Occurring Equine Piroplasmosis in Donkeys (*Equus asinus*) of Northwest of Iran. *Acta Parasitologica*. 65: 811- 816. <https://doi.org/10.2478/s11686-020-00223-0>.
- 2/ **Aissanou S. and Ayad A. 2020.** Influence of age, body weight and season on testicular and epididymis biometrics in donkeys (*Equus asinus*). *Int. J. Morphol.*, 38 (5): 1434- 1443.
- 3/ **Alberghina D., Fazio F., Arfuso F., Sciano S., Zumbo A. et Piccione G. 2012.** Reference intervals of serum protein concentrations from clinically healthy female Ragusana donkeys (*Equus asinus*) determined by cellulose acetate electrophoresis. *J. Equine Vet. Sci.* 33:433-436.
- 4/ **Al-Busadah K.A. and Homeida A.M. 2005.** Some physical variables, biochemical and haematological parameters in Hassawi ass. *Sci J. King Faisal Univ.* 6 (1):145–162.
- 5/ **Allaoui A., Safsaf B., Bensegueni A., Tlidjane M. 2012.** Effet de l'âge et de la saison sur les mensurations scrotales et le poids des béliers Ouled Djellal dans l'est et le sud- est algérien Effect of age and season on scrotal measurements and weight of Ouled Djellal rams in eastern and south-eastern Algeria. *Renc. Rech. Ruminants*, 19. 359
- 6/ **AL-Salmany K.M.A. 2016.** Determination of reference values of some serum biochemical parameters of healthy Donkeys in Iraq. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, 40 (2):57-60.
- 7/ **Altomonte I., Salari F., Licitra R. and Martini M. 2019.** Donkey and human milk: Insights into their compositional similarities. *Int Dairy J.* 89:111–118.
- 8/ **Ambawat H.K., Malhotra D.V., Kumar S. and Dhar S. 1999.** Erythrocyte associated haemato-biochemical changes in Babesia equi infection experimentally produced in donkeys. *Vet Parasitol* 85(4):319–324. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00110-7).
- 9/ **Aranguren- Mendez J., Gómez M. and Jordana J. 2002.** Hierarchical analysis of genetic structure in Spanish donkey breeds using microsatellite markers. *Heredity*. 89 : 207–211.

- 10/ Aroua M., Jemmali B., Ben Said S., Ben Haj Kbaier H. and Mahouachi M. 2019.** Physicochemical Properties of North African Donkey Milk. *Agri Res & Tech: Open Access J.* 21(2): 556155. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2019.21.556155.
- 11/ Aroua M., Jemmali B., Ben Said S., Touati I., Mahouachi M. 2018.** Milk composition Comparison between donkey, goat and cow breeds. *Journal of new sciences, Sustainable Livestock Management*, 9 (5), 202-206. E-ISSN 2286-5314.
- 12/ Arsenos G., Gelasakis A. I., Papadopoulos E. I. 2010.** The status of Donkeys (*Equus asinus*) in Greece. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society.* 61 (3): 212-219. <https://doi.org/10.12681/jhvms.14888>.
- 13/ Arsenos G., Gelasakis A.I., Papadopoulos E.I. 2010.** The status of Donkeys (*Equus asinus*) in Greece. *Journal of the Ellenic Veterinary Medical Society.* 61 (3): 212-219.
- 14/ Asdell S.A. 1964.** Patterns of Mammalian Reproduction. *Cornell University Press*, Ithaca, N.Y., p 530.
- 15/ Asdell S.A. 1964.** Patterns of Mammalian Reproduction. *Cornell University Press*, Ithaca, NY, p. 530.
- 16/ Ayad A., Aissanou S., Amis K., Latreche A., Iguer-Ouada M. 2019.** Morphological characteristics of donkeys (*Equus asinus*) in kabylie area, Algeria. *Slovak J. Anim. Sci.* 52, 2019 (2): 53–62.
- 17/ Balcerzak M., Hamade E., Zhang L., Pikula S., Azzar G., Radisson J., Bandorowicz-Pikula J. and Buchet R. 2003.** The roles of annexins and alkaline phosphatase in mineralization process. *Acta biochimica polonica-English Edition-* 50 (4): 1019–1038.
- 18/ Balcerzak M., Hamade E., Zhang L., Pikula S., Azzar G., Radisson J., Bandorowicz-Pikula J. and Buchet R. 2003.** The roles of annexins and alkaline phosphatase in mineralization process. *Acta biochimica polonica-English.* 50 (4), 1019–1038.
- 19/ Barbosa da Silva G., Ferreira Lima da Silva C.J., Araújo de Souza L., Hunka M.M., Cavalcanti Ferreira L.M., da Costa Cordeiro Manso H.E.C. and Manso Filho H.C. 2018.** Hematological and blood chemistry values of donkeys (*Equus africanus asinus*) in

- different management systems. *Pferdeheilkunde* 34, 253- 259; DOI: 10.21836/PEM20180306.
- 20/ Barone R., Tagand R. 1956.** Anatomie des équidés domestiques. Tome second. Splanchnologie et angiologie. Fascicule III. Appareil uro-génital. Péritoine, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, pp. 633-1010.
- 21/ Bature I., Shehu B. M. and Barje P.P. 2018.** Serum biochemical parameters of donkeys (*Equus asinus*) as affected by age, location and sex in northwestern Nigeria. *J. Anim. Prod. Res.* 30(1):123-133 123.
- 22/ Bauer J.E., Harvey J.W., Asquith R.L., McNulty K., Kivipelto J. 1984.** Clinical chemistry reference values of foals during the first year of life. *Equine Vet. J.* 16:361-3.
- 23/ Beja-Pereira A., England P. R., Ferrand N., Jordan S., Bakhiet A. O., Abdalla M. A., Mashkour M., Jordana J., Taberlet P. and Luikart G. 2004.** African origins of the domestic donkey. *Science.* 304 (5678) :1781.
- 24/ Belhani M., Bachir D., Belabes S., Smaili F., Bouzid K. 1989.** Hématologie. Collection le cours de médecine. S4 clinique. Tome I. 9- 17. OPU 11-89.
- 25/ Belkhiri Y., Bouzebda- Afri F., Bouzebda Z., Mouffok C.E. and Djaout A. 2017.** Seasonal variations in reproductive parameters of Ouled- Djellal rams in the East of Algeriaa. *Indian journal of animal research.* (53):1407-1413. DOI: 10.18805/ijar.v0iOF.7266.
- 26/ Benhamadi M., Mezouar K., Benyarou M., Bouhandasse A., Gaouar S.B.S. 2017.** Morphometric characterization of the equine barbe breed in northwest of Algeria. *Gen. Biodv. J.* 1 (2): 48-65.
- 27/ Bennett E. A., Champlot S., Peters J., Arbuckle B. S., Guimaraes S. and Pruvost M. 2017.** Taming the late quaternary phylogeography of the Eurasiatic wild ass through ancient and modern DNA. *PLoS ONE.* 12 (4): e0174216.
- 28/ Bennett R. and Pfuderer S. 2020.** The Potential for New Donkey Farming Systems to Supply the Growing Demand for Hides. *Animals (Basel).* 10 (4): 718. Doi: 10.3390/ani10040718

- 29/ Berber N., Gaouar S., Leroy G., Kdidi S., Tabet Aouel N., Saidi Mehtar N. 2014.** Molecular characterization and differentiation of five horse breeds raised in Algeria using polymorphic microsatellite markers. *J. Anim. Breed. Genet.* 131: 387-394. <http://doi.org/10.1111/jbg.12092>.
- 30/ Beretti V., Zanon A., Soffiantini C. S. and Sabbioni A. 2005.** Preliminary results about morphological and demographic traits of Romagnolo donkey. *Ann. Fac. Med. Vet. di Parma.* 25: 131–144.
- 31/ Bertoni C. 2000.** Contribution sur le plan génétique à la sauvegarde du baudet du Poitou. Mémoire fin d'études, Ecole nationale d'ingénieurs des travaux agricoles, Bordeaux, France.
- 32/ Blench R.M. 2000.** A history of donkeys, wild asses and mules in Africa. pp. 339-354 in: Blench R.M. and MacDonald K. (eds), *The origins and development of African livestock: archaeology, genetics, linguistics and ethnography.* University College London Press, London, UK. ISBN 1-84142-018-2
- 33/ Boettcher P.J., Tixier-Boichard M., Toro M.A., Simianer H., Eding H., Gandini G., Joost S., Garcia D., Colli L., Ajmone-Marsan P. 2010.** The GLOBALDIV Consortium. Objectives, criteria and methods for using molecular genetic data in priority setting for conservation of animal genetic resources. *Animal Genetics* 41(1) :64-77.
- 34/ Bonelli F., Rota A., Corazza M., Serio D., Sgorbini M. 2016.** Hematological and biochemical findings in pregnant, postfoaling, and lactating jennies. *Theriogenology.* 85: 1233–1238. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.12.004>.
- 35/ Bouchel D., Lauvergne J.J., Guibert E. et Minvielle F. 1997.** Etude morpho-biométrique de la chèvre du Rove. Hauteur au garrot, profondeur du thorax, vide sous sternal et indice de gracilité sous-sternal chez les femelles. *INRA Productions Animales.* 148(6): 37-46.
- 36/ Boudreaux M.K., Spangler E.A., Welles E.G. 2011.** Hemostasis. In: LATIMER K.S. (dir.). *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology.* 5th edition. Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell, pp. 107-144.

- 37/ Boujenane I. et Machmoum M. 2008.** Mensurations corporelles des ânes des races Poitevine et Catalane et de leurs croisés au Maroc. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 61(1) : 63-67.
- 38/ Bouzebda Afri F. 2008.** Cours de zootechnie de 3ème année. Département des sciences vétérinaires d'El-Tarf.
- 39/ Brown D.G., Cross F.H. 1969.** Hematologic values of burros from birth to maturity: cellular elements of peripheral blood. *Am. J. Vet. Res.* 30, 1921-1927.
- 40/ Brumini D., Furlund C. B., Comi I., Devold T. G., Marletta D., Vegarud, G. E. and Jonassen C. M. 2013.** Antiviral activity of donkey milk protein fractions on echovirus type 5. *International Dairy Journal*, 28(2), 109–111. Doi:10.1016/j.idairyj.2012.08.010.
- 41/ Burden F.A., Du Toit N., Hazell-Smith E., Trawford A.F. 2011.** Hyperlipemia in a population of aged donkeys: description, prevalence, and potential risk factors. *J. Vet. Intern. Med.* 25:1420–5.
- 42/ Burden F.A., Hazell-Smith E., Mulugeta G., Patrick V., Trawford R., Brooks Brownlie H. W. 2016.** Reference intervals for biochemical and haematological parameters in mature domestic donkeys (*Equus asinus*) in the UK. *Equine Vet. Educ.* 28: 134–9.
- 43/ Burns P.J., Jawad M.J., Weld J.M., Kaufman W.C., Witherspoon D.M., Wilson E.A. and Douglas R.H. 1984.** Effects of season, age and increased photoperiod on reproductive hormone concentrations and testicular diameters in thoroughbred stallions. *Journal of Equine Veterinary Science.* 4(5), 202–208. Doi: 10.1016/s0737-0806(84)80144-6.
- 44/ Caballero A., Toro M.A. 2002.** Analysis of genetic diversity for the management of conserved subdivided populations. *Conservation Genetics* 3:289-299.
- 45/ Caldin M., Furlanello T., Solano-Gallego L., De Lorenzi D., Carli E., Tasca S., Lubas G. 2005.** Reference ranges for hematology, biochemical profile and electrophoresis in a single herd of Ragusana donkeys from Sicily (Italy). *Comp. Clin. Pathol.*, 14:5-12. DOI: 10.1007/s00580-005-0544-8.

- 46/ Camillo F., Rota A., Biagini L., Tesi M., Fanelli D., Panzani D. 2017.** The Current Situation and Trend of Donkey Industry in Europe. *Journal of Equine Veterinary Science*. 65: 44- 49. Doi: 10.1016/j.jevs.2017.11.008.
- 47/ Camps G., Musso J. C. et Chaker S. 2012.** « Âne », *Encyclopédie berbère*, 5 | *Anacutas – Anti-Atlas, Aix-en-Provence, Edisud*, 1988: 647-657.
- 48/ Canisso I.F., de Carvalho G.R., da Silva E.C., Rodrigues A.L., Ker P.G., Guimarães J.D. 2009.** Some biometric aspects of the external genital tract from donkey Pêga breed semen donors. *Ciencia Rural*. 39 (9), 2556-2562.
- 49/ Canisso I.F., Panzani D., Miró J., Ellerbrock R.E. 2019.** Key aspects of donkey and mule reproduction. *Vet. Clin. North. Am. Equine. Pract.* 35(3):607-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2019.08.014>. PMID: 31672204.
- 50/ Cappai M.G., Picciau M., Pinna W. 2013.** An integrated approach towards the nutritional assessment of the Sardinian donkey: a tool for clinical nutritionists. *Ital. J. Anim. Sci.* vol.12:e29, 182-185.
- 51/ Cardinet G.H., Littrell J.F., Freedland R.A. 1967.** Equine myoglobinuria. *Res. Vet. Sci.* 8, 219- 226.
- 52/ Carluccio A., Panzani S., Contri A., Bronzo V., Robbe D., Veronesi M.C. 2013.** Influence of season on testicular morphometry and semen characteristics in Martina Franca jackasses. *Theriogenology*. 79:502e7. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2012.11.005.
- 53/ Cavallarin L., Giribaldi M., Soto-Del Rio M. de los D., Valle E., Barbarino G., Gennero M. S. and Civera T. 2014.** A survey on the milk chemical and microbiological quality in dairy donkey farms located in NorthWestern Italy. *Food Control*. 50: 230–235. Doi:10.1016/j.foodcont.2014.08.019
- 54/ Cavallarin L., Giribaldi M., Soto-Del Rio M.D., Valle E., Barbarino G., Gennero M.S., Civera T. 2015.** A survey on the milk chemical and microbiological quality in dairy donkey farms located in NorthWestern Italy. *Food Control*. 50 : 230–235.

- 55/ Chabchoub A, Landolsi F. et Jari Y. 2004.** Etude des paramètres morphologiques des chevaux Barbes de Tunisie. *Revue Méd.Vét.* 155: 31-37.
- 56/ Chabchoub A., Tibary A. 2008.** Le comportement sexuel du baudet,- *Nouv. Prat. Vét. Equine.* (15) :47-49.
- 57/ Chabidon C. 2010.** Profil sanguin de chevaux de concours complet : étude de terrain sur l'effet de l'alimentation. ENVL. Thèse n °87. P 105.
- 58/ Churcher C. S. and Kleindienst M. R. 2006.** A Pre-Dynastic ass (*Equus asinus*) from the Sheikh Muftah cultural horizon of the Dakhleh Oasis, Western Desert, Egypt. In Kroeper K. and Kobusiewicz M. (Eds), *Archaeology of Early Northeastern Africa*; Poznan Archaeology Museum. *Studies in African Archaeology.* 9: 425–435.
- 59/ Colli L., Perrotta G., Negrini R., Bomba L., Bigi D., Zambonelli P., Supplizi A. V., Liotta L. and Ajmone-Marsan P. 2013.** Detecting population structure and recent demographic history in endangered livestock breeds: *Anim Genet.* 44(1):69-78.
- 60/ Colli L., Perrotta G., Negrini R., Bomba L., Bigi D., Zambonelli P., Verini Supplizi A., Liotta L. and Ajmone-Marsan P. 2012.** Detecting population structure and recent demographic history in endangered livestock breeds: the case of the Italian autochthonous donkeys. *Animal Genetics.* 44(1), 69–78. doi:10.1111/j.1365-2052.2012.02356.x
- 61/ Cornelius C.E., Bishop J., Switzer J., Rhode E.A. 1959.** Serum and tissue transaminase activities in domestic animals. *Cornell Vet.* 49: 116-126.
- 62/ Coroian A., Longodor A. L., Mireşan V., Odagiu A., Balta I., Marchiş Z., Andronie L. 2019.** Hematological and Biochemical Parameters in Donkey (*Equus asinus*) during Colostrum Production. *ProEnvironment.* 12: 398 – 401. Available online at <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/promediu>.
- 63/ Coscia A., Bertino E., Tonetto P., Peila C., Cresi F., Arslanoglu S., Moro G.E., Spada E., Milani S., Giribaldi M., Antoniazzi S., Conti A., Cavallarin L. 2018.** Nutritional adequacy of a novel human milk fortifier from donkey milk in feeding preterm infants: Study protocol of a randomized controlled clinical trial. *Nutr. J.*, 9; 17(1): 1–7. Doi: 10.1186/s12937-017-0308-8.

- 64/ Cosentino C., Paolino R., Musto M., Freschi P. 2015.** Innovative use of jenny milk from sustainable rearing. In *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin*; Vastola A., Ed.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, pp. 113–132. DOI 10.1007/978-3-319-16357-4_8.
- 65/ Dai F., Dalla Costa E., Burden F., Judge A., Minero M. 2019.** The development of guidelines to improve dairy donkey management and welfare, *Italian Journal of Animal Science*. 18(1), 189-193. DOI: 10.1080/1828051X.2018.1503571.
- 66/ Daloum S., Meutchieye F. et Manjeli Y. 2015.** Diversité phénotypique de l'âne domestique dans la région de hadjer-lamis, zone sahélienne du Tchad. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr. AnGR Special Edition*: 123 – 135.
- 67/ Davis E. 2019.** Donkey and Mule Welfare. *Vet. Clin. Equine*. 35. 481–491 doi:10.1016/j.cveq.2019.08.005.
- 68/ De Aluja A. S., Tapia Pérez G., Lopez F. and Pearson R. A. 2005.** Live weight estimation of donkey in Central Mexico from measurement of thoracic circumference. *Tropical Animal Health and Production*. 37(1), 159-171.
- 69/ De Aluja A.S., Mondragón V.R.L., Castillo M.D.A., Ochoa P. 2001.** Hematological and biochemical reference values in the donkey. *Comp. Clin. Pathol*. 24: 335-342.
- 70/ De Aquino C. E. T., Moreira A. F. N., Moreira F. A. S., Mariano R. E. G., Ribeiro Y. N., Mariano Y. P. G., Melo R. M. P. S. 2018.** Biometria podal de asininos da raça pêga. Reuniao anual da sociedade Brasileira de zootecnia. Brazil 27 a 30 agosto.
- 71/ De Palo P., Maggolino A., Centoducati P., Calzaretto G., Milella P., Tateo A. 2017.** Equid milk production : evaluation of Martina Franca jennies and IDH mares by Wood's model application. *Anim. Prod. Sci*. 57 : 2110–2116.
- 72/ Dechambre P. 1921.** *Traité de zootechnie : les équidés*. Ch Amat et Asselin et Houzeau, Paris. T2, p 435.
- 73/ Defeu M., Meutchieye F. et Manjeli Y. 2015.** Diversité phénotypique de l'âne domestique (*equus africanus asinus*) dans la région des hautes terres du nord-ouest cameroun. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr. AnGR Special Edition* : 137 – 149.

- 74/ Denel S. 2001.** Evolution de la population asine du 19ème siècle à nos jours : de la bête de somme au porteur d'un patrimoine. 7-9. Thèse pour le doctorat vétérinaire. ENVA 2001.
- 75/ Denis B. 2006.** Variations physiologiques et pathologiques des lignées leucocytaires chez les carnivores domestiques étude rétrospective sur l'année 2002 (banque de données du laboratoire d'hématologie de l'ENVA). Thèse pour le doctorat vétérinaire.
- 76/ Desta A. 2009.** Comprehending Indigenous Knowledge: An Ethnographic Study of Knowledge Processes within Natural Resource Management. Submitted for the degree of Doctor of Philosophy. UMI U615293. Ann Arbor, MI 48106-1346. pp. 37-68.
- 77/ Di Rosa A.R., Amato C. and Zumbo A. 2007.** Morphological traits of the Pantesco donkey. *Ital. J. Anim. Sci.* (1) : 646.
- 78/ Dias D.C. 2014.** Hematologia e bioquímica sérica em muares. (Dissertação Mestrado). Universidade de São Paulo. p 102.
- 79/ Dinev D., Khubenov K.D. 1986.** Normal values of the hematological, biochemical and enzymological indices of the donkey. *Vet. Med. Nauki.* 23, 69-75.
- 80/ Djaout A., Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z. and Benidir M. 2018.** Morphological characterization and study of zootechnical indexes of Berbere sheep in Eastern Algeria. *Indian Journal of Animal Sciences.* 88 (6): 706–713.
- 81/ Dugat S.L., Taylor T.S., Matthews N.S., Gold J.R. 2010.** Values for triglycerides, insulin, cortisol, and ACTH in a herd of normal donkeys. *J. Equine Vet. Sci.* 30:141–144. Doi: 10.1016/j.jevs.2010.01.054.
- 82/ Ebangi A.L. and Vall E. 1998.** Phenotypic characterization of draft donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 51(4): 327-334.
- 83/ Eckersall, P.D. 2008.** Proteins Proteomics and the Dysproteinemias. In: **Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L.,** Eds., *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th Edition, Academic Press, San Diego, 117-155.
- 84/ Eisenmann V. 1992.** Origins, dispersals, and migrations of Equus (Mammalia, Perissodactyla). *Courier Forschungsinstitut Senkenberg.* 153: 161–170.

- 85/ Epstein H. 1971.** The origin of the domestic animals of Africa. (2 vols). African Publishing Corporation, New York, USA.
- 86/ Etana M., Endeabu B., Jenberie S. and Negussie H. 2011.** Determination of reference physiological values for working donkeys of Ethiopia. *Ethiopian Journal of Veterinary Science*, 15 (1), 79 – 86.
- 87/ Evans J.W. 1971.** Effect of fasting, gestation, lactation and exercise on glucose turnover in horses. *J. Anim. Sci.* 33:1001–4.
- 88/ Evans J.W., Thompson P.G., Winget C.M. 1974.** Glucose and insulin biorhythms in the horse. *J.S. Afr. Vet. Assoc.* 45: 317-329.
- 89/ F. A. O. 2011.** Molecular genetic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No 9. Rome.
- 90/ F. A. O. 2013.** Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives F A O sur la production et la santé animale No. 11. Rome. p 9-19.
- 91/ F. A. O. 2015.** The second Report on the state of the world’s Animal Genetic Resources for food and Agriculture, edited by Scherf B.D. and Pilling D. FAO commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome.p 415- 485.
- 92/ Fantuz F., Ferraro S., Todini L., Mariani P., Piloni R., Salimei E. 2012.** Essential trace elements in milk and blood serum of lactating donkeys as affected by lactation stage and dietary supplementation with trace elements. *Animal*. 7: 1893–1899. Doi:10.1016/j.idairyj.2011.10.013
- 93/ Fantuz F., Ferraro S., Todini L., Piloni R., Mariani P. and Salimei E. 2012.** Donkey milk concentration of calcium, phosphorus, potassium, sodium and magnesium. *International Dairy Journal*. 24(2), 143–145. doi:10.1016/j.idairyj.2011.10.013.
- 94/ FAO, 1984.** FAO, Fonds des Nations Unies pour les activités en matière de population, Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués, Capacité potentielle de charge démographique des terres du monde en développement, Rome. In: *TiersMonde*, tome 25, n°100. Le développement en question. pp. 945-946; https://www.persee.fr/doc/tiers_0040-7356_1984_num_25_100_5742_t1_0945_0000_2

- 95/ FAO. 2012.** Phenotypic Characterization of Animal Genetic Resources. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 11. Rome.
- 96/ FAO/PNUE, 1998.** Directives pour la cartographie et la mesure des processus d'érosion hydrique dans les zones côtières méditerranéennes. PAP-8/PP/GL.1. Split, Centre d'activités régionales pour le Programme d'actions prioritaires (PAM/PNUE), en collaboration avec la FAO. 1998. p.p. xii+72.
- 97/ Folch P. and Jordana J. 1997.** Characterization, reference ranges and the influence of gender on morphological parameters of endangered Catalanian donkey breed. *Journal of Equine Veterinary Science*, **17**(2):102-111.
- 98/ Folch P., Jordana J., Cuenca R. 1997.** Reference Ranges and the Influence of Age and Sex on Hematological Values of the Endangered Catalanian Donkey. *Vet J.*, **154**: 163–168. 9.
- 99/ Fonseca J.Y., Cedeño M.I., Pérez P.E., Rodríguez V.Y., Martínez A.Y., Cos D.Y, Chacón M.E. 2016.** Characterization of the Cuban creole donkey (*Equus asinus asinus*) of Granma province, Cuba. *REDVET Rev. Electrón. vet.* **17** (3). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
- 100/ Frankham R. 1995.** Conservation genetics. *Annual Review of Genetics*. **29**:305-327.
- 101/ French J.M., Patrick V.H. 1995.** Reference values for physiological, haematological and biochemical parameters in domestic donkeys (*Equus asinus*). *Equine Vet. Educ.* **7**(1):33-35.
- 102/ Gameleira J.S., Tavares M.D., Barros I.O., Dirmino P.R., Souza R.S., Rego R.O., Souza F.J.A., Barreto Junior R.A. 2011.** Parâmetros hematológicos de asininos (*Equus asinus*) da raça Nordeste. In: 38º Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária. Florianópolis. Anais do 38º Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária.
- 103/ Garba U.M., Sackey A. K. B., Idris L.A., Esievo K.A.N. 2015.** Baseline vital, haematological and serum biochemical parameters of donkeys. *J. Vet. Med. Anim. Health.* **7**(3): 94-98. DOI: 10.5897/JVMAH2014. 0353.

- 104/ Garcia E.M. 2006.** Caracterizacion morfologica, hematologica y bioquimica clinica en cincorazas asnales espanolas para programas de conservacion. Memoria, Universidad de Barcelona. pp 97-165.
- 105/ Gastal M. O., Henry M., Beker A. R., Gastal E. L. and Gonçaves, A. 1996.** Sexual behavior of donkey jacks: Influence of ejaculatory frequency and season. *Theriogenology*, 46(4), 593–603. Doi: 10.1016/0093-691x(96)00211-7
- 106/ Gastal M.O., Henry M., Beker A.R., Gastal E.L. 1997.** Effect of ejaculation frequency and season on donkey jack semen. *Theriogenology*, 47:627-638.
- 107/ Gaye M. M., Nagy G., Clemmer D. E. and Pohl N. L. B. 2016.** Multidimensional Analysis of 16 Glucose Isomers by Ion Mobility Spectrometry. *Anal. Chem.* 88, 4, 2335–2344. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b04280>.
- 108/ Gehlen H., Twickel S., Stöckle S., Weber C., Bartmann C.P. 2020.** Diagnostic orientation values for ACTH and other parameters for clinically healthy donkeys and mules (insulin, triglycerides, glucose, fructosamines, and γ -GT). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 00:1–11. <https://doi.org/10.1111/jpn.13279>.
- 109/ Geiger M., Hockenhull J., Buller H., Tefera Engida G., Getachew M., Burden F.A. and Whay H.R. 2020.** Understanding the Attitudes of Communities to the Social, Economic, and Cultural Importance of Working Donkeys in Rural, Peri-urban, and Urban Areas of Ethiopia. *Front. Vet. Sci.* 7:60. Doi: 10.3389/fvets.2020.00060.
- 110/ Gherissi D.E., Afri-Bouzebda F. and Bouzebda Z. 2017.** Seasonal changes in the testicular morphology and interstitial tissue histomorphometry of Sahraoui camel under Algerian extreme arid conditions. *Biological Rhythm Research*, DOI: 10.1080/09291016.2017.1357331.
- 111/ Giacometti F., Bardasi L., Merialdi G., Morbarigazzi M., Federici S., Piva S. and Serraino A. 2016.** Shelf life of donkey milk subjected to different treatment and storage conditions. *Journal of Dairy Science.* 99(6), 4291–4299. Doi:10.3168/jds.2015-10741
- 112/ Girardi A.M., Marques L.C., de Toledo C.Z.P., Barbosa J.C., Maldonado Jr.W., Jorge R.L.N., da Silva Nogueira C.A. 2013.** Biochemical profile of the Pega donkey

- (*Equus asinus*) breed: influence of age and sex. *Comp. Clin. Pathol.*, DOI : 10.1007/S0058001317184.
- 113/ Girardi A. M., Toledo C. Z. P., Sabes A. F., Oliveira J. A., Marques L. C. 2016.** Serum protein fractions, hematological and biochemical variables of the Pêga donkey (*Equus asinus*) breed in the first year of age. *Vet. Arhiv.* 86, 335-349.
- 114/ Girardi A.M., Marques L.C., de Toledo C.Z.P., de Campos Filho E. 2014.** Hematological variables of the Pêga donkey (*Equus asinus*) breed: influence of age and sex. *Comparative Clinical Pathology.* 24(2), 335–342. Doi: 10.1007/s00580-014-1905-y.
- 115/ Guedaoura S., Cabaraux J.F., Moumene A., Tahraoui A., Nicks B. 2011.** Evaluation morpho- métrique de chevaux de race barbe et derives en algerie. *Ann. Méd. Vét.* 2011, 155, 14-22.
- 116/ Gul S.T., Ahmad M., Khan A., Hussain I. 2007.** Haemato-biochemical observations in apparently healthy equine species. *Pakistan Vet. J.*, 27(4): 155-158.
- 117/ Gupta A.K., Kumar S., Pal Y., Brahmane M., Kumar B., Chauhan M., Sharma P., Singh P., Sheokand R.N. and Aneja D.R. 2017b.** Phenotypic Clustering of Indian Donkey Population Belonging to Six Agro Climatic Regions. *J. Biodivers. Endanger. Species.* 5: 201.
- 118/ Gupta A.K., Kumar S., Pal Y., Chauhan M., Kumar B. and Prince. 2017a.** Phenotypic characteristics and general managemental practices for working donkey populations in South Western Bihar region of India. *Indian Journal of Animal Sciences.* 87 (11): 1414–1417.
- 119/ Gupta A.K., Kumar S., Sharma P., Pal Y., Dedar R.K., Singh J., Bhardwaj A., Brahmane M., Raut A., Yadav S.C. Kumar B. 2016.** Biochemical profiles of Indian donkey population located in six different agro-climatic zones. *Comp. Clin. Pathol.* DOI 10.1007/s00580-016-2242-0.
- 120/ Hair Jr. J. F., Black W.C., Babin B.J., Anderson R.E. and Tatham R. 2006.** Multivariant Data Analysis. New Jersey : Pearson International Edition.

- 121/ Halgrain M., Couty I., Reigner F., Douet C., Barrière P., Blard T., Gascogne T., Gaudé Y., Garot A., Goudet G., Magistrini M., 2018.** Amélioration des biotechnologies de la reproduction dans l'espèce asine : congélation de la semence, insémination artificielle, collecte et maturation *in vitro* d'ovocytes. 44ème Journée de la Recherche Équine. Institut français du cheval et de l'équitation. p 161-164.
- 122/ Hamdi Y.D. 2016.** Spermatogenesis and spermiogenesis study in the testes of adult donkey (*Equus asinus*). *I.J.A.B.R.* 6 (3): 406-412.
- 123/ Hannani H., Bouzebda Z., Bouzebda-Afri F., Hannani A., Khemis M.D.E.H. 2020.** Morphometric characteristics of the extreme eastern Algerian domestic donkey (*Equus Asinus*). *Folia veterinaria.* 64 (1): 66–76. DOI: 10.2478/fv-2020-0009.
- 124/ Hanot P. and Bochaton C., 2018.** New osteological criteria for the identification of domestic horses, donkeys and their hybrids in archaeological contexts. *Journal of Archaeological Science.* 94 : 12–20.
- 125/ Henry M., Lodi L.D. Gastal, M. M. F.O. 1998.** Sexual behaviour of domesticated donkeys (*Equus asinus*) breeding under controlled or free range management systems. *Applied Animal Behaviour Science.* 60 (2-3), 263–276. Doi: 10.1016/s0168-1591(98)00175-0.
- 126/ Herrera B.Y., Rugeles P.C., Vergara G.O. 2017.** Hematological profile of Colombian creole donkey (*Equus asinus*). *Rev. Colombiana. Cienc. Anim.;* 9(2):158-163. DOI: doi.org/10.24188/recia.v9.n2.2017.553.
- 127/ Hess RA, França LR. 2007.** Spermatogenesis. Cycle of the seminiferous epithelium. In: Cheng, CY (Ed.). *Molecular Mechanisms in Spermatogenesis.* Austim, TX: *Landes Bioscience.* pp 1-15.
- 128/ Hoffman R.M., Kronfeld D.S., Cooper W.L., Harris P. 2003.** Glucose clearance in grazing pregnant mares is affected by diet, pregnancy and lactation. *J. Anim. Sci.;* 81:1764–71.
- 129/ Hoffmann W.E., Solter P.F. 2008.** Diagnostic Enzymology of Domestic Animals. In: Kaneko, Harvey, Bruss, editors. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* 6th ed. San Diego, Academic Press, 351-378.

- 130/ Houssou H., Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z. and Benidir M. 2020.** Evaluation of sexual behavior of stallion (Arabian versus Barb) during breeding season in Algeria. *Indian journal of animal research*. 54 (9), 1078-1082. Doi: 10.18805/ijar.B-950.
- 131/ ITELV, 2014.** Guide pratique du pointage des bovins de race à viande, du sevrage à l'âge adulte. Compte rendu final n° 0014201001. p. 39.
- 132/ John P.A. 2016.** Characterization of donkeys (*Equus asinus*) in Northwestern Nigeria using morphological and morphometric measures. *A dissertation submitted to the school of postgraduate studies, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.* pp 64-182.
- 133/ Johnson C.A. 2008.** Glucose homeostasis during canine pregnancy: insulin resistance, ketosis, and hypoglycemia. *Theriogenology*. 70 : 1418–23.
- 134/ Johnson L. and Nguyen H.B. 1986.** Annual cycle of the Sertoli cell population in adult stallions. *J Reprod Fertil*. 76 : 311-316.
- 135/ Johnson L., Thompson D.L. Jr. 1983.** Age-related and seasonal variation in the Sertoli cell population, daily sperm production and serum concentrations of follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone and testosterone in stallions. *Biol Reprod*, 29:777-789.
- 136/ Johnson L., Varner D.D., Roberts M.E., Smith T.L., Keillor G.E., Scrutchfield W.L. 2000.** Efficiency of spermatogenesis: a comparative approach. *Anim Reprod Sci*, 61:471-480.
- 137/ Johnson L., Varner D.D., Tatum M.E., Scrutchfield W.L. 1991a.** Season but not age affects Sertoli cell number in adult stallions. *Biol. Reprod*. 45:404-410.
- 138/ Johnson L., Varner D.D., Thompson D.L. 1991b.** Effect of age and season on the establishment of spermatogenesis in the horse. *J Reprod. Fertil. Suppl*. 44:87-97.
- 139/ Johnson S. and Johnson D. 2008.** Horse breeds. Voyageur Press, Minneapolis, MN.
- 140/ Jordana J, Folch P, Cuenca R. 1998.** Clinical biochemical parameters of the endangered Catalonian donkey breed: normal values and the influence of sex, age, and management practices effect. *Res. Vet. Sci*. 64:7-10.

- 141/ Jordana J., Folch P. and Cuenca R. 1998.** Clinical biochemical parameters of the endangered catalonian donkey breed: normal values and the influence of sex, age, and management practices effect. *Research in Veterinary Science*. 64 (1), 7–10. Doi: 10.1016/s0034-5288(98)90107-2.
- 142/ Jordana J., Folch P., Cuenca R. 1998.** Clinical biochemical parameters of the endangered Catalanian donkey breed: normal values and the influence of sex, age, and management practices effect. *Res. Vet. Sci.* 64:7-10.
- 143/Jordana J., Ferrando A., Miró J., Goyache F., Loarca A., Martínez López O.R., Canelón J.L., Stemmer A., Aguirre L., Lara M.A.C., Álvarez L.A., Llambí S., Gómez N., Gama L.T., Nóvoa M.F., Martínez R.D., Pérez E., Sierra A., Contreras M.A., Guastella A.M., Marletta D., Arsenos G., Curik I., Landi V., Martínez A., Delgado J.V. 2016.** Genetic relationships among American donkey populations: insights into the process of colonization. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 133(2): 155–164.
- 144/ Kabore S. 2014.** Caractérisation morphobiométrique et biochimique des ânes (*Equus asinus*) du Burkina-Faso. *Thèse n°15*.
- 145/ Kefena E., Beja-Pereira A., Han J.L., Haile A., Mohammed Y.K. and Dessie T. 2011.** Eco-geographical structuring and morphological diversities in Ethiopian donkey populations. *Livestock Science*. 141. 232–241.
- 146/ Kelani O.L., Durotoye L.A. 2002.** Haematological responses of the African giant rat (*Cricetomys gambianus*) to castration and androgen replacement. *Vet. Arh.* 72:39–49.
- 147/ Kerr M.G. 2002.** Veterinary laboratory medicine – Clinical Biochemistry and Haematology, vol 2. *Blackwell Science*, Oxford. Doi: 10.1002/ 9780470690246.
- 148/ Kimura B., Marshall F.B. and Chen S. 2011.** Ancient DNA from Nubian and Somali wild ass provides insights into donkey ancestry and domestication. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 278, 50–7.
- 149/ Kisadere I., Kadyralieva N., Cihan H., Sur E., Donmez N., Oruc E. 2017.** Some physiological, hematological values and ANAE-positive lymphocyte ratios of

domestic donkeys (*Equus asinus*) in Kyrgyzstan. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 23, 165-168. DOI: 10.9775/kvfd.2016.15784.

- 150/ Kisadere I., Nurcan Donmez N., Omurzakova N. 2018.** Serum biochemical reference values of Kyrgyz donkeys (*Equus asinus*). *Comparative Clinical Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2864-5>.
- 151/ Kolb E. 1976.** Physiologie des animaux domestiques. Editions Vigôt Frères – Paris, pp 974.
- 152/ Konen F. 2011.** Dermatologie de l'âne (*Equus asinus*). Thèse pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire. *Vet agro Sup. Campus vétérinaire de Lyon*.
- 153/ Kraouchi D.E., Hamdi pacha Y, Benlatreche C, Benazzouz M, Bererhi E.H., Nouar R ; 2007.** Effets d'une dose unique de dexaméthasone sur quelques paramètres biochimiques chez le cheval. Science et technologie C, Université Mentouri Constantine, Algérie, n°28, 87-91.
- 154/ Kreuchauf A. 1984.** Reproductive physiology in the jackass. *Anim. Res. Dev.*, 20:51-78.
- 155/ Kugler W., Grunenfelder H.P. and Broxham R. 2008.** Donkey breeds in Europe: inventory, description, need for action, conservation. Report 2007/2008. SAVE Foundation.
- 156/ Kupfer M. 1928.** The sexual cycle of female domestic animals. The ovarian changes and periodicity of estrus in cattle, sheep, goats, pigs and horses. *Union of So. Afr., Dept. Agric. and Dept. Vet. Ed. and Res.* 13th and 14th Reports, 1211-1270.
- 157/ Labbaci M., Djaout A., Benyarou M., Ameur A., Gaouar S.B.S. 2018.** Morphometric characterization and typology of donkey farming (*equus asinus*) in the wilaya of Tlemcen. *Gen. Biodv. J.* 2(1): 60-72.
- 158/ Lagos J., Tadich T.A. 2019.** Hematological and Biochemical Reference Intervals for Mules in Chile. *Front. Vet. Sci.* 6:400. Doi: 10.3389/fvets.2019.00400
- 159/ Laperche Y. 1989.** La gamma-glutamyl transpeptidase hépatique. *Gastroenterol. Clin. Biol.* (13) : 783-90.

- 160/ Laus F., Spaterna A., Faillace V., Paggi E., Serri E., Vullo C., Cerquetella M. and Tesei B. 2015.** Reference values for hematological and biochemical parameters of mixed breed donkeys (*Equus asinus*). *Wulfenia J., Klagenfurt.* (22) : 294-304.
- 161/ Lauvergne J.J. 2006.** Inventaire des ressources génétiques caprines dans un pays d'Afrique à l'aide de différents marqueurs et indices. *Synthèse méthodologique, INA-PG, Clamart*, pp 5.

- 162/ Legha R., Kumar V., Pal Y., Dedar R., Bala P., Ravi, S., Talluri, T. and Tripathi, B. 2018.** Physiological, Hematological and Biochemical Responses in Non-Descript Indian Donkeys Working With Different Pack Loads in Brick Kiln Simulated Conditions. *International Journal of Livestock Research.* 8(6), 59-66. Doi: 10.5455/ijlr.20170828095241.
- 163/ Lemma A. and Deressa B. 2009.** Study on reproductive activity and evaluation of breeding soundness of jacks (*Equus asinus*) in and around Debre Zeit, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development.* 21 (8).
- 164/ Lemma A., Moges M. 2009.** Clinical, hematological and serum biochemical reference values of working donkeys (*Equus asinus*) owned by transport operators in Addis Ababa, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development.* 21(8), Article. #127. Retrieved December 4, 2020, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/8/lemma21127.htm>
- 165/ Li L., Liu X., Guo H. 2018.** The nutritional ingredients and antioxidant activity of donkey milk and donkey milk powder. *Food Sci. Biotechnol.* 27: 393–400.
- 166/ Li W., Li M., Cao X., Han H., Kong F., Yue X. 2020.** Comparative analysis of whey proteins in donkey colostrum and mature milk using quantitative proteomics. *Food Research International.* 127. 108741.
- 167/ Librado P. and Orlando L. 2021.** Genomics and the Evolutionary History of Equids. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 9: 12.1–12.21. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-061220-023118>.
- 168/ Lieberman M.W., Barrios R., Carter B.Z., Habib G.M., Lebovitz R.M., Rajagopalan S., Sepulveda A.R., Shi Z.Z., and Wan D.F. 1995.** Gamma-glutamyl transpeptidase. What does the organization and expression of a multipromoter gene tell us about its functions?. *Am. J. Pathol.* 147:1175-85.
- 169/ Liotta L., Arcudi D., Panetta C., Siclari A., D'Alessandro E. 2014.** Computerized phenotypic characterization of the Calabrese donkey population. *Arch. Zootec.* 63 (243) : 551-554.

- 170/ Lompech M., Ricard D., Rieutort L. 2018.** « L'âne en France, ses usages et ses territoires », *Géocarrefour* [En ligne], 92/3 | mis en ligne le 20 décembre 2018, consulté le 21 février 2020. URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/11698>. DOI : <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.11698>.
- 171/ Longodor A. L., Mireşan V., Odagiu A., Balta I., Marchiş Z., Coroian A. 2019.** Hematological Profile in Donkey Depending on Lactation. *ProEnvironment*. 12 (2019) 379 – 383. Available online at <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/promediu>.
- 172/ Lording P. M. 2008.** Erythrocytes. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 24(2), 225–237. Doi:10.1016/j.cveq.2008.04.002
- 173/ Ma X.Y., Ning T., Adeola A.C., Li J., Esmailizadeh A., Lichoti J.K., Agwanda B.R., Isakova J., Aldashev A.A., Wu S.F., Liu, H.Q., Abdulloevich N.T., Afanasevna M.E., Ibrohimovich K.B., Adedokun R.A.M., Olaogun S.C., Sanke O.J., Mangbon G.F., Chen X., Yang W.K., Wang Z., Peng M.S., Ommeh S.C., Li Y. and Zhang Y.P. 2020.** Potential dual expansion of domesticated donkeys revealed by worldwide analysis on mitochondrial sequences. *Zool. Res*. 41(1): 51–60. Doi: 10.24272/j.issn.2095-8137.2020.007.
- 174/ Macfadden B.J. 2005.** Evolution. Fossil horses—evidence for evolution. *Science* 307, 1728–1730. Doi:10.1126/science.1105458.
- 175/ Mahmoud Ali Omar M., Hassanein K.M.A, Abdel-Razek A.R.K., Hussein H.A.Y. 2013.** Unilateral orchidectomy in donkey (*Equus asinus*): Evaluation of different surgical techniques, histological and morphological changes on remaining testis. *Veterinary Research Forum*. 4 (1) 1 – 6.
- 176/ Mai H.M. 2014.** Gross Anatomical Study of the Urogenital System of the Indigenous Nigerian Male Donkey (*Equus africanus africanus*) in Comparison with the Stallion. *Anat. Physiol*. 4: 145. Doi:10.4172/2161-0940.1000145.
- 177/ Malacarne M., Criscione A., Franceschi P., Bordonaro S., Formaggioni P., Marletta D., Summer A. 2019.** New insights into chemical and mineral composition of donkey milk throughout nine months of lactation. *Animals*. 9, 1161. Doi.org/10.3390/ani9121161

- 178/ Malissiova E., Arsenos G., Papademas P., Fletouris D., Manouras A., Aspri M., Nikolopoulou A., Giannopoulou A., Arvanitoyannis I.S. 2015.** Assessment of donkey milk chemical, microbiological and sensory attributes in Greece and Cyprus. *International Journal of Dairy Technology*. 1-4.
- 179/ Mansueto P. , IACONO G., Taormina G., Seidita A., D'Alcamo A., Adragna F. , Randazzo G., Carta M., Rini G., Carroccio A. 2013.** Ass's milk in allergy to cow's milk protein: a review. *Acta Medica Mediterranea*. 29: 153.
- 180/ Mao X., Gu J., Sun Y., Xu S., Zhang X., Yang H. and Ren F. 2009.** Anti-proliferative and anti-tumour effect of active components in donkey milk on A549 human lung cancer cells. *International Dairy Journal*, 19 (11), 703–708. Doi:10.1016/j.idairyj.2009.05.007.
- 181/ Marcenac L.N., Aublet H. and D'autheville P. 1980.** Etude comparative des régions proportions- compensations hippométrie. In : Maloinés.a. (éd.) : *Encyclopédie du cheval, Paris, France*, pp 195-212.
- 182/ Mariante A., Da S., Miserani M.G., Mcmanus C., Santos S.A., De Abreu U.G.P. and Da Silva J.A. 2002.** Body indexes for the Pantaneiro Horse. *Proc.7thWorld Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 30: 431-434.
- 183/ Marshall F. 2007.** Rethinking Agriculture: Archeological and Ethnoarcheological Perspectives. *Left Coast Press, Inc., Walnut Creek, CA, USA*.
- 184/ Marshall J.F., Moorman V.J., Moll H.D. 2007.** Comparison of the diagnosis and management of unilaterally castrated and cryptorchid horses at a referral hospital: 60 cases (2002- 2006). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 231 (6): 931-934.
- 185/ Marshall W.J., Bangert S.K. 2005.** Clinical Chemistry, 5th Ed. Elsevier, London, UK, 392p
- 186/ Martini M., Altomonte I., Licitra R., Salari F. 2018a.** Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. *J Equine Vet Sci.* 65:33–37.

- 187/ Martini M., Altomonte I., Licitra R., Salari F. 2018b.** Short communication: technological and seasonal variations of vitamin D and other nutritional components in donkey milk. *J Dairy Sci.* 101:8721–8725.
- 188/ Martini M., Salari F., Licitra R., La Motta C., Altomonte I. 2019.** Lysozyme activity in donkey milk. *Int Dairy J* 96: 98–101.
- 189/ Martins-Bessa A., Lemos H., Alves T., Leiva B., Quaresma M., Calado A. 2018.** Testicular volume in the Miranda Donkeys: accuracy of ultrasonographic measurements. 22nd Annual ESDAR Conference, Volume: *Reprod. Dom. Anim.* 53(Suppl. 2):100-215.
- 190/ McLean A.K., Navas Gonzalez F.J. 2018.** Can Scientists Influence Donkey Welfare? Historical Perspective and a Contemporary View. *Journal of Equine Veterinary Science.* 65, 25–32. Doi:10.1016/j.jevs.2018.03.008.
- 191/ Mendoza F.J., Estepa J.C., Gonzalez-De Cara C.A., Aguilera-Aguilera R.,Toribio R.E., Perez-Ecija A. 2015.** Energy-related parameters and their association with age, gender, and morphometric measurements in healthy donkeys. *Vet. J.* 204:201–7.
- 192/ Mendoza F.J., Toribio R.E., Perez-Ecija A. 2019.** Metabolic and Endocrine Disorders in Donkeys. *Vet. Clin. Equine.* 35 (3) : 399- 417. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.07.001>.
- 193/ Meziane T. 2001.** Contribution à l'étude de l'effet de la salinité de l'eau de boisson et d'un régime à base de paille chez les brebis de race Ouled Djellal dans les hauts plateaux sétifiens. Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Constantine. pp 162.
- 194/ Miao Q., Wang X., She L.N., Fan Y.T., Yuan F.Z., Yang J.F., Zhu X.Q., Zou F.C. 2013.** Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in horses and donkeys in Yunnan Province, Southwestern China. *Parasites & vectors.* 6(1):168.
- 195/ Miragaya M.H., Neild D.M., Alonso A.E. 2018.** A Review of Reproductive Biology and Biotechnologies in Donkeys. *Journal of Equine Veterinary Science.* 65: 55- 61. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.12.005>.

- 196/ Moehlman P. and IUCN/SSC Equid specialist group, 2002.** Equids-zebras, asses, and horses: status survey and conservation action plan. Gland, Switzerland: IUCN-the World Conservation Union. ISBN 2-8317-0647-5.
- 197/ Morais R.N., Mucciolo R.G. and Vianna W.G. 1993.** Biologia reprodutiva de jumentos. I Biometria testicular e comportamento sexual durante a colheita de semen (Reproductive biology of donkey. I. Testicular measurement and sexual behaviour at semen collection). *Braz. J. vet. Res. An. Sc.* 30 (1), 47-50.
- 198/ Moreira C.G., Menezes M.L., Nunes T.R., Mota T.P., Balieiro J.C.C., Oliveira C.A.A., Brandi R.A. 2019.** Biometric parameters of adult and growing Pêga donkeys. *R. Bras. Zootec.* 48:e20180297.
- 199/ Mori E., Fernandes W.R., Mirandola R.M.S., Kubo G., Ferreira R.R., Oliveira J.V., Gacek F. 2003.** Reference values on serum biochemical parameters of Brazilian donkey (*Equus asinus*) breed. *J. Equine Vet. Sci.* 23:358-364.
- 200/ Mori E., Mirandola R. M. S., Ferreira R. R., Oliveira J. V., Gacek F., Fernandes W. R. 2004.** Reference values on hematologic parametes of the Brazilian donkey (*Equus asinus*) breed. *J. Equine Vet. Sci.* 24, 271-276.
- 201/ Moustafa M.N.K., Sayed R., Zayed A.E., Abd El –Hafeez H.H. 2015.** Morphological and Morphometric Study of the Development of Seminiferous Epithelium of Donkey (*Equus asinus*) from Birth to Maturity. *J Cytol Histol.* 6 (6): 370. Doi: 10.4172/2157-7099.1000370.
- 202/ Murgia A., Scano P., Contu M., Ibba I., Altea M., Bussu M., Demuru M., Porcu A, Caboni P. 2016.** Characterization of donkey milk and metabolite profile comparison with human milk and formula milk. *LWT.* 74, 427–433. Doi:10.1016/j.lwt.2016.07.070.
- 203/ Mushi E.Z., Binta M.G. and Ndebele R.T. 2000.** Haematological studies on apparently healthy donkeys in Oodi, Kgatleng district, Botswana. In: (**Kaumbutho P.G., Pearson R.A. and Simalenga T.E., editors**) Empowering Farmers with Animal Traction: Proceedings of the Workshop of the Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa (ATNESA) held 20–24 September 1999, Mpumalanga, South Africa. pp 163-165. ISBN0-907146-104.

- 204/ Navas González F.J., Jordana V.J., Inostroza G.P., Ander Arando Arbulu A.A. and Delgado Bermejo J.V. 2018.** Can Donkey Behavior and Cognition Be Used to Trace Back, Explain, or Forecast Moon Cycle and Weather Events?. *Animals*, 8, 215-241. Doi : 10.3390/ani8110215.
- 205/ Nayeri G.D. 1978.** Blood characteristics of the adult donkey. *Vet. Med. A.*, 25: 541-547.
- 206/ Ndlovu L.R., Bwakura T. and Topps J.H. 2000.** The role of donkeys in integrated crop-livestock systems in semi-arid areas of Zimbabwe.(pp. 190-193). In: **Starkey P. and Fielding D. (Eds)**, Donkeys, people and development. A resource book of the Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa (ATNESA). ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), Wageningen, The Netherlands, pp244. ISBN 92-9081-219-2.
- 207/ Nengomasha E.M., Pearson R.A. and Smith T. 1999.** The donkey as a draught power resource in smallholder farming in semi-arid western Zimbabwe.Live weight and food and water requirements.*Br. Soc. Anim. Sci.* 69: 297-304.
- 208/ Neves E.M., Costa G.M.J., França L.R. 2014.** Sertoli cell and spermatogenic efficiencies in Pêga Donkey (*Equus asinus*). *Anim. Reprod.*, 11 (4), 517-525.
- 209/ Neves E.S., Chiarini-Garcia H., França L.R. 2002.** Comparative testis morphometry and seminiferous epithelium cycle length in donkeys and mules. *Biol Reprod*, 67:247-455.
- 210/ Nicks B., Delfontaine B., Canart B., Vanderbruggen J. and Vandenneede M. 2006.** Caractéristiques morphologiques des juments de Trait belge. *Ann. Méd. Vét.* 150 : 247-251.
- 211/ Nininahazwe P.C., Sow A., Roamba R.C., Kalandi M., Ahmed H.D., Ouédraogo G.A. and Sawadogo G.J. 2017.** West African donkey's liveweight estimation using body measurements, *Veterinary World*. 10 (10): 1221-1226.
- 212/ Nipken C. and Wrobel K.H. 1997.** A quantitative morphological study of age-related changes in the donkey testis in the period between puberty and senium. *Andrologia*. 29: 149-161.

- 213/ Nishikawa Y. 1959.** Studies on reproduction in horses. *Japan Racing Association*, Shiba Tamuracho, Minatoku, Tokyo, Japan, pp 2-27.
- 214/ Olaifa F., Ayo J.O., Ambali S. F and Rekwot P.I. 2012.** Hemato-biochemical responses to packing in donkeys administered ascorbic acid during the harmattan season. Published online in J-STAGE 16 November 2012. *J. Vet. Med. Sci.* 77(2): 133–138. Doi: 10.1292/jvms.12-0038.
- 215/ Ollivier L. and Foulley J.L. 2013.** A note on the partitioning of allelic diversity. *Conservation Genetics.* 14(6), 1285–1290. Doi: 10.1007/s10592-013-0508-5.
- 216/ Orlandi M., Curadi M.C., Leotta R., Berni P. 1997.** Profilo metabolico nell'asino amiatino. *Ann. Fac. Med. Vet. Pisa.* 50 :47–53.
- 217/ Orlando L., Ginolhac A., uojie Zhang G., Froese D., Albrechtsen A., Stiller M., Schubert M., Cappellini E., Petersen B., Moltke I., Johnson P.L.F., Fumagalli M., Vilstrup J.T., Raghavan M, KorneliussenT , Malaspinas A.S., Vogt J., Szklarczyk D, Kelstrup C.D., Vinther J., Dolocan A., Stenderup J., Velazquez1 A.M.V., Cahill J., Rasmussen M., Wang X., Min J., Zazula G.D., Seguin-Orlando A., Mortensen C., Magnussen K., Thompson J.F., Weinstock J., Gregersen K.,. Røed K.H., Eisenmann V., Rubin C.J., Miller D.C., Antczak D.F., Bertelsen M.F., Brunak S., Al-Rasheid K.A.S., Ryder O., Andersson L., Mundy J., Krogh A., Gilbert M.T.P., Kjær K., Sicheritz-Ponten T., Jensen L.J., Olsen J.V., Hofreiter M., Nielsen R., Shapiro B., Wang J. and Willerslev E. 2013.** Recalibrating Equus evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse. *Letter research.* 499: 74-81. <https://doi.org/10.1038/nature12323>.
- 218/ Orlu E.E., Egbunike G.N. 2010.** Breed and seasonal variations in the testicular morphometry, gonadal and extragonadal sperm reserves of the barred Plymouth rock and Nigerian indigenous breeds of the domestic fowl. *Pakistan journal of biological sciences.* 13 (3): 120-125.
- 219/ Osthaus B., Proops L., Long S., Bell N., Hayday K. and Burden F. 2017.** Hair coat properties of donkeys, mules and horses in a temperate climate. *Equine Veterinary Journal.* pp 1–4.

- 220/ Padilha F. G. F., De Andrade A. M., Fonseca A.B.M., De Godoi F.N., De Almeida F. Q., Ferreira A.M.R. 2017.** Morphometric measurements and animal-performance indices in a study of racial forms of Brazilian Sport Horses undergoing training for eventing. *R. Bras. Zootec.*, 46 (1) : 25-32.
- 221/ Pambu-Gollah R., Cronje P. B. and Casey N. H. 2000.** An evaluation of the use of blood metabolite concentrations as indicators of nutritional status in free-ranging indigenous goats. *South African Journal of Animal Science*. 30: 115 – 120.
- 222/ Papa L. and Kume K. 2012.** The results of identification and characterisation the donkey population in Albania. *Agriculture and Forestry*, 58 (3): 125-134.
- 223/ Papademas P., Parmaxi I., Aspri M. 2015.** Probiotic, Antimicrobial, Antioxidant and Sensory properties of Fermented donkey milk with *Lactobacillus fermentum* ME-3 and *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356). *BAOJ Microbio*. 1: 004.
- 224/ Pathak V., Sheikh A., Rajput R., Bhardwaj R.L., Sharma A. 2013.** Morphometric and histological observations on the testis of mule and donkey of Himalayan region. *Indian journal of veterinary anatomy*, 25 (02): 99- 101.
- 225/ Paulo H.C., Andrea C.C.S., Miyoshi S., Benito S.B. 2012.** Serum proteins fractions in Brazilian- breed donkeys using Agarose gel electrophoresis. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*. 36(1):9-12.
- 226/ Pearson R.A. and Ouassat M. 2000.** A guide to live weight estimation and body conditions scoring of donkeys. *Edinburgh, UK, CTVM*, pp 16.
- 227/ Pearson R.A. and Ouassat M. 1996.** Estimation of the liveweight and body condition of working donkeys in Morocco. *Vet Rec*. 138 (10) :229-33.
- 228/ Perez-Ecija A., Buzon-Cuevas A., Aguilera-Aguilera R., Gonzalez-De Cara C.A., Mendoza F.J. 2020.** Blood storage conditions affect hematological analysis in samples from healthy donkeys and donkeys with experimentally- induced endotoxemia. *Front. Vet. Sci*. 7:640. Doi:10.3389/fvets.2020.00640.

- 229/ Pimentel M.M.L., Pinheiro M., Filho H.M., Sakamoto S.M., Nobre F.V., Dias R.V.C. 2014.** Biometric parameters of asinines (*Equus asinus*) used in evidence of race in the state Of Rio Grande do Norte. *Acta Veterinaria Brasilica*. 8 (2), 136-143.
- 230/ Pitel P., Moulin M., Valette J.P., Dumontier S., Petit L., Fortier G., Courouc -Malbanc A. 2006.** Approche des valeurs hématologiques et biochimiques chez deux races asines. Approach to haematological and biochemical values in two sheep breeds (in French). *Prat. Vet. Equine*. 38 (149):19–25.
- 231/ Poelstra K., Bakker W.W., Klok P.A., Hardonk M.J. and Meijer D.K. 1997.** A physiologic function for alkaline phosphatase: endotoxin detoxification. *Laboratory investigation*. 76 (3), 319– 327.
- 232/ Polidori P. and Vincenzetti S. 2013.** Use of Donkey Milk in Children with Cow’s Milk Protein Allergy. *Foods*. 2 (2), 151-159. <https://doi.org/10.3390/foods2020151>.
- 233/ Polidori P., Vincenzetti S., Cavallucci C., Beghelli D. 2008.** Quality of donkey meat and carcass characteristics. *Meat Science*. (80). 1222–1224. doi:10.1016/j.meatsci.2008.05.027.
- 234/ Pritchard A., Nielsen B., Mc Lean A., Robison C., Yokoyama M., Hengemuehle S., Bailey S., Harris P. 2019.** Insulin Resistance as a Result of Body Condition Categorized as Thin, Moderate, and Obese in Domesticated U.S. Donkeys (*Equus asinus*). *Journal of Equine Veterinary Science*. 77: 31- 35. <http://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.02.011>.
- 235/ Prudy S.R. 2005.** Artificial Insemination for Miniature Donkeys In: Veterinary Care of Donkeys, Matthews N.S. and Taylor T.S. (Editors). International Veterinary Information Service, Ithaca N.Y. Zthacany. <http://www.ivis.org/advances/Matthews/purdy3/chapter.asp?LA=1>.
- 236/ Quaresma M., Bacellar D., Nova M., 2018.** The Reproductive System. In: In book: The Clinical Companion of The Donkey, Chapter: The Reproductive System, Publisher: The Donkey Sanctuary, Editors: Evans L. and Crane M. pp 73-81.

- 237/ Quaresma M., Martins A. M. F., Rodrigues J. B., Colaço J., Payan-Carreira R.P. 2013.** Pedigree and herd characterization of a donkey breed vulnerable to extinction. *Animal*. 1-6. Doi: 10.1017/S1751731113002218.
- 238/ Quaresma M., Nóvoa M., Martins A., Rodrigues J., Colaço J., Payan-Carreira R. 2016.** Demographic studies of the Miranda donkey breed – the challenges to avoid extinction in Raças autóctones no espaço ibérico: um recurso sustentável. pp 56-64.
- 239/ Quartuccio M., Marino G., Taormina A., Zanghì A., Cristarella S. 2011.** Seminal characteristics and sexual behaviour in Ragusano donkeys (*Equus asinus*) during semen collection on the ground. *Large Anim. Rev.* 17(4):151-55.
- 240/ Quartuccio M., Marino G., Zanghì A., Garufi G. and Cristarella S. (2011).** Testicular Volume and Daily Sperm Output in Ragusano Donkeys. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31(3), 143–146. doi:10.1016/j.jevs.2010.12.014.
- 241/ Queen N.O, Anthony B.S., Idris A.L, Usman S.A. 2017.** Haematological indices in *Trypanosoma Brucei Brucei* (federe isolate) infected Nigerian donkeys (*Equus Asinus*) treated with homidium and isometamidium chloride. *Mac. Vet. Rev.* 40 (1): 73-82. <http://dx.doi.org/10.1515/macvetrev-2017-0014>.
- 242/ Quinn G.P. and Keough M.J., 2002.** Principal components and correspondence analysis. In: *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. pp 443-472. Cambridge: Cambridge University Press. Doi:10.1017/CBO9780511806384.018.
- 243/ Qureshi A.S., Ali M. 2016.** Serum enzyme activities and electrolyte concentrations of breeding donkeys (*Equus asinus*): effect of sex, age, lactation and/or pregnancy. *J. Anim. Plant. Sci.* 26(1).
- 244/ Rabier L. 2012.** L'alimentation de l'âne et ses relations avec les maladies asines. *Thèse : TOU 3 – 4039*. p135.
- 245/ Rand M.L., Murray R.K. 2002.** Protéines Plasmatiques, immunoglobulines et coagulation sanguine. In: Murray, Granner, Rodwell, Mayes, editors. *Biochimie de Harper*. 25 th ed. Bruxelles, De Boeck Université, pp 737-762.

- 246/ Raspa F., Cavallarin L., McLean A., Bergero D., Valle E. 2019.** A Review of the Appropriate Nutrition Welfare Criteria of Dairy Donkeys: Nutritional Requirements, Farm Management Requirements and Animal-Based Indicators. *Animals*. 9, 315. Ikiusè Doi : 10.3390/ani9060315.
- 247/ Raveneau A et Daveze J. 1996.** Le livre de l'âne, son histoire, sa famille, son éducation, toute sa vie. *Rustica Editions*. pp 128.
- 248/ Rege J.E.O. and Lipner M.E. (eds). 1992.** Animal genetic resource characterisation, conservation and utilization. In: African animal genetic resources: Their characterisation, conservation and utilisation. Proceedings of the Research Planning Workshop held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 19 – 21 February 1992. ILCA (International Livestock Centre for Africa), Addis Ababa, Ethiopia. pp 9- 31.
- 249/ Richard M.M. 1857.** Bulletin mensuel de la société impériale zoologique d'acclimatation : Espèces chevaline, asine, bovine et porcine de l'Algérie.p 30, 323-328, 330, 359, 389.
- 250/ Roamba C.R. 2014.** Caractérisation morphobiométrique et biochimique des asins (*Equus asinus*) du Sénégal. *Thèse n ° 10*.
- 251/ Rosenbom S., Costa V., Al-Araimi N., Kefena E., Abdel-Moneim A.S., Abdalla M.A., Bakhiet A. and Beja-Pereira A. 2014.** Genetic diversity of donkey populations from the putative centers of domestication. *International Foundation for Animal Genetics*. 46: 30–36.
- 252/ Rosenbom S., Costa V., Al-Araimi N., Kefena E., Abdel-Moneim A.S., Abdalla M.A., Bakhiet A., Beja-Pereira A. 2014.** Genetic diversity of donkey populations from the putative centers of domestication. *Animal Genetics*. 46(1), 30–36. doi:10.1111/age.12256.
- 253/ Rossel S., Marshall F., Peters J., Pilgram T., Adams M.D. and O'Connor D. 2008.** Domestication of the donkey: Timing, processes, and indicators. *PNAS*. 105 (10) 3715-3720. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709692105>.

- 254/ Rota A., Puddu B., Sabatini C., Panzani D., Lainé A.L., and Camillo F. 2018.** Reproductive parameters of donkey jacks undergoing puberty. *Animal Reproduction Science*. 192: 119–125. doi:10.1016/j.anireprosci.2018.02.021.
- 255/ Rukavina D., Ajanovic A., Hasanbasic D., Hodzic A., Suljevic D., Beganovic K, Zahirovic A. 2016.** Preliminary Study of Hematological Parameters in Herzegovinian Donkey. *Veterinaria*. 65 (1): 22- 26.
- 256/ Rukavina D., Suljević D., Fočak M., Hadžijunuzović-Alagić Dž., Hadžimusić N.and Zahirović A. 2018.** The influence of gender and age on haematological parameters in Herzegovinian donkey. *Veterinarska Stanica*. 49: 425- 431.
- 257/ Salari F., Ciampolini R., Mariti C., Millanta F., Altomonte I., Licitra R., Auzino B., D’Ascenzi, C., Bibbiani C., Giuliotti L., Papini R.A. and Martini M. 2019.** A multi-approach study of the performance of dairy donkey during lactation: Preliminary results. *It. J. Anim. Sci.* 18 : 1135–1141.
- 258/ Salifou K. 2014.** Caractérisation morpho-biométrique et biochimique des asins (*Equus asinus*) du Burkina- Faso. *Thèse, EISMV, Université Cheikh Anta Diop de Dakar*.
- 259/ Salimei E. 2011.** Animals that produce dairy foods e donkey. In: **Fuquay J. W., Fox P. F. and Mc Sweeney P. L. H. (Eds.)** (2nd ed.). *Encyclopedia of dairy sciences*, 1:365-373. San Diego, CA, USA: Academic Press.
- 260/ Sam Y. 2020.** African origins of modern asses as seen from paleontology and DNA: what about the Atlas wild ass?. *Geobios*. 58 (2020) 73–84. doi:10.1016/j.geobios.2019.12.001.
- 261/ Sanson A., 1867.** Applications de la zootechnie. Cheval, âne, mulet, institutions hippiques. La librairie agricole de la Maison Rustique Ed, Paris. p 576.
- 262/ Santillo A., Figliola L., Ciliberti M.G., Caroprese M., Marino R., Albenzio M. 2018.** Focusing on fatty acid profile in milk from different species after in vitro digestion. *J. Dairy Res.* 85, 257–262.

- 263/ Santos J.B.F., Franco M.M., Antunes R.C., Guimarães E.C., Mundim A.V. 2018.** Serum biochemical profile of Pêga breed donkeys in the state of Minas Gerais. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 38(6):1225-1231.
- 264/ Sargentini C., Tocci R., Martini A., Bozzi R. 2018.** Morphological characterization of Amiata donkey through Multivariate analyses. *R. Bras. Zootec.* 47 : e20170310.
- 265/ Sarti L., Martin M., Brajon G., Barni S., Salari F., Altomonte I., Ragona G., Mori F., Pucci N., Muscas G., Belli F., Corrias F., Novembre E. 2019.** Donkey's milk in the management of children with cow's milk protein allergy: nutritional and hygienic aspects. *It. J. Ped.* 45: 102–110. Doi.org/10.1186/s13052-019-0700-4
- 266/ Satué K., Hernández A., Muñoz A. 2012.** Physiological Factors in the Interpretation of Equine Hematological Profile, Hematology - *Science and Practice*, Dr. Charles Lawrie (Ed.), ISBN: 978-953-51-0174-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/hematology-science-and-practice/haematologicalprofile->
- 267/ Scanes C.G. 2014.** Shifts in Circulating Concentrations of Glucose in Domesticated Mammals: Is There a Consistent Adaptation to Domestication?. *Food and Nutrition Sciences*. 5, 1652-1659. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.517178>.
- 268/ Schäler J. 2019.** Conservation genetics and management of local breeds. Thesis Gedruckt mit Genehmigung des Dekans der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. ISSN: 0720-4272. DOI: 10.13140/RG.2.2.27728.56324.
- 269/ Schmid M., Forstner V. 1986.** Laboratory Testing in Veterinary Medicine Diagnosis and Clinical Monitoring. 3rd edition. Editions Bohringer Mannheim GmbH. pp 253.
- 270/ Sedlinská M., Biricová D., Horáčková E., Mráčková M. 2016.** Selected haematological and biochemical indices in donkeys in the Czech and Slovak Republics. *Acta Vet. Brno*, 85: 227-230. Doi: 10.2754/avb201685030227.
- 271/ Sedlinská M., Biricová D., Horáčková E., Mráčková M. 2016.** Selected haematological and biochemical indices in donkeys in the Czech and Slovak Republics. *Acta Vet. Brno*. 85: 227-230. Doi : 10.2754/avb201685030227.

- 272/ Sgorbini M., Bonelli F., Rota A., Baragli P., Marchetti V. and Corazza M. 2013.** Hematology and Clinical Chemistry in Amiata Donkey Foals from Birth to 2 Months of Age. *Journal of Equine Veterinary Science*. 33 (1), 35–39. doi:10.1016/j.jevs.2012.04.010.
- 273/ Sgorbini M., Luchetti E., Ressel L., Poli A., Corazza M. 2008.** Evaluation of two methodologies to determine immunoglobulins in serum of foals of Amiata donkey. In: Proceedings of the XIV SIVE/FEEVA Congress; Venice, Italy. pp 431- 2.
- 274/ Shariatikia M., Behbahani M., Mohabatkar H., 2017.** Anticancer activity of cow, sheep, goat, mare, donkey and camel milks and their caseins and whey proteins and in silico comparison of the caseins. *Molecular Biology Research Communications*. 6(2):57-64.
- 275/ Shawaf T. 2017.** Some Haematological and Serum Biochemical Parameters in Apparently Clinically Healthy Hassawi Donkey. *Am. J. Vet. Sci.* Vol. 53: 125-130. DOI: 10.5455/ajvs.258621.
- 276/ Shawaf T.M., Almathen F., Al-Ahmad J. and Elmoslemany A. 2016.** Morphological characteristics of Hassawi donkey, Eastern Province, Saudi Arabia. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 49 (2) : 178-183.
- 277/ Siliart B., Nguyen F. 2007.** Le mémento biologique du vétérinaire. Point Vét. Ed., France, pp 318.
- 278/ Simenew K., Gezahegne M., Getachew M., Wondyefraw M., Alemayehu L., Eyob I. 2011.** Reference Values of Clinically Important Physiological, Hematological and Serum Biochemical Parameters of Apparently Healthy Working Equids of Ethiopia. *Global Veterinaria*. 7 : 1-6.
- 279/ Skippen L., Collier J, Kithuka J.M. 2021.** The donkey skin trade: a growing global problem. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 58 (special issue): e175262. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2021.175262>.
- 280/ Soltner D. 1999.** Alimentation des animaux domestiques. 21ème Edition. Editions Collection Sciences et Techniques Agricoles, pp 176.

- 281/ Sommer H., Axt F., Roux N. 1996.** Contrôle de la santé et de l'apport nutritionnel chez le cheval à l'aide de certains paramètres du sérum sanguin. *Prat. Vet. Equine.* 28 (4): 279-284.
- 282/ Souza A.F., Kunz J.R., Laus R., Moreira M.A., Muller T.R., Fonteqe J.H. 2016.** Biometrics of hoof balance in equids. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 68 (4), 825-831.
- 283/ Stanišić L., Dimitrijević V., Simeunović P., Lakić N., Radović I., Ivanković A., Stevanović J., Tanimirović Z. 2015.** Morphological, biochemical and hematological characterization of endangered Balkan donkey breed. *ActaVeterinaria-Beograd.* **65** (1), 125-136.
- 284/ Starkey P. and Starkey M. 2004.** Regional and world trend in donkey populations P. Starkey, D. Fielding (Eds.), *Donkeys, people and development*, ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA) Wageningen, The Netherlands, 10-21.
- 285/ Starkey P. and Starkey M., 2000.** Regional and world trends in donkey populations. pp 10-21 in: **Starkey P. and Fielding D. (eds), 2000.** *Donkeys, people and development. A resource book of the Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa (ATNESA).* ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), Wageningen, Netherlands. pp 247. ISBN 92-9081-219-2. Paper available from <http://www.atnesa.org>.
- 286/ Stockwell C.A., Hendry A.P. and Kinnison, M.T. 2003.** Contemporary evolution meets conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution.* 18(2), 94–101. Doi : 10.1016/s0169-5347(02)00044-7
- 287/ Stryer L. 1995.** Dégradation des aminoacides et cycle de l'urée. In : *La biochimie de Lubert Stryer.* 4th ed. New York, W.H. Freeman and Company, 629-652.
- 288/ Svendsen E. 2008.** *The Professional Handbook of the Donkey. 4e Edition.* Sidmouth, Devon: Whittet Books, pp 438.
- 289/ Taylor F.G.R., Hillyer M.H. 1998.** *Technique de diagnostic en médecine équine.* Maloine Editeur, pp 196.

- 290/ Tesfaye T., Mamo G., Endebu B., Abayneh T. 2014.** Comparative serum biochemical profiles of three types of donkeys in Ethiopia. *Comp. Clin. Pathol.* 23(1):205- 212.
- 291/ The Donkey Sanctuary. 2017.** Under the Skin: The emerging trade in donkey skins and its implications for donkey welfare and livelihoods [Internet]. [cited 2020 Sep 26]. Available from: https://www.thedonkeysanctuary.org.uk/sites/uk/files/2017-11/under_the_skin_report.pdf.
- 292/ The donkey sanctuary. 2019.** Global donkey populations are in crisis. *Veterinary Record.* 1-2.first published as 10.1136/vr.l6940.
- 293/ Thomas P. 1884.** Recherche stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. *Mémoire de la société géologique de France. Troisième série.* Tome 3.
- 294/ Tibary A., Sghiri A., Bakkoury M. 2006.** Reproductive patterns in donkeys. In: Proceedings of the 9th International Congress of the World Equine Veterinary Association; January 22–26. Marrakech, Morocco. 2006 ; (suppl):311–319.
- 295/ Uniacke-Lowe T., Fox P.F. 2011.** Milk, Equid milk. In Encyclopedia of Dairy Sciences, 2nd ed.; Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Eds.; Elsevier Academy Press: London, UK, Volume 3, pp 518–529.
- 296/ Valette D. 2015.** Invisible Workers: The Economic Contributions of Working Donkeys, Horses and Mules to Livelihoods.
- 297/ Vall E., Ebangi A.L. et Abakar O. 2001.** Mise au point d'une grille de notation de l'état corporel des ânes de trait au Nord du Cameroun. *Revue Élev.Méd.vét. Pays trop.*, 54 (3-4): 255-262.
- 298/ Vally L. 2012.** L'alimentation de l'ânesse en lactation. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, pp 125.
- 299/ Vilstrup J.T., Seguin-Orlando A., Stiller M., Ginolhac A., Raghavan M., Nielsen S.C.A., Weinstock J, Froese D, Vasiliev S.K., Ovodov N.D., Clary J., Helgen K.M., Fleischer R.C., Cooper A., Shapiro B., Orlando L. 2013.** Mitochondrial

Phylogenomics of Modern and Ancient Equids. *PLoS ONE*. 8(2): e55950. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055950>.

- 300/ Vincenzetti S., Cecchi T., Perinelli D.R., Pucciarelli S., Polzonetti V., Bonacucina G., Ariani A., Parrocchia L., Spera D.M., Ferretti E., Vallesi P., Polidori P. 2017.** Effects of freeze-drying and spray-drying on donkey milk volatile compounds and whey proteins stability, *LWT - Food Science and Technology*. 88: 189- 195. doi: doi:10.1016/j.lwt.2017.10.019.
- 301/ Vinuthan M., Ramesh D. and Rajashailesha N. 2020.** Preliminary Studies on Hemato-Biochemical Profiles of Indigenous Free Ranging Donkeys (*Equus asinus*) In and Around Hassan, Karnataka, India. *International Journal of Livestock Research*. 10 (9), 136-141. Doi: <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20200608061722>.
- 302/ Vlaeva R., Georgieva S., Barzev G. and Ivanova I. 2016.** Morphological and phenotypic characteristics of donkeys in some regions of Bulgaria. *Trakia Journal of Sciences*. 14 (1): 92-95.
- 303/ Waite L.H., Cebra C.K. 2009.** Characterization of hypertriglyceridemia and response to treatment with insulin in horses, ponies, and donkeys: 44 cases (1995-2005). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 234: 915–9.
- 304/ Wang L., Sheng G., Preick M., Hu S., Deng T., Taron U.H., Barlow A., Hu J., Xiao B., Sun G., Song S., Hou X., Lai X., Hofreiter M. and Yuan J. 2021.** Ancient Mitogenomes Provide New Insights into the Origin and Early Introduction of Chinese Domestic Donkeys. *Front. Genet.* 12:759831. doi: 10.3389/fgene.2021.759831.
- 305/ Weiss D.J., Wardrop K.J. 2010.** Schalm's Veterinary Hematology, 6th edn. *Wiley-Blackwell, Ames*.
- 306/ WHO. 2011.** Global strategy for infant and young child feeding. Geneva, 2003. Retrieved August 8, 2011.
- 307/ Yakubu A.S., Chafe U.M. 2008.** Haematological studies of donkeys in Sokoto state, Nigeria. *Sokoto. J. Vet. Sci.* 7: 41-45.

- 308/ Yilmaz O. and Ertuğrul M. 2011.** Some morphological traits of Donkeys Raised in Iğdir, Turkey. *Iğdir Üniv. J. Inst. Sci. &Tehn.* 1 (2): 113-116.
- 309/ Yilmaz O. and Ertuğrul M. 2012.** The morphologic traits of Donkeys Raised in East and Southeast of Turkey. *Hayvansal Üretim.* 53 (1): 10-13.
- 310/ Yvon S., Olier M., Leveque M., Jard G., Tormo H., Ali Haimoud-Lekhal D., Peter M., Eutamène H. 2016.** Donkey milk consumption exerts anti-inflammatory properties by normalizing antimicrobial peptides levels in Paneth's cells in a model of ileitis in mice. *Eur. J. Nutr.* DOI 10.1007/s00394-016-1304-z.
- 311/ Yvon S., Schwebel L., Belahcen L., Tormo H., Peter M., Haimoud- Lekhal D.A., Eutamene H., Jard G. 2019.** Effects of thermized donkey milk with lysozyme activity on altered gut barrier in mice exposed to water-avoidance stress. *J. Dairy Sci.*, 102, 7697–7706.
- 312/ Zakari F.O., Ayo J.O., Rekwot P.I., Kawu M. U. 2016.** Effect of age, sex, physical activity and meteorological factors on haematological parameters of donkeys (*Equus asinus*). *Comparative Clinical Pathology.* 25: 1265–12721.
- 313/ Zakari F.O., Ayo J.O1, Kawu M.U., Rekwot P.I. 2015.** The effect of season and meteorological stress factors on behavioural responses and activities of donkeys (*Equus asinus*) – a review. *Ann. Anim. Sci.*, 15 (2), 307–321. DOI: 10.1515/aoas-2015-0013.
- 314/ Zeder M.A., 2008.** Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *PNAS.* 105 (33) 11597-1604. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801317105>.
- 315/ Zinkl J.G., Mae D., Guzman Merida P., Farver T.B., Humble J.A. 1990.** Reference Ranges and the Influence of Age and Sex on Hematologic and Serum Biochemical Values in Donkeys (*Equus asinus*). *American Journal of Veterinary Research*, 51, 408-413.

Annexes

Productions scientifiques

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

Publication internationale :

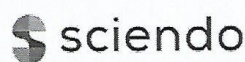
Hannani, H., Bouzebda, Z., Bouzebda-Afri, F., Hannani, A., Khemis M.D.E.H. 2020.
Morphometric characteristics of the extreme eastern Algerian domestic donkey (*Equus Asinus*). *Folia veterinaria*, 64, 1: 66–76.

DOI: 10.2478/fv-2020-0009

Communications Internationales:

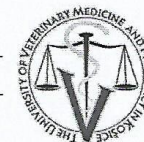
HANNANI H., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F., HANNANI A., SAHI S. :
Algerian donkey's characteristics « *Equus asinus atlanticus* ». 2èmes journées internationales vétérinaires « Arthropodes hématophages et maladies vectorielles », 2^{ème} édition- 16 et 17 Octobre 2018. Université Chadli Bendjedid, El-Tarf. Algérie.

HANNANI H., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F., HANNANI A., SAHI S. :
Etude préliminaire des constants biologiques chez l'âne d'Algérie « *Equus asinus atlanticus* ». 2èmes journées internationales vétérinaires « Arthropodes hématophages et maladies vectorielles », 2^{ème} édition- 16 et 17 Octobre 2018. Université Chadli Bendjedid, El-Tarf. Algérie.



DOI: 10.2478/fv-2020-0009

FOLIA VETERINARIA, 64, 1: 66–76, 2020



MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE EXTREME EASTERN ALGERIAN DOMESTIC DONKEY (*EQUUS ASINUS*)

Hannani, H.^{1,2}, Bouzebda, Z.¹, Bouzebda-Afri, F.¹
Hannani, A.², Khemis M. D. E. H.³

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

²Chadli Bendjedid University. El-Tarf BP: 73, El-Tarf 36000,

³Badji Mokhtar University. Biology Department. Annaba 23000
Algeria

hana.veto@hotmail.fr

ABSTRACT

The aim of this study was to define the morphometric variability of the extreme Eastern Algerian donkeys. The study was carried out from June to December 2018 in El-Tarf, Souk-Ahras, and Tebessa provinces. The study population involved 65 individuals (32 jacks and 33 jennies) between the ages of 3 and 16 years old. In total, 13 body measurements were used, and 5 zootechnical indexes were calculated. The quantitative and qualitative characteristics were studied in order to establish an ethnic and functional classification of this particular subspecies. The qualitative data demonstrated that the coat colour was variable. Bay and greyish colours were dominant with a respective rate of 61.5 % and 38.5 %, respectively. The head, the nose, as well as the eyes contour colours were mainly grey with 52.3 %, 58.5 % and 50.8 % respectively. The partial absence of the coat particularities was observed. The population presented a significant relationship between the quantitative characters ($P < 0.05$). The donkeys were longilinear, of a rectilinear profile, compact with massive trends. They had a hyper-

metric format. The animals are good for meat production. The General Linear Model (GLM) showed that the body measurements were variable by sex and body mass. The principal component analysis (PCA), the multiple correspondence analyses (MCA) and the ascending hierarchical classification (AHC) revealed that the population was composed of 2 clusters representing 4 animal classes. This study was the first report on the phenotypic characterization of donkeys in the extreme Eastern Algerian area, based on corporal measurements. The results indicated the existence of heterogeneity and suggested the possibilities of genetic improvement within the species.

Key words: Algeria; Body measurement; donkey; ethnology; improvement; phenotype

INTRODUCTION

Donkeys were domesticated in Africa since 5 000 years BCE [2, 24]. They were used to satisfy human needs in

transport and work, to allow the movement of people and goods, and to influence the organization of the first cities and pastoral societies [7, 42]. Their numbers decreased with the advent of motor vehicles.

The first genetic studies on mitochondrial DNA revealed that the African Wild Ass was the common ancestor of the present domestic donkey. Two different populations were described: *Equus africanus* and *Equus africanus somaliensis* [2, 19, 51]. However, the Maghreb domestic donkey has not yet been genetically identified; hypotheses suggest the possibility of belonging to the Atlantic donkey [36].

In Algeria, few studies have described the composition of the donkey population from the colonial era [5, 40, 46] to the present [1, 27]. The lack of data on the Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS) about the species in Algeria reflects the neglect and disinterest leading to the reduction of its population from 315 000 in 1961 to 136 000 in 2013 [37]. This study was conducted to contribute to a better understanding of the autochthonous donkey population in Algeria which may influence its preservation and genetic improvement. It may also serve as a reference for other work involving the Algerian and the Maghreb *asinus* species.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was conducted from June to December 2018 in 3 wilaya (provinces) in the extreme East of Algeria: El-

Tarf (36° 46' 02" N, 8° 18' 50" E), Souk-Ahras (36° 17' 15" N, 7° 57' 15" E) and Tebessa (35° 24' 00" N, 8° 07' 00" E) (Fig. 1).

Ethical approval

Given the passive nature and the lack of harm to the animal's health and welfare, no ethical approval was required for this study.

Studied animals

A morphometric description was carried out on 65 donkeys (32 jacks and 33 jennies) between the ages of 3 and 16 years old. The donkeys were divided into 3 age groups: 3–6 years (young); 6–9 years (adult); and >9 years old. The age of the animals was estimated by the observation of the dentition [25, 38]. The body condition scoring was based on the rating grid cited by Pearson and Oussat [35], Vall et al. [47] and Svendsen [45]. The animals were used in traction work in the area of the study.

Data collection

Data collection was derived from the approach developed by Lavergne [27] and adapted by FAO [14] for qualitative and quantitative characteristics.

Qualitative traits studied

Coat colour with its particularities, muzzle, head, mucous membranes, and eye border colours were described by direct observation of the animals in daylight [8, 10].



Fig. 1. Study area

Body measurements and zootechnic indexes

The body measurements were taken by the same operator in the morning. Height, width, and length measures were taken using a measuring rule. A measuring tape was used for the diameter and perimeter measurements. In total, thirteen (13) quantitative characteristics were measured for each animal. These concerned: the Withers Height (WH) measured from the highest point at the withers to the ground [29]; the Heart Girth (HG), the circumference measurement taken around the chest just behind the paws and behind the withers [16]; the Body Length (BL), the distance between the tip of the shoulder and ischium [16]; the Back Length (BkL), from the base of the withers to the base of the tail [16], the Cannon Circumference (CC), a metric tape was placed perpendicular to the axis of the cannon, four fingers below the lower part of the "Knee" joint [3]; the Cannon Length (CL), measured between the metacarpal IV head and the distal end of the metacarpal [3]; the Neck Length (NL), measured between the cranial edge of the atlas wings and the apex of the scapula [3]; the left and right ear length (LEL-REL); the Rump Width (RW), the distance between the ilia [3]; the Rump Height (RH), the distance between the rump and the ground [3]; the diameter between the Ribs (DR); and the Head length (CLH), which was measured on the midline between the top of the occipital region and the tip of the nose [3] (Fig. 2).

From the linear measurements, 5 corporal indexes developed in horses and adapted for donkeys were calcu-

lated [8, 10, 15]; they were defined in the following formulas. The Profile Index (PI) = WH/BL and the Body Index (BI) = BL/HG made possible the distinction between brevilinear, medioliner and longilinear conformations. The animals were small (<1) or medium ($=1$); or fit for work traction. They could also have long conformation (>1); good animals for speed [30, 31]. The Metacarpothoracic index (MTI) = CC/CW allowed defining three animal types: hypermetric, eumetric, and ellipometric animals [6]. The Compactness Index (CI) = BW/WH [4, 12] and the Height in Front of- Behind HFBI = WH/RH [13, 28]. The (CI) defined animals with or without weight overload; $FBH \leq 1$: straight back (no overload) or $HFBI > 1$: the anterior region was higher than the posterior (overload). The body weight (BW) of each animal was calculated according to two validated formulas: $BW1 = HG2.826/4434.7$ [11] and $BW2 = (HG2.575 \times HW 0.240)/3968$ [4].

Statistical analysis

Normality (Kolmogorov-Smirnov test) and homogeneity of variance (Levene test) were checked for all the variables. Variables without parametric test requirements were log-transformed to meet the assumptions of the analysis.

Principal component analysis (PCA) collapsed the 18 inter-correlated variables into independent vectors. The test reduced the dimensionality to a small number of representative and uncorrelated variables. Also, it prevented multi-collinearity.

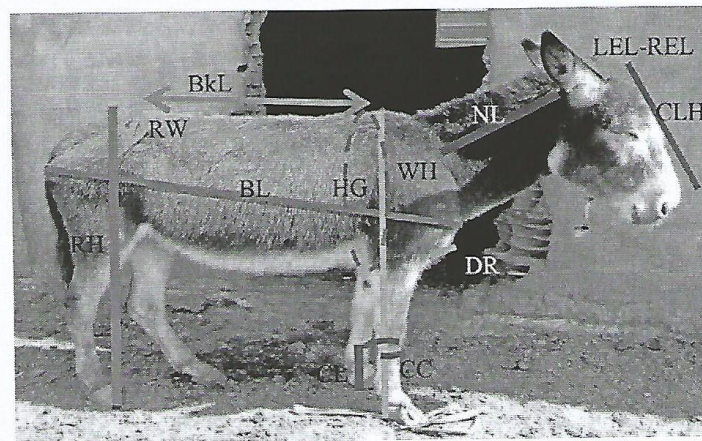


Fig. 2. Body measurements

Multivariate analysis of variance (MANOVA) with the General Linear Model (GLM) procedure was conducted. It assessed the variability of the defined independent vectors by sex, age, body mass, and their interactions. When significant overall F-test values were identified in each MANOVA, we compared the two post-hoc procedures, Scheffé method for univariate F [18].

Factorial analysis (AFC) was used for the qualitative variables. That permitted the differentiation of the donkeys and the construction of a typology, which consisted of identifying individuals who were relatively similar to each other to present common qualitative characteristics. Finally, to obtain the optimal number of groups, an ascending hierarchical classification (CHA) was used. These tests were processed by the SPSS (version 17) and the R software.

RESULTS

Qualitative traits studied

For the donkeys studied, two main coat colours were observed: the bay colour (61.5 %) with its shades (light, dark and burnt) and the grey colour (38.5 %) with its shades (light and dark). The head, muzzle and eye contour colours were predominantly grey with 52.3 %, 58.5 %, and 50.8 %, respectively. Data analysis revealed a partial absence of the coat particularities, especially the back stripes and the zebra marks (100 %).

Quantitative traits studied

The donkeys had dolichocephalic head, length was greater than width (CLH = 40.79 ± 4.65 cm) with longer ears (REL = 26.06 ± 2.23 cm, LEL = 25.88 ± 2.05 cm) (Table 1).

Table 1. Descriptive analysis of the body measurements in the extreme Eastern Algerian donkeys

Traits	Min	Max	Mean ± SD (n = 65)	SE	Var.
HG [cm]	101.00	131.00	114.94 ± 6.78 a	0.06	0.25
BL [cm]	103.00	135.00	115.76 ± 7.23 a	0.11	0.75
HW [cm]	94.00	132.00	110.15 ± 8.49 a	0.07	0.28
NL [cm]	26.00	52.00	39.62 ± 5.38 a	0.84	45.96
REL [cm]	21.00	32.00	26.06 ± 2.23 a	0.90	52.27
LEL [cm]	22.00	32.50	25.88 ± 2.05 a	1.05	72.03
CLH [cm]	24.00	50.00	40.79 ± 4.65 a	0.67	28.91
CL [cm]	10.00	22.00	14.07 ± 2.28 b	0.28	4.97
CC [cm]	11.00	17.00	13.93 ± 1.33 C	0.25	4.20
BKL [cm]	51.00	107.00	69.95 ± 10.11 b	0.58	21.62
RW [cm]	27.50	40.00	32.76 ± 3.03 e	0.28	5.21
DR [cm]	19.00	33.00	25.93 ± 2.99 e	0.17	1.77
RH [cm]	96.00	137.00	114.02 ± 9.25 a	1.25	102.17
BW1 [kg]	104.08	217.04	151.30 ± 25.45 a	0.38	9.17
BW2 [kg]	108.95	227.33	158.83 ± 26.77 a	0.37	8.92

Values with different alphabet letters across the row for each parameter were significantly different at $P < 0.05$. (HG) Heart Girth, (BL) Body Length, Withers Height (WH), (NL) Neck Length, (REL) Right Ears Length, (LEL) Left Ear length, (CLH) Head length, (CL) Cannon Length, (CC) Cannon Circumference, (BKL) Back Length, (RW) Rump Width, (DR) Diameter between the Ribs, (RH) Rump Height, (BW 1) Body Weight 1, (BW 2) Body Weight 2

Table 2. Calculated zootechnical indexes

Indices	Min	Max	Mean ± SD (n = 65)	SE	Var.
CI	0.95	1.18	1.05 ± 0.05	0.01	0.00
PI	0.84	2.48	0.98 ± 0.20	0.02	0.04
BI	0.37	1.10	1.00 ± 0.09	0.01	0.01
MTI	0.10	0.15	0.12 ± 0.01	0.00	0.00
HFBI	0.89	1.03	0.97 ± 0.03	0.00	0.00

(PI) Profile Index, (BI) Body Index, (MTI) Metacarpo-thoracic index
(CI) Compactness Index, (HFBI) Height in Front of- Behind

Table 3. Body measurements according to the factors (sex and BCS)

Traits	According to sex		P	According to BCS		P
	Male n = 32	Female n = 33		BCS = 3 n = 43	BCS = 4 n = 22	
HG [cm]	116.85 ± 7.18	112.97 ± 5.82	*	113.44 ± 4.66	117.52 ± 6.33	*
BL [cm]	116.85 ± 8.81	114.64 ± 5.02	Ns	115.82 ± 6.93	116.86 ± 6.94	Ns
HW [cm]	112.67 ± 9.90	107.55 ± 5.81	*	109.70 ± 4.59	111.55 ± 7.45	*
NL [cm]	40.45 ± 6.33	38.75 ± 4.09	Ns	36.61 ± 5.27	41.75 ± 4.31	
REL [cm]	26.58 ± 2.36	25.53 ± 1.99	ns	25.38 ± 1.14	26.73 ± 2.10	ns
LEL [cm]	26.36 ± 2.15	25.38 ± 1.84	ns	26.12 ± 1.22	26.52 ± 1.92	ns
CLH [cm]	41.33 ± 5.64	40.23 ± 3.33	ns	38.94 ± 7.73	41.86 ± 3.62	ns
CL [cm]	14.85 ± 2.16	13.27 ± 2.15	**	14.46 ± 1.80	14.25 ± 2.54	ns
CC [cm]	14.38 ± 1.32	13.47 ± 1.20	**	14.87 ± 1.44	14.09 ± 0.85	ns
BkL [cm]	72.21 ± 10.12	67.63 ± 9.70	ns	72.02 ± 11.74	71.18 ± 4.19	ns
RW [cm]	32.70 ± 3.38	32.83 ± 2.67	ns	34.07 ± 3.84	32.73 ± 3.44	ns
DR [cm]	26.00 ± 2.81	25.86 ± 3.21	ns	26.80 ± 3.52	26.36 ± 3.26	ns
RH [cm]	117.27 ± 9.70	110.67 ± 7.52	**	112.88 ± 8.74	116.48 ± 9.66	ns
BW1 [kg]	158.60 ± 26.79	143.78 ± 21.94	*	145.23 ± 16.99	160.85 ± 25.04	*
BW2 [kg]	166.75 ± 28.61	150.66 ± 22.34	*	152.82 ± 17.57	168.42 ± 26.18	*

(HG) Heart Girth, (BL) Body Length, Withers Height (WH), (NL) Neck Length, (REL) Right Ears Length, (LEL) Left Ear length, (CLH) Head length, (CL) Cannon Length, (CC) Cannon Circumference, (BkL) Back Length, (RW) Rump Width, (DR) Diameter between the Ribs, (RH) Rump Height, (BW 1) Body Weight 1, (BW 2) Body Weight 2; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001; ns: P > 0.05.

The body length (BL) was measured from the tip of the shoulder to the tip of the ischium. It was 115.76 ± 7.23 cm. The withers height was HW = 110.15 ± 8.49 cm and the rump height (RH) was 114.02 ± 9.25 cm with the highest variation (102.17 %) compared to the other measurements (Table 1). The HG was 114.94 ± 6.78 cm (Table 1). The BW average was 158.83 ± 26.77 kg, it varied between 108.95 kg

and 227.33 kg. Our results showed a highly significant correlation between HG and BW (P < 0.01). There was a significant correlation between the quantitative characteristics (P < 0.05).

Both the Profile and the Body indexes (PI ≈ 1 and BI ≥ 0.90) allowed us to organize the population as longi-linear shaped, whereas the pelvic index (HFBI ≤ 1) indi-

Table 4. Body measurements in the extreme Eastern Algerian donkeys according to age

Traits	3 ans-6 ans	6 ans-9 ans	> 9 ans	P
	n = 28	n = 16	n = 21	
HG [cm]	116.46 ± 7.56	111.69 ± 5.38	114.94 ± 6.78	ns
BL [cm]	116.79 ± 7.89	113.81 ± 6.51	115.76 ± 7.23	ns
HW [cm]	110.54 ± 8.58	108.13 ± 8.14	110.15 ± 8.49	ns
NL [cm]	38.89 ± 6.46	40.56 ± 4.59	39.62 ± 5.38	ns
REL [cm]	26.50 ± 2.17	25.78 ± 2.25	26.06 ± 2.23	ns
LEL [cm]	26.20 ± 2.17	25.81 ± 1.56	25.88 ± 2.05	ns
CLH [cm]	41.18 ± 5.86	40.38 ± 2.55	40.79 ± 4.65	*
CL [cm]	14.77 ± 2.30	12.66 ± 1.60	14.07 ± 2.28	ns
CC [cm]	14.18 ± 1.21	13.44 ± 1.17	13.93 ± 1.33	ns
BKL [cm]	70.64 ± 9.59	67.13 ± 6.44	69.95 ± 10.11	ns
RW [cm]	33.20 ± 2.90	32.13 ± 3.48	32.76 ± 3.03	ns
DR [cm]	26.21 ± 2.77	25.06 ± 3.73	25.93 ± 2.99	ns
RH [cm]	115.89 ± 9.44	110.81 ± 8.74	114.02 ± 9.25	ns
BW1 [kg]	157.30 ± 28.93	139.07 ± 19.00	151.30 ± 25.45	ns
BW2 [kg]	164.70 ± 30.17	146.43 ± 20.50	158.83 ± 26.77	ns

(HG) Heart Girth, (BL) Body Length, Withers Height (WH), (NL) Neck Length, (REL) Right Ears Length (LEL) Left Ear length, (CLH) Head length, (CL) Cannon Length, (CC) Cannon Circumference, (BKL) Back Length (RW) Rump Width, (DR) Diameter between the Ribs, (RH) Rump Height, (BW 1) Body Weight 1 (BW 2) Body Weight 2; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001; ns: P > 0.05

cated that it was a rectilinear population. The HW was less important than the RH.

According to the dactylo-thoracic index, the donkeys were hypermetric (MTI > 0.1). They were compact with heavy tendencies. They could not even bear loads of their own weight (CI > 1). The results indicated that the body mass of the donkeys was greater than their size; they were overweight (Tables 1 and 2).

The multivariate analysis showed that the morphometry of the donkeys was variable by both sexes ($\lambda = 0.68$, $F = 3.75$, $p = 0.004$) and body status (BCS) ($\lambda = 0.80$, $F = 1.98$, $p = 0.004$). On the contrary, the variables were not affected by age ($\lambda = 0.75$, $F = 1.23$, $p = 0.27$). The interactions (sex × age), (sex × BCS), (BCS × age) and (sex × age × BCS) did not have any effects on the variation of the different measures performed. The interactions expressed the respective statistical values ($\lambda = 0.90$, $F = 0.44$, $p = 0.94$), ($\lambda = 0.97$, $F = 0.23$, $p = 0.97$), ($\lambda = 0.79$, $F = 1.02$, $p = 0.43$) and ($\lambda = 0.89$, $F = 0.47$, $p = 0.93$).

According to sex and BCS; Silhouette measurements (HG, BL, HW, NL, REL, LEL, CLH and RH, BW1 and BW2) were positively correlated with each other. There were highly significant differences between the two sexes ($F = 9.91$, $p = 0.003$) and BCS ($F = 7.54$, $p = 0.008$). Males expressed higher body measured values than females. They were generally heavier than females (Table 3).

Body measurements and zootechnical indexes related to the skeleton (CL, BKL), proportions (PI, BI), format (CC, MTI), width (RW, DR), and corpulence (CI, HFBI) were not affected by sex, BCS or by the interaction between those factors ($P > 0.05$).

According to age, animals aged between 6 and 9 years old expressed lesser length and width than other animals with a lower HG and HW and a shorter head (CLH) (Table 4). According to the statistical study, age and its interactions with the other factors of variations (sex × age), (BCS × age) and (sex × age × BCS) didn't have any effect on the difference of the morphometry or the zootechnical indexes ($P > 0.05$).

Genetic variability of the population

The CPA performed on the body measurements yielded a cumulative effect on the first two axes expressing a total inertia rate of 63.73 %. The statistical analysis revealed that those two axes presented respective rates of 52.19 % and 11.54 % of the total inertia, which is statistically insufficient to explain the information (Table 5).

To find more meaningful representation, a hierarchical analysis (AFCM) was indispensable. It made possible the distinction between two clusters explaining 92.46 % of the information with a rate of 86.80 % on the first dimension and 5.66 % on the second one. The hierarchical clustering on the factor map illustrated the relationship between the clusters (Fig. 3). It appeared that, while confirming the structure population, the phylogenetic tree had to establish the relationships between the genetic types. The extreme Eastern Algerian donkey population was structured about four genetic types: A, B, C and D. A and B were closer together while C and D were distant. The results revealed some heterogeneity in the population.

DISCUSSION

Animal's description

In mammalian species, their hair coat properties reflect their health and welfare directly [33]. Despite its great phylogenetic proximity, the asine species have very different phenotypes from those of the horse [28]. Their diversity may be due to the migration of donkeys throughout the African continent [23]. The Extreme Eastern Algerian donkeys have diversified coat colour with a predominance of bay and grey colours (61.5 % and 38.5 % respectively). The results were correlated with the description given by A y a d et al. [1] for the donkeys in the Kabylie area (Centre of Algeria) where the animals were mostly bay (46 %) and grey (19 %). L a b b a c i et al. [26] reported a dominant brown coat colour of the donkeys of Tlemcen (West of Algeria) with a rate of 65.6 %. Our population was compared to the description of the African donkey *Equus asinus nubicus* (*Equus asinus africanus*) [39]. In addition, our observations were comparable to those obtained in the Bulgar-

Table 5. Eigen values (Total Variance explained)

Component	Initial Eigen values			Extraction of the sums of the squares		
	Total	% of variance	% cumul	Total	% of variance	% cumul
1	7.829	52.19	52.19	4.97	33.11	33.11
2	1.731	11.54	63.73	4.59	30.62	63.73

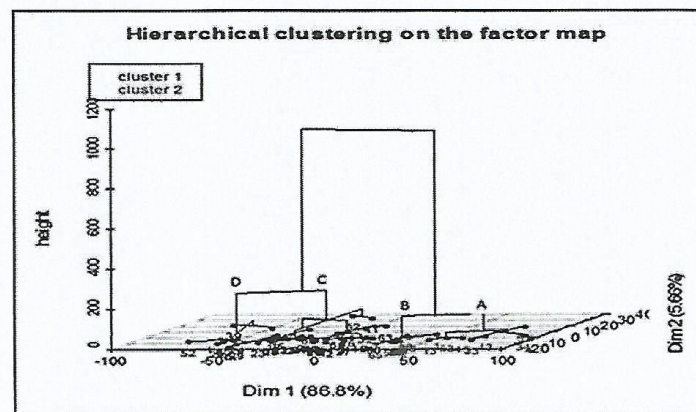


Fig. 3. Hierarchical clustering on the factor map of the extreme Eastern Algerian donkey population

ian donkey population [48]. Yilmaz and Ertuğrul [49, 50] reported mostly grey coloured donkeys in Turkey with a rate of 31.4 %. In addition, Gupta et al. [17] described a greyish colour dominance in the donkeys of the South-West region of Bihar (India).

Body measurements and zootechnical indexes

Cephalic measurements have been used to define the origins of species. Also, they have been used as the criteria for the characterization and the distinction between breeds [20]. The heart girth (HG) is the most commonly used parameter for the determination of the format of the animals [34, 35]. It reflects the development of the chest, and it's covering muscles [31]. The HG has also been used in the estimation of the animal's live weight (BW) for its lower variations. The circumference and length of the trunk may increase when the animal has a distended abdomen due to gestation or overfeeding [9].

The overall results yielded by this study were found to be closer to the donkeys described in the Kabylie area (Algeria) [1], Chad [8] and Turkey [50] (Table 6). However, they were higher than those raised in Mali and Niger [32] (Table 6). The averages obtained were, on the other hand, less important than those reported for the Tlemcen region (West of Algeria) donkeys [26], the Spanish Catalan donkeys [15] (Table 6), as well as those obtained in Catalan and Poitevine donkeys raised in Morocco [4]. Catalan donkeys were introduced in Algeria between the end of the 19th century and the beginning of the 20th century. Bulgarian donkeys were also relatively large compared to those described in our study [37, 48].

The significant correlations obtained between the quantitative characters ($P < 0.05$) for the population were also reported for the Turkish donkeys [49]. There were no significant differences recorded ($P > 0.05$) by Kefena et al. [23] and Defeu et al. [10] for eastern Ethiopia and

Table 6. Comparative analysis of the exterior measurements with the results of other authors

Study area	North- East of Algeria	Kabylie (center) Algeria	Tlemcen (West) Algeria	Niger	Mali	Tchad	Spain	Turkey (South- East)
n	65	126	61	281	292	408	98	194
Authors	Current study	[1]	[26]	[32]	[32]	[8]	[15]	[50]
HG [cm]	114.94±6.78	118.5±7.5	124.26±7.03	107.9±5.25	105.1±8.32	113.33±0.25	157.0±6.65	113.5±0.4
BL [cm]	115.76±7.23	110.1±5.9	157.26±12.88	100.3±5.89	104.8±7.81	109.32 ±0.30	-	105.2±0.5
HW [cm]	110.15±8.49	106.9 ±5.4	116.16±7.23	100.4±3.85	98.1±5.13	102.35±0.23	142.20±6.89	102.3±0.5
NL [cm]	39.62±5.38	46±4.7	-	35.1±4.41	28.4±2.19	46.18±0.19	-	-
REL [cm]	26.06±2.23	24.4±1.8	30.15±2.19	28.2±1.87	24.1±1.21	24.92±0.06	32.45±2.23	21.9±0.1
LEL [cm]	25.88±2.05	24.4±1.8	30.15±2.19	28.6±1.74	24.2±1.21	24.92±0.06	32.45±2.23	21.9±0.1
CLH [cm]	40.79±4.65	48.5±3.3	-	-	-	43.72±0.16	61.24±2.4	48.7±0.2
CL [cm]	14.07±2.28	21.07±1.72	-	-	-	12.56±0.04	-	-
CC [cm]	13.93±1.33	14.7±1.1	17.50±1.86	-	-	17.17±1.05	19.64±1.35	13.6±0.0
BkL [cm]	69.95±10.11	63.2±2.5	-	-	-	-	-	-
RW [cm]	32.76±3.03	32.4±1.6	37.15±3.21	-	-	36.60±0.25	42.28±2.26	-
DR [cm]	25.93±2.99	49.2 ± 1.94	-	-	-	18.36± 0.06	-	-
RH [cm]	114.02±9.25	109.6±4.8	-	-	-	106.18±0.41	141.80±7.73	-

(HG) Heart Girth, (BL) Body Length, Withers Height (WH), (NL) Neck Length, (REL) Right Ears Length, (LEL) Left Ear length, (CLH) Head length (CL) Cannon Length, (CC) Cannon Circumference, (BkL) Back Length, (RW) Rump Width, (DR) Diameter between the Ribs, (RH) Rump Height

the upland of Cameroon donkey's population's characters, consecutively.

The males registered higher body measurement values than females. This variation may be due to physiological differences and activity [22, 43]. The results were consistent with those obtained by K a b o r e [22], R o a m b a [41], J o h n [21] and N i n i n a h a z w e et al. [32].

The zootechnical indexes have been used to describe the structural characteristics, type, and performance of the animals [11, 12]. In our study, they were calculated and analysed to make ethnologic classifications for the extreme eastern Algerian donkeys.

The animals are longilinear, rectilinear, hypermetric and overweight. The body mass was greater than their size [30]. Those results suggested that the population was suitable for meat production. That was in concordance with the description of D e f e u et al. [10] for the uplands of north-western Cameroon donkeys.

Genetic variability of the population

The statistical analysis and the phylogenetic tree establish the relationships between 4 heterogeneous genetic types. D e f e u et al. [10] reported 3 heterogeneous genetic types in the uplands of north-western Cameroon donkeys. However, P a p a and K u m e [36] identified 2 genetic types in Albania. The heterogeneity may be due to the genetic stirring between different populations due to the movement of asine populations. This study area was an informal trade crossroads between Algeria and Tunisia, where the donkey was used as the most appropriate means of transportation. R o a m b a [42], K a b o r e [22] and S t a n i š i ć [44] found that the asine population of Senegal, Burkina Faso, and Balkan were homogeneous, respectively.

CONCLUSIONS

This is the first report on the phenotypic characterization in donkeys in the extreme Eastern Algerian area, based on corporal measurements. The results indicated that heterogeneity exists and suggest that the possibilities of genetic improvement within the species may be possible. However, the molecular characterization would better identify donkey breeds in Algeria.

ACKNOWLEDGEMENT

We are thankful to all the personnel of the BRABTIA zoo for their collaboration and help so that we could conduct the present study on the species.

REFERENCES

1. Ayad, A., Aissanou, S., Amis, K., Latreche, A., Iguer-Ouada, M., 2019: Morphological characteristics of donkeys (*equus asinus*) in Kabylie area, Algeria. *Slovak J. Anim. Sci.*, 52, 2, 53–62.
2. Beja-Pereira, A., England, P.R., Ferrand, N., Jordan, S., Bakhiat, A. O., Abdalla, M. A., et al., 2004: African origins of the domestic donkey. *Science*, 304, 5678, 1781. DOI: 10.1126/science.1096008.
3. Benhamadi, M., Mezouar, K., Benyarou, M., Bouhandasse, A., Gaouar, S. B. S., 2017: Morphometric characterization of the equine barbe breed in northwest of Algeria. *Gen. Biodiv. J.*, 1, 2, 48–65.
4. Boujenane, I., Machmoum, M., 2008: Mensurations corporelles des ânes des races Poitevine et Catalane et de leurs croisés au Maroc. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 61, 1, 63–67. DOI: 10.19182/remvt.10015.
5. Camps, G., Musso, J. C., Chaker, S., 2012: «Âne», *Encyclopédie Berbère*. Document A218, Online since 01 December 2012, Accessed on 26 October 2019. URL: <http://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/2503>.
6. Chabchoub, A., Landolsi, F., Jari, Y., 2004: Etude des paramètres morphologiques des chevaux Barbes de Tunisie. *Revue Méd. Vét.*, 155, 1, 31–37.
7. Colli, L., Perrotta, G., Negrini, R., Bomba, L., Bigi, D., Zambonelli, P., et al., 2013: Detecting population structure and recent demographic history in endangered livestock breeds. *Anim. Genet.*, 44, 1, 69–78. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2012.02356.x.
8. Daloum, S., Meutchieye, F., Manjeli, Y., 2015: Phenotypic diversity of domestic donkeys in the sahelian region of Hadjer-Lami, Chad. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr. AnGR*, Special edn., 123–135.
9. De Aluja, A. S., Tapia Pérez, G., Lopez, F., Pearson, R. A., 2005: Live weight estimation of donkey in Central Mexico from measurement of thoracic circumference. *Trop. Anim. Health. Prod.*, 37, Suppl. 1, 159–71, DOI: 10.1007/s11250-005-9007-0.

10. Defeu, M., Meutchieye, F., Manjeli, Y., 2015: Phenotypic diversity of domestic donkeys (*Equus Africanus Asinus*) in Northwest Cameroon Highlands. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr. AnGR*, Special edn., 137—149.
11. Djaout, A., Afri-Bouzebda, F., Bouzebda, Z., Benidir, M., 2018: Morphological characterization and study of zootechnical indexes of Berbere sheep in Eastern Algeria. *Ind. J. Anim. Sci.*, 88, 6, 706—713.
12. Ebangi, A.L., Vall, E., 1998: Phenotypic characterization of draft donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 51, 4, 327—334.
13. Esquivelzeta, C., Fina, M., Bach, R., Madruga, C., Caja, G., Casellas, J., et al., 2011: Morphological analysis and sub-population characterization of Ripollesa sheep breed. *Anim. Genet. Res.*, 49, 9—17. DOI: 10.1017/S2078633611000063.
14. FAO, 2012: Phenotypic characterization of animal genetic resources. *FAO Animal Production and Health Guidelines*, No. 11. Rome, 7—28.
15. Folch, P., Jordana, J., 1997: Characterization, references ranges and the influence of gender on morphological parameters of endangered Catalanian donkey breed. *J. Eq. Vet. Sci.*, 17, 2, 102—111. DOI: 10.1016/S0737-0806(97)80347-4.
16. Guedaoura, S., Cabaraux, J.F., Moumene, A., Tahraoui, A., Nicks, B., 2011: Evaluation morpho-métrique de chevaux de race barbe et derives en algerie. *Ann. Méd. Vét.*, 155, 14—22.
17. Gupta, A.K., Kumar, S., Pal, Y., Chauhan, M., Kumar, B., Prince, P., 2017: Phenotypic characteristics and general managemental practices for working donkey populations in South Western Bihar region of India. *Ind. J. Anim. Sci.*, 87, 11, 1414—1417.
18. Hair, Jr., J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., 2014: *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited by Pearson New International Edition, U.K. Printed in the United States of America, 519—540.
19. Han, H., Chen, N., Jordana, J., Li, C., Sun, T., Xia, X., et al., 2017: Genetic diversity and paternal origin of domestic donkeys in Animal Genetics. *Anim. Genet.*, 48, 6, 708—711. DOI: 10.1111/age.12607.
20. Hanot, P., Bochaton, C., 2018: New osteological criteria for the identification of domestic horses, donkeys and their hybrids in archaeological contexts. *J. Archaeol. Sci.*, 94, 12—20. DOI:10.1016/j.jas.2018.03.012.
21. John, P.A., 2016: *Characterization of Donkeys () in North-western Nigeria Using Morphological and Morphometric Measures*. A dissertation submitted to the school of postgraduate studies, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria, 64—182.
22. Kabore, S., 2014: *Caractérisation Morphobiométrique et Biochimique des ânes (Equus asinus) du Burkina-Faso*. PhD. Thesis No 15. Cheikh Anta Diop University (UCAD). Burkina-Faso. 41—68.
23. Kefena, E., Beja-Pereira, A., Han, J.L., Haile, A., Mohammed, Y.K., Dessie, T., 2011: Eco-geographical structuring and morphological diversities in Ethiopian donkey populations. *Livest. Sci.*, 141, 232—241.
24. Kimura, B., Marshall, F.B., Chen, S., 2011: Ancient DNA from Nubian and Somali wild ass provides insights into donkey ancestry and domestication. *Proc. Biol. Sci.*, 278, 1702, 50—57. Epub July 28, 2010. DOI: 10.1098/rspb.2010.0708.
25. Konen, F., 2011: *Dermatologie de l'âne (Equus asinus)*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire. *Vet. Agro Sup.*, Campus vétérinaire de Lyon. 33—37.
26. Labbaci, M., Djaout, A., Benyarou, M., Ameer, A., Gaouar, S.B.S., 2018: Morphometric characterization and typology of donkey farming (*Equus Asinus*) in the wilaya of Tlemcen. *Genet. Biodiv. J.*, 2, 1, 60—72.
27. Lauvergne, J.J., 2006: Inventaire des ressources génétiques caprines dans un pays d'Afrique à l'aide de différents marqueurs et indices. *Synthèse Méthodologique*, INA-PG, Clamart, 5 pp.
28. Legrand, R., Abitbol, M., 2016: Identification of mutations at the origin of various phenotypes in donkeys. *Bull. Acad. Vét. France*, 169, 2, 110—116. DOI: 10.4267/2042/60679.
29. Marcenac, L.N., Aublet, H., D'autherville, P., 1980: Etude comparative des régions proportions- compensations hippométrique. In Maloines, A. (Ed.): *Encyclopédie du Cheval*, Paris, France, 195—212.
30. Mariante, A., Da, S., Miserani, M.G., Mc Manus, C., Santos, S.A., De Abreu, U.G.P., et al., 2002: Body indexes for the Pantaneiro horse. In *Proceedings 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, 30, 431—434.
31. Nicks, B., Delfontaine, B., Canart, B., Vanderbruggen, J., Vandeneede, M., 2006: Caractéristiques morphologiques des juments de Trait belge. *Ann. Méd. Vét.*, 150, 247—251.
32. Nininahazwe, P.C., Sow, A., Roamba, R.C., Kalandi, M., Ahmed, H.D., Ouédraogo, G.A. et al., 2017: West African donkey's liveweight estimation using body measurements. *Vet. World*, 10, 10, 1221—1226. Published online Oct. 12, 2017. DOI: 10.14202/vetworld.2017.1221-1226.
33. Osthaus, B., Proops, L., Long, S., Bell, N., Hayday, K., Burden F., 2017: Hair coat properties of donkeys, mules and horses in a temperate climate. *Eq. Vet. J.*, 50, 2018, 339—342. DOI: 10.1111/evj.12775.

34. Pearson, R. A., Ouassat, M., 1996: Estimation of the live-weight and body condition of working donkeys in Morocco. *Vet. Rec.*, 138, 10, 229—233.
35. Pearson, R., Ouassat, M., 2000: *A Guide to Live Weight Estimation and Body Conditions Scoring of Donkeys*. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, Scotland, 4—16.
36. Papa, L., Kume, K., 2012: The results of identification and characterisation the donkey population in Albania. *Agric. Forest.*, 58, 3, 125—134.
37. Porter, V., Alderson, G. L. H., Hall, S. J. G., Spønenberg, D. P., 2016: Asses. In *Mason's World Encyclopedia of Livestock Breeds and Breeding*. CABI Edition, U.K., 2 (pack), Vol 1, 1—53.
38. Rabier, L., 2012: *L'Alimentation de l'âne et ses Relations avec les Maladies Asines*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse—ENVT, 151 pp. <http://oatao.univ-toulouse.fr/> Eprints ID: 6261.
39. Raveneau, A., Daveze, J., 1996: Le livre de l'âne, son histoire, sa famille, son éducation, toute sa vie. *Collection archives animaux*. Rustica Editions, France, 128—129.
40. Richard, M. M., 1857: *Bulletin Mensuel de la Société Impériale Zoologique d'Acclimatation: Espèces Chevaline, Asine, Bovine et Porcine de l'Algérie*. T 4. 323—389. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5448173s/f6.image>.
41. Roamba, C. R., 2014: Caractérisation morpho-biométrique et biochimique des asins (*Equus asinus*) du Sénégal. *These Med. Vet. Dakar*, 10, 100.
42. Rosenbom, S., Costa, V., Al-Araimi, N., Kefena, E., Abdel-Moneim, A. S., Abdalla, M. A., et al., 2014: Genetic diversity of donkey populations from the putative centers of domestication. *Anim. Genet.*, 46, 1, 30—36. DOI: 10.1111/age.12256.
43. Shawaf, T. M., Almathen, F., Al-Ahmad, J., Elmoslemany, A., 2016: Morphological characteristics of Hassawi donkey, Eastern Province, Saudi Arabia. *Alexandria J. Vet. Sci.*, 49, 2, 178—183. DOI: 10.5455/ajvs.226158.
44. Stanišić, L., Dimitrijević, V., Simeunović, P., Lakić, N., Radović, I., Ivanković, A., et al., 2015: Morphological, biochemical and haematological characterization of endangered Balkan donkey breed. *Acta Vet.-Beograd*, 65, 1, 125—136. DOI: 10.1515/acve-2015-0010.
45. Svendsen, E., 2008: *The Professional Handbook of the Donkey*. Whittet Books Ltd U.K., 3rd edn., 438 pp.
46. Thomas, P., 1884: *Recherche Stratigraphiques et Paléontologiques sur Quelques Formations d'eau Douce de l'Algérie*. Mémoire de la société géologique de France. Troisième série. Tome 3. 19—51.
47. Vall, E., Ebangi, A. L., Abakar, O., 2001: Mise au point d'une grille de notation de l'état corporel des ânes de trait au Nord du Cameroun. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 54, 3—4, 255—262.
48. Vlaeva, R., Georgieva, S., Barzev, G., Ivanova, I., 2016: Morphological and phenotypic characteristics of donkeys in some regions of Bulgaria. *Trakia J. Sci.*, 14, 1 92—95. DOI: 10.15547/tjs.2016.01.013.
49. Yilmaz, O., Ertuğrul, M., 2011: Some morphological traits of donkeys raised in Iğdir, Turkey. *Iğdir Üniv. J. Inst. Sci. Tehn.*, 1, 2, 113—116.
50. Yilmaz, O., Ertuğrul, M., 2012: The morphologic traits of donkeys raised in east and southeast of Turkey. *Hayvansal Üretim*, 53, 1, 10—13.
51. Zhang, Y. S., Yang, X. Y., Wang, X. B., Zhang, C. M., Qin, F., Zhou, Z. H., et al., 2010: Cytochrome b genetic diversity and maternal origin of Chinese domestic donkey. *Biochem. Genet.*, 48, 7—8, 636—46. Epub May 25, 2010. DOI: 10.1007/s10528-010-9345-0.

Received October 27, 2019

Accepted February 21, 2020

Communications Internationales

2^{èmes} Journées Internationales Vétérinaires

2nd International Veter

N° 38 : ACTIVITE DE REPRODUCTION ET ADAPTATION DES BOUCS NAINS D'AFRIQUE DE L'OUEST VIVANT SOUS CLIMAT MEDITERRANEEN (PARC NATIONAL D'EL-KALA- ALGERIE)

HANNANI H, BOUZEBDA Z, BOUZEBDA- AFRI F, HADDED M, HANNANI A, SAHIS

L'étude préliminaire de l'adaptabilité des boucs nains de l'Ouest de l'Afrique aux variations saisonnières des conditions climatiques méditerranéennes qui se passent en Algérie et son effet sur l'activité de reproduction, est réalisé sur sept (07) mâles, âgés entre 18 et plus de 48 mois, vivant au parc animalier de Brabtia (parc national d'El-Kala Algérie).

Un contrôle de l'activité de reproduction est effectué sur une période qui s'étale du mois de Septembre au mois de Mars, les boucs sont maintenus dans des conditions normales, avec une ration constante et un accès libre à l'abreuvement. L'activité sexuelle est évaluée par analyse statistique des données fournies par un contrôle mensuel de la biométrie testiculaire (*LT, IT, ET, TS, IS* et *VT*) et le dosage hormonal de la LH et de la testostérone par radio-immuno- assay (RIA).

Les résultats démontrent qu'aucun effet de la saison n'est observé sur les variations des mensurations testiculaires. Alors que l'effet de ce même paramètre est très hautement significatif sur les concentrations plasmatiques de la testostérone.

L'étude met en évidence un rôle négatif de la température dans l'évolution des mensurations testiculaires et des concentrations plasmatiques de la testostérone et de la LH. La pression atmosphérique et l'humidité relative sont positivement corrélées avec les paramètres étudiés. Il en ressort aussi que les boucs nains de l'Ouest de l'Afrique (WAD) font preuve de leur adaptation aux régions humides.

N° 39 : ALGERIAN DONKEY'S CHARACTERISTICS « EQUUS ASINUS ATLANTICUS »

HANNANI H, BOUZEBDA Z, BOUZEBDA- AFRI F, HANNANI A, SAHIS

Donkey is not either considered as an animal of pension or as a pet. As a result, few studies were led and little scientific information are known about the Algerian donkey (*Equus asinus atlanticus*), and numerous unknowns still exist as for the characteristics of this species.

The aim of this study is to characterize the Algerian donkey population by the observation of coat colors and particularities and the realization of body measurements. For this work, 59 Algerian donkeys were analyzed.

As a result, we obtain an heterogeneous population made up of four classes of animals. Our study is the first one which concerns the species in Algeria. It is important to make scientific interests become aware bound to *Equus asinus atlanticus*.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Vétérinaires



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارق

كلية علوم الطب والحياتة
قسم العلوم البيطرية

ATTESTATION DE COMMUNICATION



2ème Journées Internationales Vétérinaires
Arthropodes hématophages Et Maladies Vectorielles
2ème Edition - 16-17 Octobre 2018

Le comité d'organisation de la 2ème Edition des Journées Internationales Vétérinaires organisée à l'Université Chadli Bendjedid - El Tarf le 16 et 17 Octobre 2018 certifie que

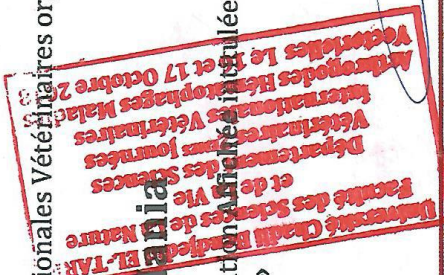
Mme. HANNANI Hanania

A participé activement à la journée et a présenté une communication intitulée : « Equus asinus atlanticus » Algerian donkey's characteristics - الطائر

Le Doyen de la FSNV



Le Président
رئيس الملتقى الدكتور
بني هلال



Bene

4708-B

N° 40 : ETUDE PRELIMINAIRE DES CONSTANTES BIOLOGIQUES CHEZ L'ÂNE D'ALGERIE « EQUUS ASINUS ATLANTICUS »

HANNANI H, BOUZEBDA Z, BOUZEBDA- AFRI F, HANNANI LA SAH S

L'âne, n'est ni considéré comme un animal de rente ni comme un animal de compagnie. Il en résulte que très peu d'études ont été menées en Algérie sur cette espèce (*Equus asinus atlanticus*), et que de nombreuses inconnues existent encore quant aux caractéristiques de cette espèce, notamment les constantes biologiques.

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'évaluation des valeurs biologiques des ânes d'Algérie. L'étude s'est effectuée sur un effectif de 13 ânes domestiques originaire du Nord-Est algérien. Au total 16 paramètres sanguins ont été étudiés.

Les résultats démontrent des valeurs moyennes variables selon l'âge, le sexe et le stade physiologique de l'animal.

La connaissance de ces constantes peut permettre la mise en évidence des points sur lesquels des recherches seraient nécessaires. Il est également important de faire prendre conscience des intérêts scientifiques liés à *Equus asinus atlanticus*.

N° 41 : COCCIDIOSE POSTPARTUM CHEZ LES BREBIS ELEVEES TRADITIONNELLEMENT DANS L'EXTREME NORD-EST ALGERIEN.

HADEF Ahmed et GHOUAR Abd El Basset

La coccidiose ovine représente une pathologie parasitaire redoutable chez les jeunes animaux, notamment les agneaux en bergerie. L'influence du postpartum et de la saison sur la dynamique de l'excrétion des ookystes a été étudiée chez les brebis parturientes, porteuses potentielles de ces protozoaires, dans un élevage traditionnel sis à la wilaya d'El-Tarf. Selon la saison d'agnelage, 66 échantillons fécaux ont été prélevés durant une période de six mois, de novembre à avril, pour évaluer le taux d'excrétion des ookystes par un examen coproscopique via la technique modifiée de Wisconsin, par Flottation. Un taux élevé d'excrétion des ookystes (> à 50 ookystes par échantillon) a été observé chez 35,71% des brebis. Ce niveau d'excrétion était souvent enregistré durant l'hiver (88,9%), au mois de janvier notamment, entre le 2^{ème} et le 3^{ème} mois postpartum. La dynamique d'excrétion postpartum des ookystes a montré des variations en rapport probablement au statut immunitaire des femelles. Ces dernières pourraient être une source importante de contamination de leurs agneaux lors des jours pluvieux (agneaux gardés en bergerie). Le stade physiologique, le stress alimentaire (déficit énergétique postpartum et disponibilité alimentaire), la saison d'agnelage et les conditions climatiques (précipitations) représentent des facteurs de risque à prendre en considération pour planifier la lutte contre la coccidiose ovine.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Vétérinaires



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم العلوم البيطرية

ATTESTATION DE COMMUNICATION



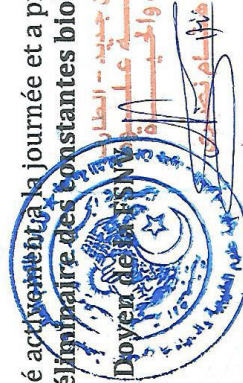
2^{ème} Journées Internationales Vétérinaires
Arthropodes hématophages Et Maladies Vectorielles
2^{ème} Edition - 16-17 Octobre 2018

Le comité d'organisation de la 2^{ème} Edition des Journées Internationales Vétérinaires organisée à l'Université Chadli Bendjedid - El Tarf le 16 et 17 Octobre 2018 certifie que :

Mme. HANNANI Hanifa

A participé activement à la journée et a présenté une communication intitulée :
Etude préliminaire des constantes biologiques chez l'âne d'Algérie (Equus asinus atlanticus)

Le Doyen de la Faculté

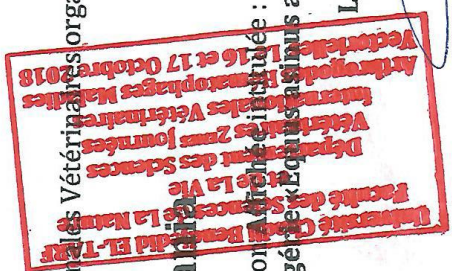


Le Président

رئيس الملتقى العلمي
نور الدين زروال

Bone

4708-B



Résumé. En Algérie, les ânes sont les animaux les plus négligés et les moins étudiés. Ils connaissent une diminution drastique de leurs effectifs nécessitant un regain d'intérêt pour l'espèce afin d'éviter son déclin et son extinction. De plus, l'intérêt économique que peut présenter ces animaux impose la mise en place d'un programme d'amélioration et de sauvegarde de la population asine algérienne (*Equus asinus*) qui passe par la caractérisation ainsi que la détermination de ses caractéristiques phénotypiques et biologiques. Dans l'objectif de contribuer à la connaissance de cette population que ce travail a été mené. L'effectif se compose de 113 ânes adultes de sexes et âges différents au niveau de la région d'extrême-est algérien couvrant 3 wilayas frontalières (El-Tarf, Souk-Ahras et Tebessa). Trois volets ont été abordés.

Le premier volet a concerné, l'établissement d'une classification ethnique et fonctionnelle de cette espèce par l'observation ainsi que, la réalisation de mensurations corporelles sur 65 ânes, permettant le calcul des indices zootechniques de ces animaux. Le second est axé sur la définition des paramètres biologiques, et la mise en place de valeurs hématologiques et biochimiques de référence par la réalisation de NFS et de bilans biochimiques sur des prélèvements de sang jugulaire de 37 ânes.

Concernant le troisième volet, l'étude des variations de l'activité de la reproduction de 48 mâles s'intéresse au suivi des variations de la biométrie testiculaire droite et gauche et de l'histologie durant 4 saisons. L'effet des variations de l'âge, du sexe, du BCS ainsi que des saisons sur les variations de l'ensemble des variables préalablement évoqués a été également abordé.

Les résultats laissent apparaître une population composée de 4 classes hétérogène d'animaux de couleur de robe majoritairement bai, d'une longueur moyenne du corps (LT= 115,76±7,23 cm), d'une hauteur moyenne au garrot (HG= 110,15±8,49 cm) et d'un poids allant de PV1= 151,30±25,45 kg à PV2= 158,83±26,77 kg. Cette population est d'un profil rectiligne, de proportion longiligne avec un format hyper-métrique (IDT= 0,12±0,01), compact à tendance lourde. De plus, il est apparu que les variables quantitatives sont influencées par les variations du sexe ($p=0,004$) et du BCS ($p= 0,004$). L'échantillon animal retenu a présenté des moyennes des paramètres hématologiques et biochimiques variables selon l'âge ($p= 0,01$), le sexe ($p < 0,05$) et leur interaction âge*sexe ($p < 0,05$). Les ânes étudiés présentent des valeurs moyennes sensiblement basses du glucose sanguin. Un taux relativement élevée du triglycéride et relativement bas de l'urée ont également été observé. Le suivi de l'activité de la reproduction a montré que celle-ci est fortement liée à l'âge ($P = 0,000$), à la saison ($P = 0,000$) ainsi qu'à leur interaction (âge*saison) ($P = 0,000$). Ces animaux ont présenté une activité de la reproduction très accentuée durant les saisons du printemps et d'été alors qu'elle, se ralentie durant l'automne et est à ses bas niveaux durant la saison d'hiver.

Les résultats obtenus permettent, l'observation d'une grande diversité phénotypique et biologique dans la population asine algérienne, conduisant à la contribution dans l'élaboration de programme de sauvegarde des populations animales autochtones et permettre ainsi le maintien de la diversité animale en Algérie.

Mots clés : Algérie, âne, biochimie, hématologie, morphologie, testicules.

HANNANI Hania

Tel : 06 98 49 27 82

Mail : hana.veto@hotmail.fr