

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique
Université A - Mira de Bejaïa

Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de Sciences Biologique de l'Environnement
Spécialité Biologie animale



Réf

Mémoire de fin de cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER

Thème

Mesures morphométriques des pieds chez l'âne domestique
(*Equus asinus*) en Algérie

Présenté par : Jugurtha BENABBOU

Soutenu le : 17/09/2025

Devant le jury composé de :

Mme OURARI Malika	MCA	Univ. De Bejaia	Président
M. AYAD Abdelhanine	PR	Univ. De Bejaia	Encadreur
M. BALLA El Hacene	PR	Univ. De Bejaia	Co-promoteur
Mme ICHALAL Keltoum épouse CHIKOUNE	MCB	Univ. De Bejaia	Examinatrice

Année universitaire : 2024/ 2025

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Enfin, nous y voici ! Quelle aventure ... Une thèse, est un travail de longue haleine, un défi que l'on se donne à soi-même. La pratique de la recherche scientifique nous place souvent face à des questionnements intellectuels et des obstacles techniques. Les solutions se sont imposées par le fruit des multiples contacts que j'ai eu l'occasion de créer avec nombre de personnes passionnées. J'aimerais remercier celles et ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à sa réalisation.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont soutenu et guidé dans la réalisation de ce mémoire de Master. Tout d'abord, je remercie mon directeur de mémoire pour son encadrement, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante.

Je suis également reconnaissant envers les membres du jury pour leurs remarques pertinentes et leur temps consacré à l'évaluation de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à certains camarades de promotion pour leur camaraderie et les échanges fructueux que nous avons eus. Un immense merci à ma famille et à mes amis pour leur soutien moral et leurs encouragements sans faille.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes, connues ou inconnues, qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire. Votre aide a été inestimable.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux personnes qui me sont chères :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien, leur encouragement au long de mes études

A Mes deux grands-mères, que leur âme repose en paix.

A mon oncle Hassan paix a son âme

À mes chers frères et sœurs pour leurs encouragements toujours renouvelés, et pour leur précieuse aide inépuisable.

A toute personne qui m'a aidé ou m'a soutenu de près ou de loin

Sommaire

Introduction

Chapitre I .Généralité	1
A. Origine de L'âne :	1
B. Terminologie :	1
C. La taxonomie :	2
D. La domestication de l'âne :	2
E. Evolution des effectifs :	4
1. Dans le monde.....	4
2. En Algérie.....	6
F. Caractère générale de l'âne.....	7
G. Caractères généraux :	7
1. Différence anatomique :	7
a) Anatomie de L'appareil locomoteur :	7
H. Comportement et contention :	8
1. Ethologie de l'âne :	8
2. Techniques de contrainte pour les procédures et le traitement :	9
I. Mesure des paramètres morpo biométrique	9
J. Morphologie et anatomie du pied de l'âne	10
1. Rappels anatomiques de la structure du sabot :	10
a) Anatomie du pied	10
(1) Structures externes ou sabot	10
K. Structures internes	13
1. La membrane kératogène	13
a) Les structures osseuses du pied.....	14
b) Les formations tendineuses	15
L. Fonctionnement normal du pied lors des appuis	15
1. Les différentes théories	15
M. Déformation de la boîte cornée	16
1. Forces dynamiques dans un sabot	16
N. La boîte cornée (capsula ungulae)	17
O. La membrane kératogène (corium) :	17
P. Les particularités anatomiques du sabot de l'âne :	18
1. L'aplomb (axe phalangien dans le plan sagital et latéro médial) de l'âne :	19
Q. Mécanique et appui du pied de l'âne :	21
R. Soins du pied :	21
1. Maréchalerie :	21
2. Entretien de la boîte cornée :	22
3. Influence de l'environnement :	23
Chapitre II .Matériels et méthodes :	25
A. En général :	25

B.	Présentation de la zone d'étude :	26
C.	Matériel animal :	27
1.	Matériel utilisé :	27
2.	Evaluation du poids de l'âne :	27
3.	Caractères quantitatifs :	28
Chapitre III .Analyse statistique		31
A.	Résultats	31
B.	Caractérisation de la population d'étude.....	31
1.	Caractérisation morpho biométrique	31
C.	Etude morpho biométrique :	32
1.	Variation selon les Caractéristiques morpho métrique au niveau de pied des ânes selon âge ; sexe et poids :	32
2.	Caractérisation des paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs : 33	
3.	Variation des paramètres mesures des membres antérieurs et postérieurs :	37
4.	Analyser statistique des paramètres étudiée :	39
Chapitre IV .Discussion.....		42
A.	Caractères morpho métriques :	42
Chapitre V .CONCLUSION		46
Chapitre VI .Reference bibliographies		48
Chapitre VII .Annexe		56

Liste des figures

Figure 1 : Ane sauvage de Nubie	3
Figure 2 : Ane sauvage de Somalie.....	3
Figure 3 : Evolution de la population asine dans le monde entre 2010 et 2020 (FAO, 2022)	5
Figure 4 : Répartition des ânes dans le monde en 2020 (Source FAO, 2022).....	5
Figure 5 : Evolution de l'effectif de la population asine en Algérie (FAOSTAT, 2022).....	6
Figure 6 : Pied de l'âne	7
Figure 7 : Sabot d'âne	8
Figure 8 : différent point de mensuration.....	9
Figure 9 : conformation du pied- Extérieur et examen physique du cheval/ J. M. Denoix (10)	11
Figure 10 : Les différentes parties du sabot- Nouveau matériel vétérinaire pour les Propriétaires de chevaux/ N.S. Loving.....	12
Figure 11 : Vue tridimensionnelle de la paroi et de la couronne- Nouveau matériel Vétérinaire pour les propriétaires de chevaux/ N.S. Loving(5)	13
Figure 12 : Vue tridimensionnelle de la paroi et de la couronne- Nouveau matériel Vétérinaire pour les propriétaires de chevaux/ N.S. Loving(5)	13
Figure 13 : Structures internes du pied- Nouveau matériel vétérinaire pour les propriétaires de	14
Figure 14 : Anatomie de pied d'âne	19
Figure 15 : Représentation de la région d'étude par rapport à la carte nationale	26
Figure 16 : Représentation de la région d'étude par rapport à la carte de la wilaya de Jijel	26
Figure 17 : Matériels utilisés pour les mesures morpho métriques	27
Figure 18 : Les mensurations prises sur les ânes pour estime le poids	28
Figure 19 : Les différentes mesures de pied d'âne	29
Figure 20 : schéma qui présent des mensurations a main et par observation chez la population asine étudiée	33
Figure 21 : Les diagrammes qui décrivent les variations des paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs.....	36
Figure 22 : Les graphiques qui montrent les paramètres mesurent les pieds droit et gauche.....	38
Figure 23 : Les diagrammes qui décrivent l'analyse statistique des variables étudiées.....	40

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Classification de l'espèce Equus asinus	2
Tableau 2 : Evolution de l'effectif de la population asine dans le monde	4
Tableau 3 : Équations pour estimer le poids d'un âne adulte.....	28
Tableau 4 : Les principales mensurations prises au niveau de pied des ânes	29
Tableau 5 : Caractérisation de la population d'étude selon le sexe et l'âge.....	31
Tableau 6 : Récapitulatif des principaux paramètres morpho biométriques des ânes en Algérie	31
Tableau 7 : Des mensurations à main (pied à coulisse et mètre ruban) et par observation chez la population asine étudiée	32
Tableau 8 : Les différences entre les paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs	33
Tableau 9 : paramètres mesure des membres antérieurs et postérieur	37
Tableau 10 : Analyser statistique des paramètres étudiée.....	39

Liste des abréviations

ADN : Acide Désoxyribo Nucléique

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

I_D : les dents incisives

PM_D : les dents prémolaire

PM : prémolaires

M : molaire

C_D : les dents canines

vitamine D : une pro-hormone essentielle qui favorise l'absorption du calcium et du phosphore, contribuant à la santé des os, des dents et à la fonction musculaire.

vitamine A : est un nutriment liposoluble essentiel pour la santé

DHWW : Largeur de la paroi dorsale du sabot

L.ORT : Longueur de l'orteil

L.TALENT : Longueur du talent

LDH : Diamètre longitudinale du sabot

TDH : Diamètre transversal du sabot

VHWW : Largeur de la paroi dorsale du sabot

SL : Longueur du support

a : Angle des orteils

e : Angle sabot-paturon (latéral)

A.G : antérieur gauche

A.D : antérieur droit

P.G : postérieur gauche

P.D : postérieur droit

MD : différence moyenne (Antérieur – Postérieur)

P value : une probabilité utilisée dans les tests statistiques pour évaluer la force des preuves contre l'hypothèse nulle (H₀)

Introduction

Les ânes sont utilisés dans le monde entier comme animaux de garde pour protéger les petits ruminants (moutons, chèvres, lamas), comme animaux de compagnie (pour les personnes, les poulains, etc.), l'entraînement au licou (veaux, poulains), le travail (meute, traction de wagons, labour, etc.), produire et reproduire.

En Algérie, l'espèce asine présente deux variétés bien distinctes :

- L'un, le plus nombreux, le plus répandu, il est chétif, rabougri ; son pelage est gris souris ou noir mal teint ; on le trouve dans toute l'Algérie, notamment dans les villes où il est employé comme moyen de transport de toute nature.

- L'autre variété est plus puissante et plus développée que la première ; elle se rapproche, par sa taille, de l'âne de Gascogne ; il a un pelage gris ou noir. Cependant, on peut observer quelques rares sujets, comme le café au lait clair, presque blancs. Il est présent surtout dans la province de Constantine (RICHARD., 1857).

Malgré ses nombreux services aux populations rurales, L'espèce asine en Algérie est trop délaissée et abandonnée par les scientifiques bien que son rôle reste important et peut continuer à jouer un rôle dans le développement des régions, notamment dans le secteur du tourisme, de l'agriculture et du transport.

En effet Le pied des ânes, couramment appelé sabot, est de loin la partie la plus importante de leur anatomie il supporte le poids de l'animal, permet sa propulsion et amortit les chocs.

La morphométrie est un outil de biologie comparative car elle permet de comparer la forme de différents spécimens (Metairie, 2014). Elle permet également, à l'échelle interspécifique d'identifier les différences entre individus liés à l'âge (croissance), le sexe (dimorphisme), et aux conditions environnementales (alimentation, maladies, climat) (Cucchi et al. 2015).

Notre travail consiste à évaluer l'apparence morphométrique et à établir les liens entre les divers paramètres des pieds des ânes en Algérie. La première partie de cette thèse se concentre sur l'analyse globale de la dentition, de l'âge et de la biométrie de l'âne.

Dans la suite du travail, nous traitons du matériel et des méthodes, en exposant en détail la méthodologie de recherche ainsi que les méthodes pour entretenir les pieds des ânes.

Enfin, nous exposons les résultats obtenus, puis nous abordons notre travail.



Partie

Bibliographique

Chapitre I. Généralité

A. Origine de L'âne :

D'une manière générale, la présence de l'âne est toujours difficile à mettre en évidence même dans les périodes historiques (MARSHALL, 2003).

Il s'agit en effet d'un animal a fonction principalement utilitaire qui très rarement consommé d'où son absence quasi systématique des sites archéologiques.

Seules des données ostéologiques et graphiques provenant d'Égypte indiquent que l'âne domestiques était utilisé durant le période prédynastique (3500-4500 ON. J-C) (ROSSEL et al ,2008). BÖKÖNYI (1991) a rapporté que la domestication de l'âne a eu lieu en Egypte et CLUTTON-BROCK(1992) montre que les squelettes des trois ânes domestiques ont été trouvés dans un tombeau égyptien datant de 4500-4000 avant JC. L'âne sauvage (*Equus africanus*) est indigène au continent africain et est généralement divisé en sous-espèce en propagation vers l'Est des montagnes de soudan, au Sud de la mer rouge, et probablement aussi loin que la frontière de l'actuel Nord du Kenya (GROVES , 1966 , 1986 ; HALTENORTH DILLER ,1980 ;KINGDON,1997) .

Parallèlement, on trouve des restes osseux sur des sites kenyans (Ngamuriak et Narosura) datés entre 3000 et 2000 BP (MARSHALL, 2000).

B. Terminologie :

L'âne, appelé aussi asne, baudet, grison, martin, roussin, est nommé par les latins *ancharius, vinchialus, asinus* ; L'ânesse, ou la femelle de l'âne, nommée aussi bourrique, jeanne. , manon ; est appelée en latin *asina*.

L'ânon ou le petit de l'âne est appelé encore ânichon, bourriquet ; en latin, *asininus pullus, asellus* (Panckoucke et al . , 1790).

Le terme « âne » prendrait son origine dans la langue sumérienne ou il est appelé « asnu», puis il devient « onos » en Grec et « asinus » en Latin. Certains déclarent que « asinus » viendrait de seder qui signifie « s'asseoir dessus ». L'âne fut aussi appelé « Aliboron », nom venant d'ellébore, une plante dont on pensait que l'âne raffolait. Il se nomme suivant les pays : Donkey en anglais, Esel en allemand, Asino en italien, Himar en arabe et Lû en chinois. Son cri est le braiment (Sadaka, 2013).

C. La taxonomie :

Tout comme le cheval l'âne appartient à la famille des équidés, à la classe des mammifères et à l'embranchement des vertébrés. Précisons encore que les zoologistes le rattachent au superordre des ongulés, à l'ordre des périssodactyles (avec les rhinocéros et les tapirs), qui se caractérisent par leur nombre impair de doigts (1-3) à chaque membre (**Raveneau et Daveze, 1996**).

Tableau 1 : Classification de l'espèce *Equus asinus*

Royaume	Animal
Embranchement	Vertébré
Classe	Mammifères
Ordre	Périssodactyles
Famille	Equidés
Genre	Equus
Espèce	Asinus

Le nom scientifique de l'âne est *Equus asinus asinus* ; ce nom a été déterminé par **LINNAEUS** en 1758. En 2003, la Commission internationale de nomenclature zoologique a établi que si les espèces domestiques et les espèces sauvages sont considérées comme des sous-espèces l'une de l'autre, le nom scientifique de l'espèce sauvage est prioritaire. Cela signifie que le nom scientifique propre à l'âne est *Equus africanus asinus* lorsqu'il est considéré comme une sous-espèce et *Equus asinus* lorsqu'il est considéré comme une espèce (**Polidori et Vincenzetti, 2019**).

D. La domestication de l'âne :

Les ânes ont été domestiqués pour la première fois il y a cinq mille ans en Afrique. Les ânes de Nubie et de Somalie, sous-espèce d'âne sauvage d'Afrique (*Equus africanus*), étaient autrefois considérés comme l'ancêtre de l'âne domestique d'aujourd'hui, mais la recherche moderne sur l'ADN a montré que l'âne sauvage de Somalie n'est ni l'un des ancêtres de l'âne domestique, tandis que la confirmation de l'âne d'aujourd'hui est liée à l'âne Nubien (**Smith, 2016**).

L'âne de Nubie est à l'heure actuelle en voie de disparition, et on n'en recense que 1500 à 3000 individus en Éthiopie et Soudan. L'âne de Somalie (*Equus asinus somaliensis*) se

différencie du premier par des zébrures sur les jambes, et parfois par une bande cruciale qui est longue et fine ; il est voué à disparaître car il reste à peine une centaine dans la nature et soixante-dix en captivité (**Chambry , 2003**).

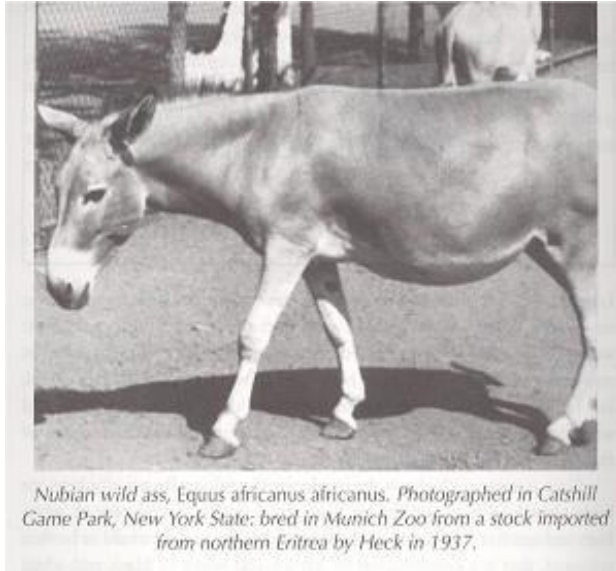


Figure 1 : Ane sauvage de Nubie

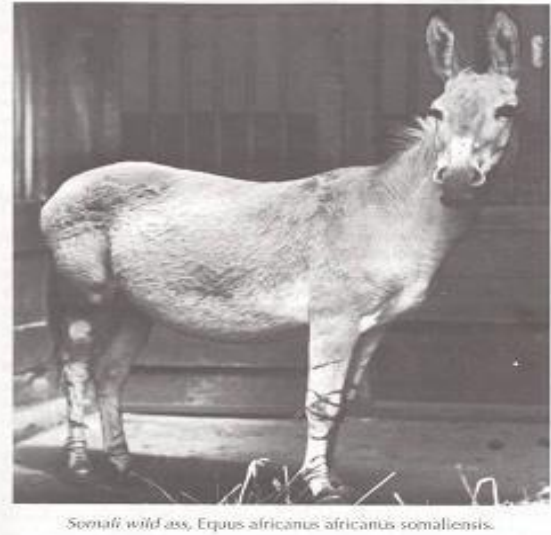


Figure 2: Ane sauvage de Somalie

Comme le chat, l'âne est traditionnellement supposé avoir été d'abord domestiqué par les anciens Égyptiens (**Shaw et al. p, 1993**). Des documents illustrés et des restes squelettiques montrent des ânes domestiques égyptiens vers 3400 avant Jésus Christ (J.-C). Certains croient que les bergers nubiens utilisaient des ânes comme bêtes de somme encore plus tôt que cela. Les riches d'Égypte possédaient jusqu'à mille ânes. Ils étaient utilisés dans l'agriculture pour leur lait et leur viande comme d'autres animaux d'élevage et comme bêtes de somme. Cela a considérablement amélioré les entreprises commerciales de l'Égypte avec les pays voisins. Les archéologues ont trouvé des restes d'ânes dans des tombes royales égyptiennes, indiquant la valeur de leurs ânes (**Smith, 2016**). En l'an 1000 avant. J.-C., des ânes étaient utilisés dans le sud-ouest de l'Asie principalement pour élever des mulets, croisés avec des chevaux ou des ânes asiatiques pour produire des animaux plus gros et plus puissants pour le transport de marchandises et l'équitation (**Smith, 2016**).

E. Evolution des effectifs :

1. Dans le monde

Le tableau 2 ci-dessous présente l'évolution de la population asine entre 2010 et 2020 dans le monde :

Tableau 2 : Evolution de l'effectif de la population asine dans le monde

pays	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Afrique	17336901	25116946	25912086	29811913	31293950	33148206
Amériques	6950669	6798355	6749940	6657675	6658785	6665687
Asie	15383394	15005502	14708321	13985461	12972672	13028473
Europe	443428	420893	391764	387104	124048	110665
Australie et Nouvelle-Zélande	2000	2000	2000	1913	1911	1894
Monde	40123392	47350696	47771111	50851066	51058366	52961925

Les chiffres nous permettent de distinguer deux catégories de continents :

- Ceux où les effectifs asiniens sont faibles (inférieurs à 2 millions) et qui correspondent à des continents où les pays sont dits « développés ».
- Ceux où les effectifs asiniens sont élevés et qui correspondent à des continents où les pays sont dits « en voie de développement ».

On retrouve ses tendances dans le graphique 3 ci-dessous. Les courbes de l'Australie et la nouvelle Zélande et de l'Europe sont situées en bas du graphique.

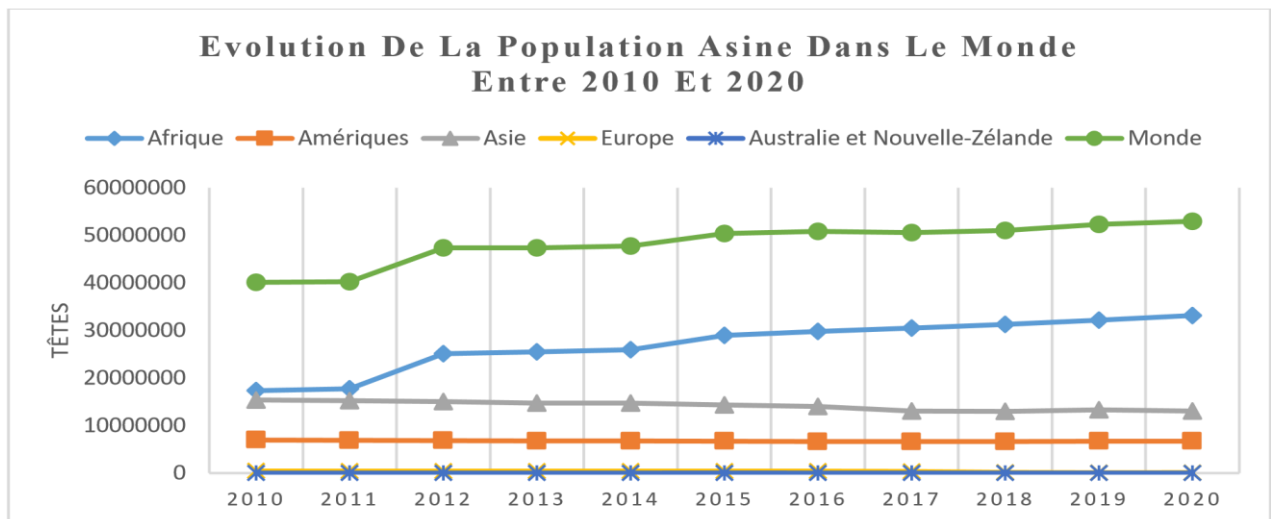


Figure 3 : Evolution de la population asine dans le monde entre 2010 et 2020 (FAO, 2022)

La population asine, après avoir connu une augmentation relativement importante au début des années 80, tend aujourd’hui à se stabiliser. Cette forte progression suit celle de l’Afrique. Le premier pays, concernant les effectifs asiniens, est l’Ethiopie, avec 10 millions d’ânes en 2020. Les effectifs d’Amériques se montrent très stables alors que ceux d’Asie et ceux d’Europe diminuent (FAO, 2022).

Pour expliquer ces variations, il faut mettre en parallèle les effectifs numériques d’un continent et le rôle que tient l’âne dans ces contrées (FAO, 2022).

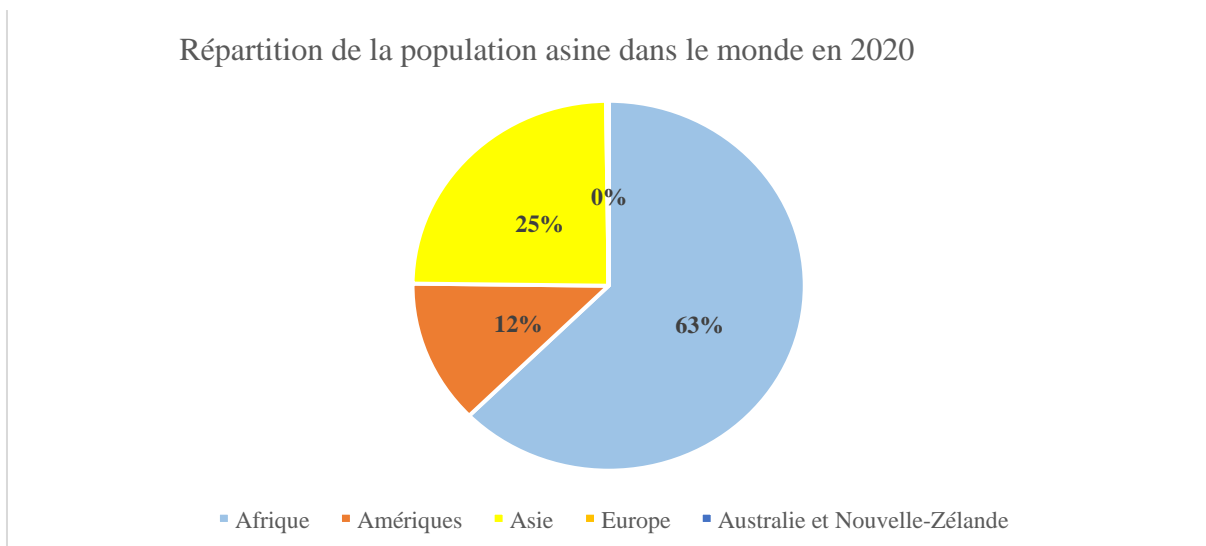


Figure 4 : Répartition des ânes dans le monde en 2020 (Source FAO, 2022)

Dans les pays en voie de développement (comme l’Afrique), où la mécanisation reste encore faible, les ânes occupent des fonctions extrêmement importantes dans la vie de tous les

jours. Ils sont, en général, utilisés pour le transport, montés, bâtés ou attelés. Ils vont chercher de l'eau ou du bois de chauffage ou bien amènent des produits au marché. Ils sont, également, employés pour de nombreux travaux dans les champs (labours, semailles...). Sobres, résistants et endurants, les ânes sont particulièrement appréciés dans ces régions (FAO, 2022).

Dans les pays développés, en revanche, les hommes ne ressentent plus la nécessité de travailler avec des ânes puisqu'ils possèdent une mécanisation performante et abordable. Tracteurs et autres engins motorisés ont vite remplacé les ânes, expliquant les faibles effectifs que l'on retrouve dans ces pays. 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, 2022).

La figure 4 ci-dessus confirme l'inégale répartition des ânes dans le monde : seuls 12% des ânes sont localisés dans les pays industrialisés. Les autres se répartissent majoritairement entre l'Afrique (63 %) et l'Asie (25%) (FAO, 2022).

2. En Algérie

Le développement de la mécanisation, au tournant du 20^{ème} siècle, allait ramener l'âne du rang de moyen de travail agricole et de transport des personnes et des biens à celui de produit utilisé par des populations des pays sous-développés surtout les pays africains. Ce qui affaiblit les effectifs de notre filière asine d'une manière dangereuse.

Plus de 83730 têtes asines vivent sur le territoire algérien en 2020 (selon les derniers recensements de la FAO 2022). Ces données ne reflètent que partiellement la réalité puisqu'aujourd'hui, de nombreux équidés échappent à ce recensement.

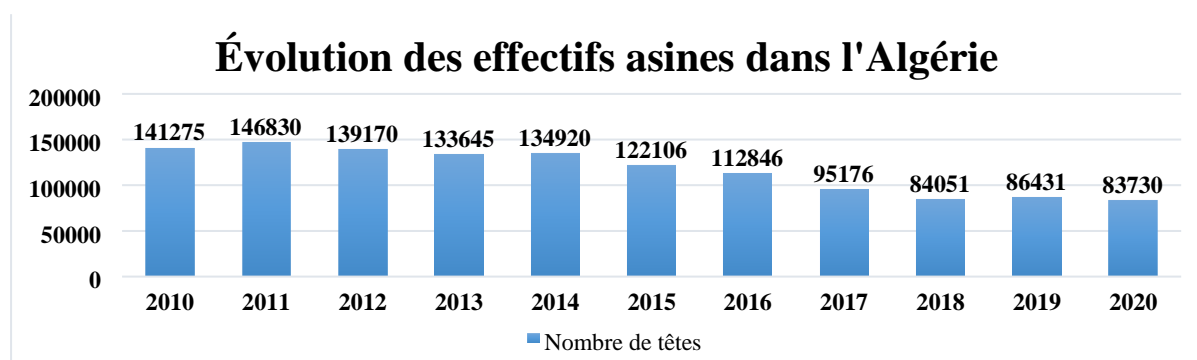


Figure 5 : Evolution de l'effectif de la population asine en Algérie (FAOSTAT, 2022)

F. Caractère générale de l'âne

G. Caractères généraux :

1. Différence anatomique :

a) Anatomie de L'appareil locomoteur :

Il existe un certain nombre de différences entre les pieds du cheval et de l'âne (SVENDSEN, 2015).

Le sabot est en forme de « U », plutôt qu'une forme ronde des chevaux, et la paroi est relativement plus épaisse que celle d'un poney d'une taille similaire, son épaisseur étant cohérente autour du pied, plutôt que plus mince au niveau des talons. La distribution des tubules à travers l'épaisseur de la paroi est également différente, les sabots d'âne ayant un stratum medium interne plus large, avec des tubules plus gros et une distribution moins concentrée. Il y a une plus grande teneur en humidité dans le sabot et il y a aussi moins de lamelles que dans les pieds des chevaux, comme résultat global les sabots des ânes sont plus flexibles que les sabots des chevaux. L'angle du sabot serait supérieur de 5 à 10 degrés plus élevé à celui des chevaux et des poneys (Stewart, 2013).

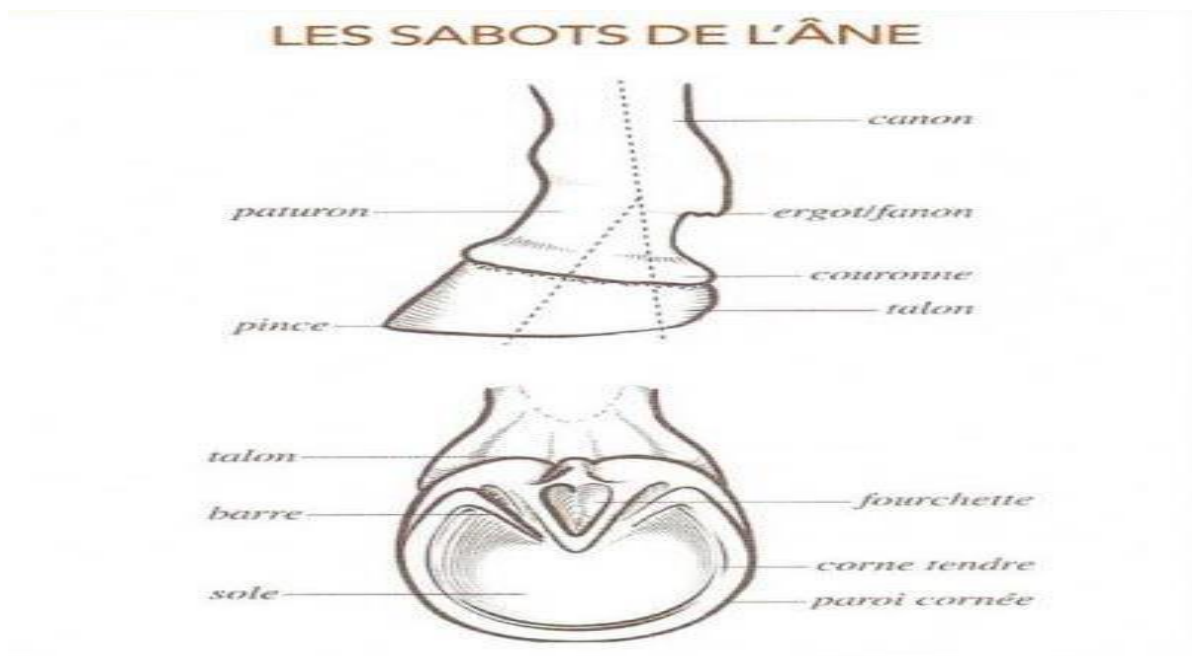


Figure 6 : Pied de l'âne



Figure 7 : Sabot d'âne

H. Comportement et contention :

1. Ethologie de l'âne :

L'âne est un quadrupède herbivore épris de liberté et de variété. Animal grégaire appréciant la compagnie de ses congénères, et d'autres animaux domestiques aussi, il savoure les grands espaces. Pour un âne, la prairie est donc de loin la meilleure solution ajoutée, et cela est réellement nécessaire, à la présence d'un autre animal (chèvre, mouton, poule, chevaux ou d'autres ânes) (Farrisier, 2007).

En tant qu'espèce stoïque, les ânes ne présentent pas les signes habituels de douleur comme les autres équidés, mais un petit changement de comportement peut être un indicateur de douleur. Il est important lors de la manipulation de l'âne de porter une attention particulière aux comportements tels que les coups de pied ou les tentatives de se retirer de la situation (Chapman, 2017).

Additionnement l'âne se comportera en fonction de son environnement, et cela inclut le manipulateur. Si un manipulateur est stressé ou impatient, l'âne le deviendra aussi (Chapman, 2017).

2. Techniques de contrainte pour les procédures et le traitement :

Le comportement de l'âne diffère de celui du cheval. En effet, l'âne n'est pas conduit par le même instinct de « combat ou de fuite » que le cheval ; il est par nature plus enclin à s'immobiliser et à faire face à l'objet effrayant (Matthews et al, 1997c, Matthews et al, 2003). Les techniques de contention physique comme le tord-nez, habituellement utilisés chez le cheval, semblent être beaucoup moins efficaces chez l'âne, Matthews et al (2003) notant qu'il est souvent très difficile de poser un tord-nez à un âne. Ces derniers conseillent donc d'attacher l'âne à un objet fixe à l'aide d'une courte longe à hauteur de la tête ou légèrement plus haut et de lui laisser quelques minutes pour tester la solidité de la contention avant de commencer tout acte.

I. Mesure des paramètres morpho biométrique

La description morpho biométrique 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 la longueur du tronc, le poids vif, le périmètre thoracique, la longueur du cou, la longueur des oreilles gauche et droite (RAKISWENDE ROAMBA ,2014).



Figure 8 : différent point de mensuration

J. Morphologie et anatomie du pied de l'âne

1. Rappels anatomiques de la structure du sabot :

a) Anatomie du pied

(1) Structures externes ou sabot

Le sabot est l'enveloppe cornée non vascularisée et non innervée du pied. Il recouvre la troisième phalange, une partie de la deuxième phalange et l'os naviculaire. Il est nourri par le derme et produit par la membrane kératogène. Il contient et protège les tissus mous et est constitué de trois parties que sont la paroi, la sole et la fourchette.

(a) La paroi

La paroi, également appelée muraille, est la partie externe du sabot, partie la plus visible lorsque le sabot est posé au sol. Elle est produite par le bourrelet coronal de la membrane kératogène. Ce bourrelet coronal, également appelé périople, se situe au niveau de la couronne, bande de corne la plus proximale de la paroi à la limite du derme.

La paroi est un tissu cornéen épais, lisse, constitué de tubules parallèles à l'axe du pied formant des fines stries verticales à sa surface. Une des différences anatomique entre le sabot de l'âne et celui du cheval réside dans la densité tubulaire qui est globalement moindre chez l'âne que chez le poney et le cheval.

La paroi remplit trois fonctions principales : elle permet l'appui du pied au sol grâce à sa grande surface de contact, elle maintient l'hydratation du pied et elle protège les structures internes.

La paroi se divise en quatre régions disposées de façon symétrique de part et d'autre du sabot (**Figure 9**) :

- les talons à l'arrière du sabot.
- les quartiers en région postérieure (palmaire ou plantaire).
- les mamelles au niveau latéral ou médial.
- la pince en région distale (antérieure).

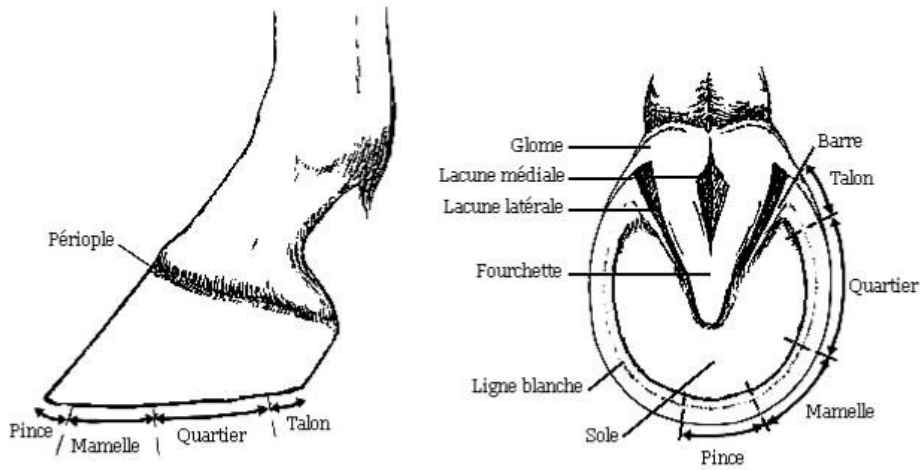


Figure 9: conformation du pied- Extérieur et examen physique du cheval/ J. M. Denoix (10)

Au niveau des talons la paroi se replie et vient encadrer les lacunes latérales de la fourchette, formant ainsi les barres qui s'atténuent vers l'apex de la fourchette jusqu'à devenir indiscernable.

Chez le cheval le sabot et le paturon sont dans le même axe avec la hauteur au niveau de la pince égale à deux fois la hauteur au niveau des talons. L'âne présente quant à lui des talons beaucoup plus développés qui lui confère un aplomb de profil beaucoup plus droit.

(b) La sole

La sole, surface plantaire du sabot, est délimitée sur son bord externe (ou pariétal) par la paroi et sur son bord interne (ou central) par les barres. La ligne blanche constitue la jonction entre la sole et la paroi (Figure 10). La corne solaire, constituée à 33% d'eau, est beaucoup plus souple que la corne pariétale, constituée à 25% d'eau.

La sole du sabot à une forme plus ovale chez l'âne que chez le cheval, elle est également plus épaisse chez l'âne que le cheval.

La sole peut être le siège d'atteintes telles que les bleimes ou encore les abcès.

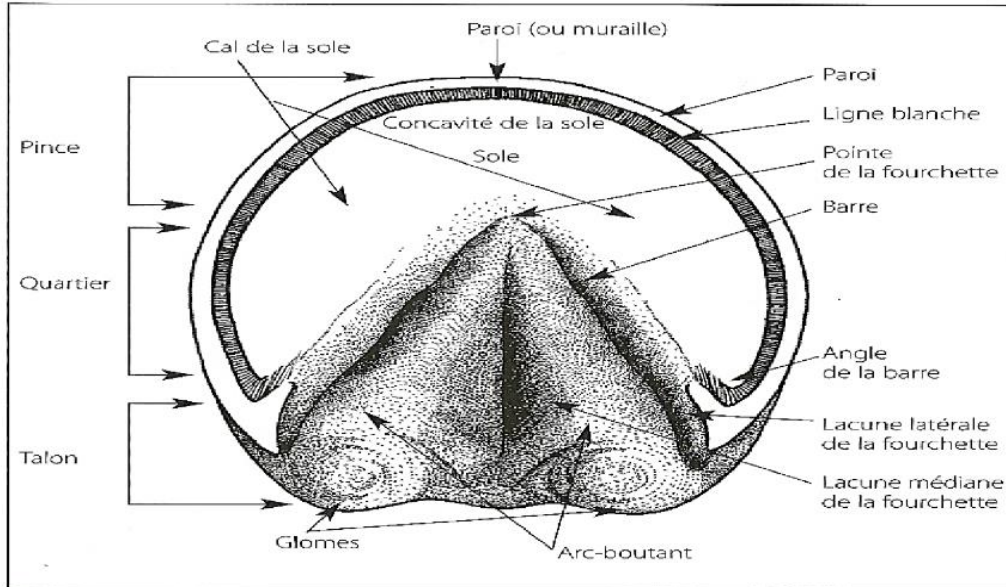


Figure 10: Les différentes parties du sabot- Nouveau matériel vétérinaire pour les Propriétaires de chevaux/ N.S. Loving

(c) La fourchette

La fourchette est la partie, de forme triangulaire, située entre les barres et constituée de corne plus souple et plus élastique que le reste du pied. Elle est à sa base, au niveau des talons, bilobée et forme, par prolongation, les glomes. Au niveau dorsal, elle prend une forme pointue nommée apex. Elle possède des lacunes latérales, de part et d'autre, la séparant des barres et une lacune médiane en son centre, séparant les deux glomes et disparaissant au niveau de l'apex (Figure 10).

La fourchette est en relief et joue un rôle primordial dans l'amortissement des chocs grâce à son contact avec le sol lors de l'appui. En effet elle absorbe une partie de l'énergie lors de l'impact avec le sol et contribue à réduire le choc sur la phalange distale et l'articulation interphalangienne. Les arcs boutant, situés à l'arrière de la fourchette, ont notamment pour rôle de distribuer les charges du membre.

K. Structures internes

1. La membrane kératogène

La membrane kératogène est la partie comprise entre la paroi et la troisième phalange, partie visible après retrait de la boîte cornée, une fois le sabot mis à nu.

Elle est constituée de trois parties que sont le bourrelet, le podophylle et le tissu velouté.

Le bourrelet est la partie de la membrane kératogène produisant la corne de la paroi.

Le podophylle (également appelé chorion) quant à lui est constitué de nombreux feuillettes ou lamelles. Il assure la liaison entre la troisième phalange et la boîte cornée et le trophisme du sabot grâce à sa riche vascularisation et innervation (**Figures 11 et 12**). Le sabot du cheval compte environ 600 feuilles lamellaires alors que celui de l'âne en compte uniquement 350 mais qui sont comparativement beaucoup plus épaisses.

Enfin, le tissu velouté est l'élément de la membrane kératogène produisant la sole et la fourchette. Il recouvre la face solaire de la troisième phalange et le coussinet digital, ce dernier constituant l'appareil d'amortissement du pied.

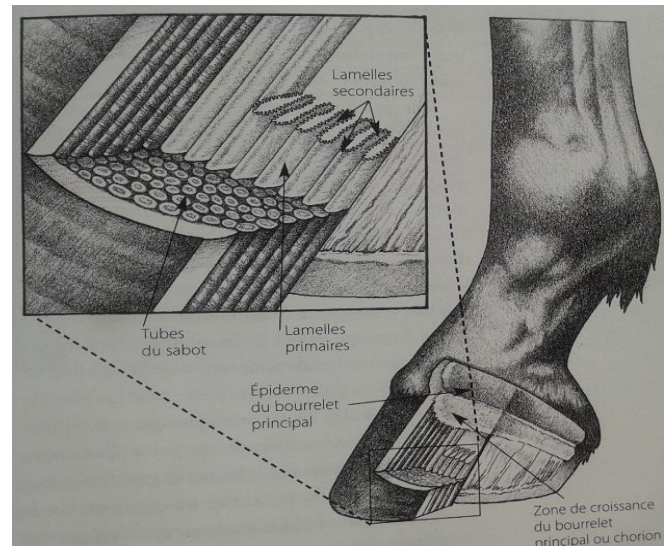
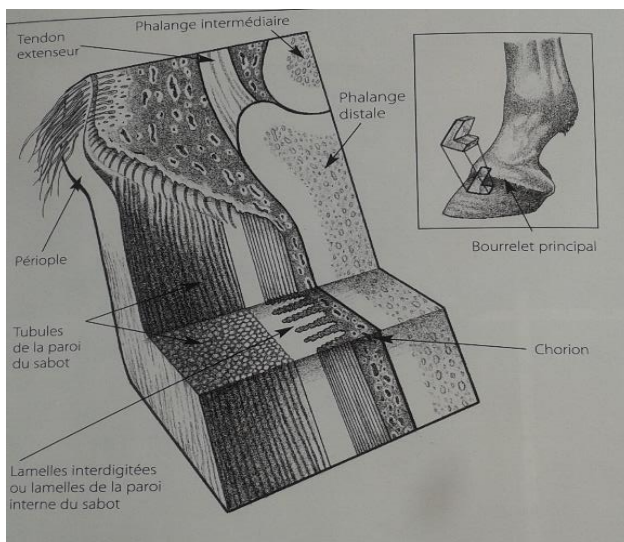


Figure 11: Vue tridimensionnelle de la paroi et de la couronne- Nouveau matériel *Vétérinaire pour les propriétaires de chevaux/ N.S. Loving(5)*

Figure 12 : Vue tridimensionnelle de la paroi et de la couronne- Nouveau matériel *Vétérinaire pour les propriétaires de chevaux/ N.S. Loving(5)*

a) Les structures osseuses du pied

Le squelette du pied contient quatre os constituant l'axe oblique du doigt, disposés en prolongation de la partie distale du métacarpien principal (ou canon) qui est lui vertical. Ces quatre os sont les phalanges proximales, moyennes et distales ainsi que l'os naviculaire (**Figure 13**).

L'os naviculaire, situé en arrière et sous la phalange distale joue un rôle important car il crée, avec son tendon, une augmentation fonctionnelle de la phalange distale réduisant l'impact du poser mais conférant également une amplitude plus large à l'articulation. Cet os tient ainsi un rôle important dans le fonctionnement mais aussi dans la pathologie du pied du cheval.

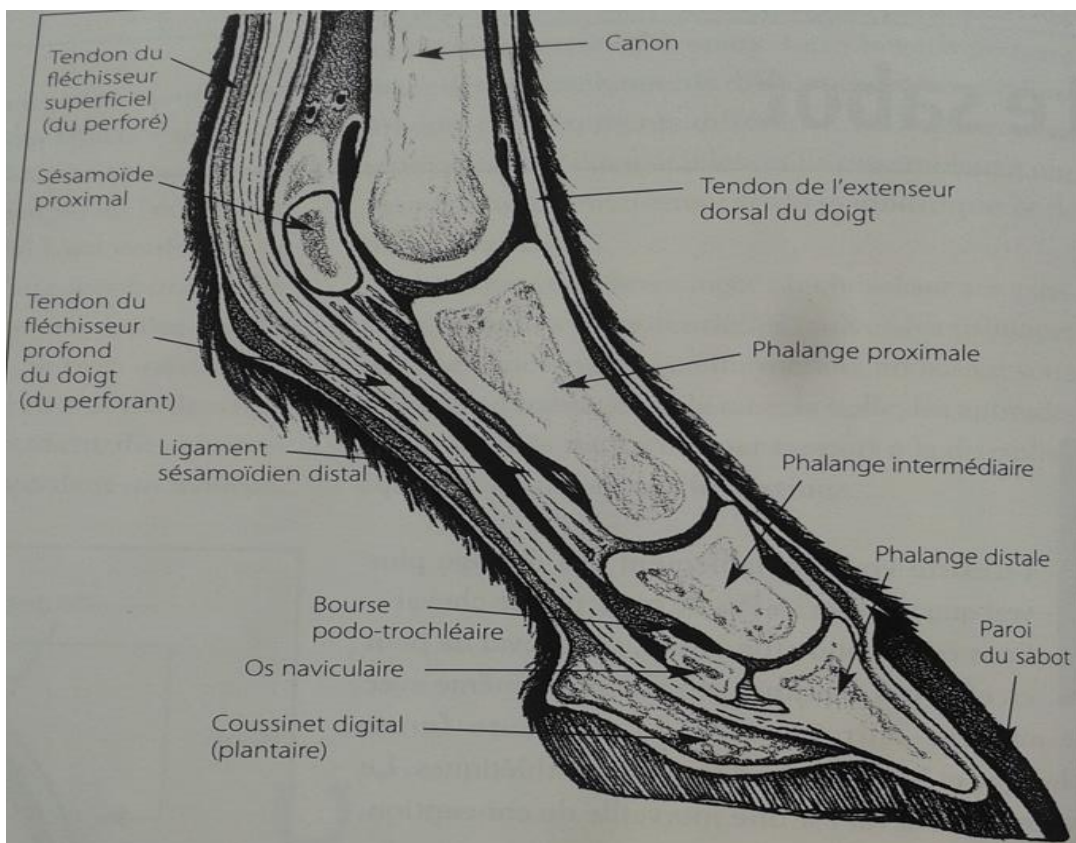


Figure 13: Structures internes du pied- Nouveau matériel vétérinaire pour les propriétaires de Chevaux/ N.S. Loving

b) Les formations tendineuses

Il existe quatre formations tendineuses principales auxquelles nous nous attacherons dans cette partie, mais elles ne sont pas exhaustives.

Deux tendons fléchisseurs, le tendon fléchisseur superficiel du doigt (FSD) ou tendon perforé ainsi que le tendon fléchisseur profond du doigt (FPD) ou tendon perforant, qui constituent la partie active de l'appareil de soutien du doigt.

Sur la partie palmaire et proximale de la phalange moyenne vient s'attacher le tendon perforé, lui-même traversé par le tendon perforant qui se termine au niveau de la partie palmaire de la phalange distale.

Le tendon suspenseur situé plus en profondeur soutient passivement le boulet et intervient, au cours de la phase de soutien, dans le blocage de l'articulation carpienne. Le tendon extenseur dorsal du doigt, qui s'insère quant à lui sur la partie antérieure de la phalange distale, intervient dans la flexion et l'extension de l'extrémité du membre.

L. Fonctionnement normal du pied lors des appuis

Différentes théories ont été émises afin d'expliquer l'absorption, par le sabot, des forces verticales lors de l'appui, cependant chacune conclue que les déformations liées à l'appui chez l'âne sont semblable à celles décrites chez le cheval. Les principales seront abordées dans ce chapitre et leur pertinence sera discutée.

1. Les différentes théories

La théorie de l'atténuation des chocs par compression de la fourchette, qui tend maintenant à être réfutée, suppose que la fourchette, en entrant en contact avec le sol transmette les forces au coussinet digital. Le coussinet digital permettrait ensuite l'expansion des talons.

A l'inverse de la précédente, la théorie de la dépression a été confirmée à plusieurs reprises et est actuellement reconnue. Elle suppose que les talons, de par leur orientation, se déforment spontanément lors des appuis. Leur écartement serait à l'origine d'une diminution des pressions entre les talons à l'origine de l'expansion du coussinet digital puis de l'expansion transversale de la fourchette.

M. Déformation de la boîte cornée

L'amortissement des chocs seraient impossible sans la capacité de déformation de la boîte cornée.

Grâce à leur disposition et leur continuité avec la muraille, les barres jouent un rôle de ressort limitant l'écartement lors de l'amortissement et permettant le rapprochement en fin d'appui. Il est observé lors de l'appui d'un membre déféré un écartement des talons mais également une expansion en couronne.

Tout comme le pied humain, la boîte cornée constitue une véritable pompe hydrostatique. Lors des amortissements, les déformations de la boîte cornée sont transmises aux cartilages unguulaires ce qui permet de chasser le sang des plexus veineux.

Les pressions exercées sur la surface articulaire lors de l'appui sont à l'origine de la descente de la phalange distale dans la boîte cornée. L'organisation des lamelles du podophylle assure une déviation vers la paroi d'une grande partie des forces agissant sur la phalange. Les mouvements de cisaillement subis par le podophylle contrôlent la descente de la phalange jusqu'à la stopper. Le bourrelet coronal se trouve quant à lui comprimé par la descente relative de la face latérale de la phalange le long de la paroi.

1. Forces dynamiques dans un sabot

Le talon touchant le sol légèrement avant la pince sur un pied non ferré, il subit une expansion vers l'extérieur. Une fois à l'appui, la deuxième phalange se trouve comprimée contre le coussinet digital et les fibrocartilages complémentaires de la troisième phalange se retrouvent écrasés par le coussinet digital. La pression se transmet vers le bas à la fourchette qui n'absorbe qu'une faible partie du choc de l'impact.

Lorsque la pince vient à toucher le sol, la force de compression se transmet verticalement aux tubes cornés de la muraille qui absorbent l'énergie.

Sur un pied ferré, l'expansion des talons n'est pas modifiée. Cependant le pied se dilate plus rapidement et donc absorbe les commotions au lieu de dissiper l'impact à travers le membre. Ceci peut expliquer certaines pathologies comme l'apparition d'hématomes au niveau des talons ou de la sole ou encore une fourbure et souligne l'importance d'un ferrage correct, parfaitement adapté au pied et à sa morphologie.

Le sabot est constitué de 2 parties : la boîte cornée et la membrane kératogène. La boîte cornée kératinisée est exactement moulée sur la membrane kératogène qui la produit et à laquelle elle adhère solidement (**Château et al, 2007**).

N. La boîte cornée (capsula unguiae)

Selon (**Château et al., 2007**) la boîte cornée est constituée par la paroi, la sole, la fourchette et les glômes C'est par la sole que se fait l'appui elle est produite par le bourrelet coronal (corium coronae) de la membrane kératogène extérieurement, la paroi présente (i) quatre régions anatomiques (pince, mamelles, quartiers, talons) et le périople qui forme une bande circulaire raccordée à la fourchette derrière le talon la face interne de la paroi est hérissée de lamelles blanches (lamelles épidermiques), minces et parallèles, étendues en ligne droite du bord coronal au bord solaire l'ensemble de ces lamelles de corne souple constitue le kéraphylle ces lamelles épidermiques du kéraphylle sont exactement engrenées à celles du derme sous-jacent (podophylle ou corium parietis) le bourrelet coronal (corium coronae) produit la corne du stratum medium de la paroi le stratum externum (corne tubulaire souple couvrant la paroi) forme le périople et produit un fin revêtement protecteur et imperméable la paroi, le stratum medium, est formée de nombreux tubules cornés, parallèles, orientés selon le grand axe de la paroi et connectés entre eux par de la corne inter tubulaire et Chaque tubule corné présente une longue cavité cylindrique, la médulla, limitée par des cellules corticales kératinisées l'extrémité proximale de la médulla loge une papille du bourrelet coronal qui produit les cellules corticales kératinisées la sole et la fourchette sont également produites par des papilles du tissu dermique, et formées, comme la paroi, par une corne tubulaire .

O. La membrane kératogène (corium) :

La membrane kératogène est la partie du tégument qui se trouve mise à nu lorsque la boîte cornée du sabot a été enlevée elle constitue l'analogue du derme associé à la couche germinative de l'épiderme. Selon (**Château et al, 2007**). on reconnaît trois parties nettement distinctes par l'aspect, la topographie et le rôle : le bourrelet, le podophylle et le tissu velouté Le bourrelet (corium limbi, corium coronae) constitue la partie de la membrane kératogène qui produit la corne de la paroi ; il est divisé en bourrelet limbique qui produit le périople et en bourrelet coronal, qui produit la paroi et Le podophylle (corium parietis) couvre la face pariétale de la phalange distale, du bord distal du bourrelet coronal au bord solaire de la phalange Sur toute

son étendue, il présente des lamelles dermiques (lamelles parallèles, molles, de teinte pâle), qui sont séparées par des sillons étroits dans lesquels s'engrènent les lamelles épidermiques du kéraphylle (stratum internum de la paroi cornée). Finalement, le tissu velouté (corium soleae, corium cunei) est la partie de la membrane kératogène qui revêt la face solaire de la phalange distale et le coussinet digital et qui produit la sole et la fourchette (**Château et al, 2007**).

P. Les particularités anatomiques du sabot de l'âne :

Il y a une différence significative entre le sabot du cheval et celui de l'âne dans le nombre de feuilles lamellaires : le cheval en compte environ 600, l'âne environ 350, qui sont beaucoup plus épaisses (**Hifny et Musk, 1983 ; Collins, 2004**). Une autre différence significative est la densité tubulaire de la paroi. La densité tubulaire (structures tubulaires dans la paroi/ mm²) est en moyenne moindre chez l'âne que chez le poney et le cheval (**Reilly et al ., 1996 ; 1998 ; Wealleans, 2008**). Néanmoins, dans la région superficielle de la paroi du sabot de l'âne, elle est plus dense que celle du cheval, et que celle du poney (**Reilly et al ., 1996 ; 1998 ; Wealleans, 2008**). Pour l'âne, comme pour le poney et le cheval, la densité tubulaire est la plus basse au niveau de la région la plus profonde de la corne (**Reilly et al ., 1996 ; 1998 ; Wealleans, 2008**). Par contre, chez l'âne, on note une grande différence entre la densité tubulaire du côté latéral du pied par rapport au côté médial du pied (**Reilly et al. , 1996 ; Wealleans, 2008**). En ce qui concerne la vitesse de croissance de la corne, il existe aussi des différences entre l'âne et le cheval (**Wealleans, 2008**). La vitesse moyenne de croissance de la corne (en mm par jour) de la mule est plus élevée que celle de l'âne et du cheval. La vitesse moyenne de croissance de la corne de l'âne est plus basse que celle du poney ; il n'existe pas d'effet lié à la provenance, au sexe ou à la couleur du sabot sur la croissance de la corne de l'âne. Par contre un grand inter variabilité est remarquée entre individus et au cours de l'année (**Wealleans, 2008**). Chez l'âne particulièrement, la vitesse de croissance est significativement moindre durant les mois de septembre et de novembre, alors que chez les mules et les poneys, on observe des pics en février, mai et septembre. D'autre part, c'est au niveau de la pince que la corne est le plus vite usée et remplacée (**Wealleans, 2008**). La teneur en eau de la paroi est généralement plus élevée chez l'âne (34,6 à 36,2 % en fonction du moment de l'année) en comparaison avec la mule (30,6 à 34,4 %) et le poney (25,1 à 29,0 %) (**Hopegood, 2002 ; Wealleans, 2008**). Des tests réalisés par **Wealleans** en 2008 ont permis de montrer que la teneur en eau de la paroi n'est pas significativement différente suivant les différentes régions anatomiques de la paroi du sabot

(pince, mamelles, quartiers, talons). Cependant, la teneur en eau diminue au printemps pour remonter en automne, ce qui indique qu'il y a clairement un effet de saison de nature physiologique, nutritionnelle ou environnementale. Dans l'étude menée par **Wealleans** (2008), il apparaît également que les régions internes de la paroi (régions 3 et 4) sont plus sensibles aux changements que les régions 1 et 2, variations qui peuvent être liées aux facteurs physiologiques et nutritionnels, ou influencées par l'humidité environnementale.

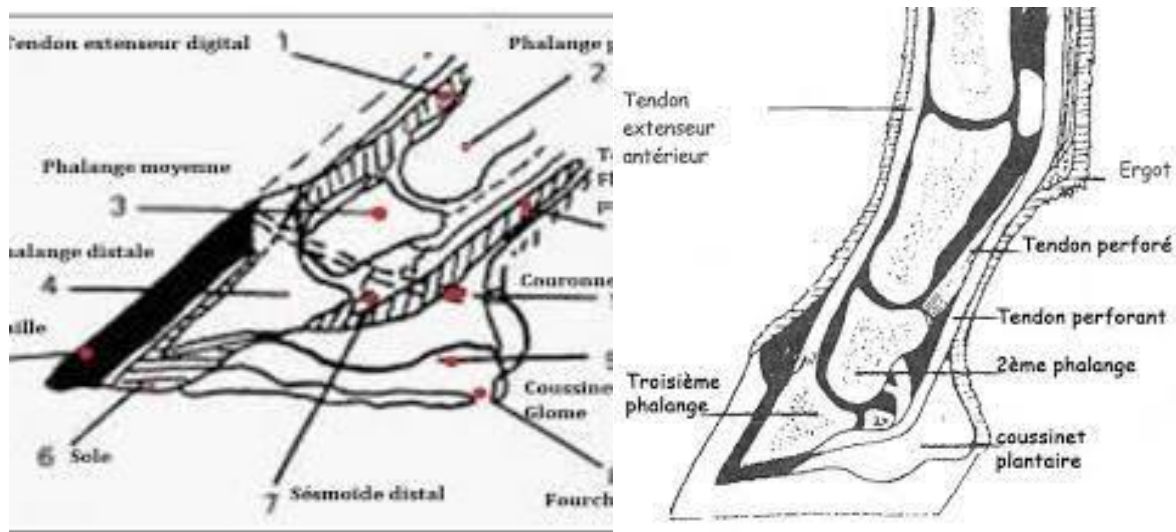


Figure 14 : Anatomie de pied d'âne

1. L'aplomb (axe phalangien dans le plan sagittal et latéro médial) de l'âne :

L'extrémité distale du membre de l'âne est constituée des mêmes structures anatomiques que celle du cheval, mais certaines de ces structures sont présentes avec une morphologie différente (**Hifny et Musk, 1983 ; Hopegood, 2002 ; Collins, 2004**).

Le profil du pied (angle du pied) est différent entre le cheval et l'âne : pour le cheval, on observe un angle d'environ 45° pour les antérieurs et 50° pour les postérieurs (**Stump, 1967**), tandis que chez l'âne, on note un angle plus droit d'environ 55° pour les antérieurs et 62° pour les postérieurs (**Hifny et Musk, 1983**).

La raison n'est pas connue, mais on évoque une protection naturelle contre un sol dur dans les pays d'origine (**Hopegood, 2002 ; Collins, 2004**). Vu de profil, l'aplomb semble souvent ne pas être bien aligné chez l'âne et donc plus droit, à la limite du pied bot (**Hopegood, 2002 ; Collins, 2004**).

Chez le cheval, on essayera de redresser un tel aplomb pour réduire au maximum les contraintes biomécaniques dans le plan sagittal (**Moleman et al ., 2006**). Chez l'âne, les bases biomécaniques sont estimées équivalentes mais restent méconnues (**Newlyn et al ., 1998 ; Hopegood,2002 ; Collins, 2002 ; 2004**).

L'aspect extérieur de face montre également chez l'âne des angles différents des parois latérale et médiale du sabot (**Hifny et Musk, 1983**).

Pour le pied du cheval, on note un angle d'environ 78,4° des parois latérales et médiales ; pour le pied de l'âne, il existe un angle de 89° pour la paroi médiale et de 91,5° pour la paroi latérale (**Hifny et Musk, 1983**). Par contre, dans cette référence, il n'est fait aucune mention de la conformation (panard, cagneux...) des pieds mesurés, qui doit avoir une influence sur ces mesures latérales et médiales du Pied.

À nouveau, l'origine de ces différences est inconnue, mais **Newlyn** et collaborateurs (1998) ont trouvé qu'il y a une résistance axiale supérieure en surcharge du pied de l'âne, qui est responsable d'une expansion palmaire moins importante que chez le cheval qui pourrait donc faire imaginer un mécanisme (des mouvements) plus important de la sole du pied de l'âne, comme observé en pratique et dans la littérature (**Collins, 2004**).

À l'heure actuelle, on n'est pas d'accord concernant l'aplomb de profil du pied de l'âne (**Wealleans, 2008**). La conformation optimale de l'aplomb digital de profil du cheval est une ligne droite imaginaire entre les trois phalanges et parallèle avec la paroi dorsale du sabot (**Gibson et Stashak, 1990**).

En créant cette situation, le stress minimal serait mis sur les tendons et les ligaments (**Moleman et al . , 2006**).

Pour l'âne, aucune donnée n'est accessible à ce sujet, du fait que ces observations sont fortement dépendantes du parage et qu'il n'existe pas de données biomécaniques suffisantes (**Collins, 2004 ; Wealleans, 2008**).

D'autre part, comme l'angle de profil du pied de l'âne est plus droit, un aplomb du profil légèrement cassé vers l'avant pourrait être vu comme normal en estimant que les forces biomécaniques sont différentes de celles du cheval (**Collins, 2004 ; Wealleans, 2008**).

D'autre part, l'âne a une couronne et un paturon fortement poilus, ce qui rend difficile l'étude de l'aplomb. La forme/morphologie du pied de l'âne est beaucoup plus mince (beaucoup plus étroite/cylindrique) en taille, en comparaison à celle du cheval (**Collins, 2004 ; Wealleans, 2008**).

Q. Mécanique et appui du pied de l'âne :

On sait depuis longtemps que le pied équin se déforme pendant la locomotion et l'appui à la suite d'interaction de plusieurs forces (Leach, 1980). Dès le 19^e siècle, différents groupes ont essayé de décrire la déformation du sabot équin suite à l'appui (Miles, 1856 ; Lechner, 1882). Mais, à cause des limites de l'équipement technique de ces études, leurs conclusions sont aujourd'hui fortement mises en question (**Newlyn et al . , 1998**). L'équipe de **Newlyn** décrit, en 1998, la mécanique du pied de l'âne. Leur conclusion est que la déformation suite à l'appui est semblable à celle décrite chez le cheval par **Lungwitz** (1883). Ils observent, sur un modèle de sabot antérieur gauche, en exerçant une force en appui de 375 N comparable au poids du corps de 150 kg réparti sur quatre jambes, une déformation concave de la paroi dorsale de 0,3 mm, ainsi qu'une expansion/déformation de 2,36 mm à la partie proximale des talons et quartiers (**Newlyn et al . , 1998**).

Cette donnée obtenue pour l'âne par **Newlyn** et collaborateurs (1998) ne corrobore pas celle de **Thomason** et collaborateurs (1992), qui décrit une déformation significative pour la partie distale des quartiers et des talons du pied du cheval. Cette observation par **Thomason** et collaborateurs (1992) n'est pas corroborée par **Verschootenet** collaborateurs (1996) qui décrivent, chez le cheval, une expansion plus importante en partie proximale des talons et quartiers (avec une moyenne de 1,2 mm d'expansion à 2000 N et une moyenne de 6,1 mm à 10.000 N).

R. Soins du pied :

1. Maréchalerie :

La maréchalerie est primordiale chez tout équidé, qu'il porte des fers ou non et doit être individualisé pour chaque équidé. Elle doit être régulière et adaptée à la pousse du sabot (en général toutes les 6 à 8 semaines pour une ferrure). La vitesse de croissance étant différente chez le cheval et l'âne, le maréchal n'interviendra pas à la même fréquence chez ces deux animaux. La corne pousse plus vite chez la mule que chez l'âne et le cheval mais moins vite chez l'âne que chez le poney. Les pics de croissance de la corne au cours de l'année diffèrent

également : février, mai et septembre chez la mule et le poney alors qu'elle est moindre chez l'âne en septembre et novembre.

Nécessaire chez tout équidé, elle permet de rééquilibrer le pied, corriger les aplombs, assurer une répartition correcte des charges lors des appuis et éviter les pathologies sous-jacentes. Le maréchal-ferrant doit parer la face inférieure du sabot de sorte qu'il soit perpendiculaire à l'axe longitudinal du membre, le sabot doit être le plus plat possible sous tous les angles et ainsi assurer son posé symétrique à chaque foulée.

Un pied correctement paré doit présenter un alignement correct des tubules cornés, ce qui signifie que la face antérieure de chaque muraille soit parallèle à l'inclinaison du paturon et aligné à l'axe pied-paturon. Le parage de l'âne est quant à lui particulier et doit être réalisé en respectant l'angle du sabot. Un pied à talons trop bas subit une surcharge réitérée sur les structures postérieures du pied, en particulier l'appareil naviculaire, et s'objective par un posé de la pince en premier. Une pince longue quant à elle entraîne une traction sur le tendon fléchisseur profond du doigt et a pour conséquence une bascule difficile du pied à chaque foulée.

Le fer évite le contact du pied avec le sol limitant ainsi les hématomes et les contusions. La mise en place d'une ferrure se justifie chez les chevaux de sports dont les pieds sont particulièrement sollicités et qui travaillent sur des terrains particuliers, mais également pour corriger certains aplombs ou certaines conformations. Ainsi des talons bas seront relevés par des fers à éponges garnies.

2. Entretien de la boîte cornée :

L'entretien de routine comprend le curage des pieds. Ce dernier doit être quotidien (au minimum deux fois par jour dans l'idéal) afin de retirer la boue et le fumier agglutinés dont l'ammoniac ramolli et détériore la corne.

L'humidité du sabot joue un rôle important dans son intégrité. L'eau s'évapore constamment de la surface externe du sabot mais elle est renouvelée grâce au système lymphatique et sanguin. Ceci explique que les pieds soient moins sensibles à la déshydratation qu'à l'humidité car des pieds hyper hydratés présentent une muraille molle et flexible qui n'assure plus une transmission progressive mais directe des forces commotionnelles aux structures internes du pied. A l'inverse, des pieds très secs seront plus sensibles aux seimes d'où l'importance d'une teneur en eau suffisante des pieds. Des onguents peuvent cependant être appliqués bihebdomadairement notamment au niveau du bourrelet coronaire pour stimuler la pousse de la corne et stabiliser la teneur en humidité des sabots. Ils contiennent dans la majorité

des cas de l'huile de laurier, de l'huile de lin (durcisseur et protecteur) ainsi que de l'huile de foie de morue (riche en oméga 3 et en vitamine A et D).

L'application de goudron de Norvège une fois par semaine maximum permet de durcir la sole et est intéressante pour prévenir la survenue de bleimes et de contusions de la sole. La fourchette quant à elle doit être évitée, le goudron de Norvège entraînant sa perte d'élasticité et diminuant son rôle d'amortisseur.

Par temps sec, l'application d'huile de laurier, favorisant la pousse de la corne et possédant des propriétés antiseptiques est judicieuse.

3. Influence de l'environnement :

Une corne de qualité a la capacité de résister à la plupart des agressions extérieures. A l'inverse, une corne de mauvaise qualité y sera sensible. Il convient donc d'éviter au maximum les séjours prolongés des équidés dans les prés humides et boueux ainsi que le travail quotidien sur des sols détrempés au risque de ramollir la corne. Les périodes de sécheresse peuvent elles aussi affecter le pied avec une corne plus sujette à fissures telles que les seimes.

Enfin la litière a une influence non négligeable sur le pied, il est indispensable de la garder propre. La paille de blé propre est préférée tant que possible aux copeaux de bois. Ces derniers ont tendance à s'amasser sous les pieds et à se réchauffer une fois souillés par du fumier et de l'urine ce qui assèche le pied.



**Partie
expérimentale**

Objectifs d'étude

L'espèce asine est en voie de disparition en Algérie. En raison de la faible mécanisation de l'agriculture, la traction animale utilisant les bœufs, les chevaux et les ânes, joue un rôle très important dans la production agricole et le transport.

Malgré les multiples services rendus aux populations rurales, l'âne demeure un animal négligé par ses utilisateurs et presque ignoré par la recherche biologique. Les ânes sont un peu victimes de leur capacité naturelle à s'adapter aux conditions naturelles et à résister à certaines maladies. En effet, sa rusticité et son endurance au travail ont fait de lui « un animal à tout faire ». Très peu d'études ont été consacrées aux ânes en Algérie.

Chapitre II . Matériels et méthodes :

A. En général :

Après la collecte des données morphométriques au niveau du pied des ânes telles que les mensurations réalisées à l'aide d'un pied à coulisse, d'un mètre ruban et d'autres avec un logiciel de traitement d'image.

Les données ont été saisies sur le tableur Excel (Microsoft Office 2013[®]), puis les analyses ont été effectuées à l'aide d'Image J (Image Processing and Analysis in Java ; image J bundled with Java 8 Version 1.54p 17 February 2025) pour les pieds des ânes.

Les moyennes et les écarts types des paramètres morpho-biométriques ont été calculés à l'aide de tests t indépendants à deux échantillons.

Tous les tests t ont été suivis d'un test F pour vérifier l'égalité des variances (p).

B. Présentation de la zone d'étude :

Notre échantillon a été collecté au niveau de Parc Animalier de la région de Kissir El Aouana de la wilaya de Jijel, au cours de l'année 2025 (Voir figure 15 et 16).



Figure 15 : Représentation de la région d'étude par rapport à la carte nationale

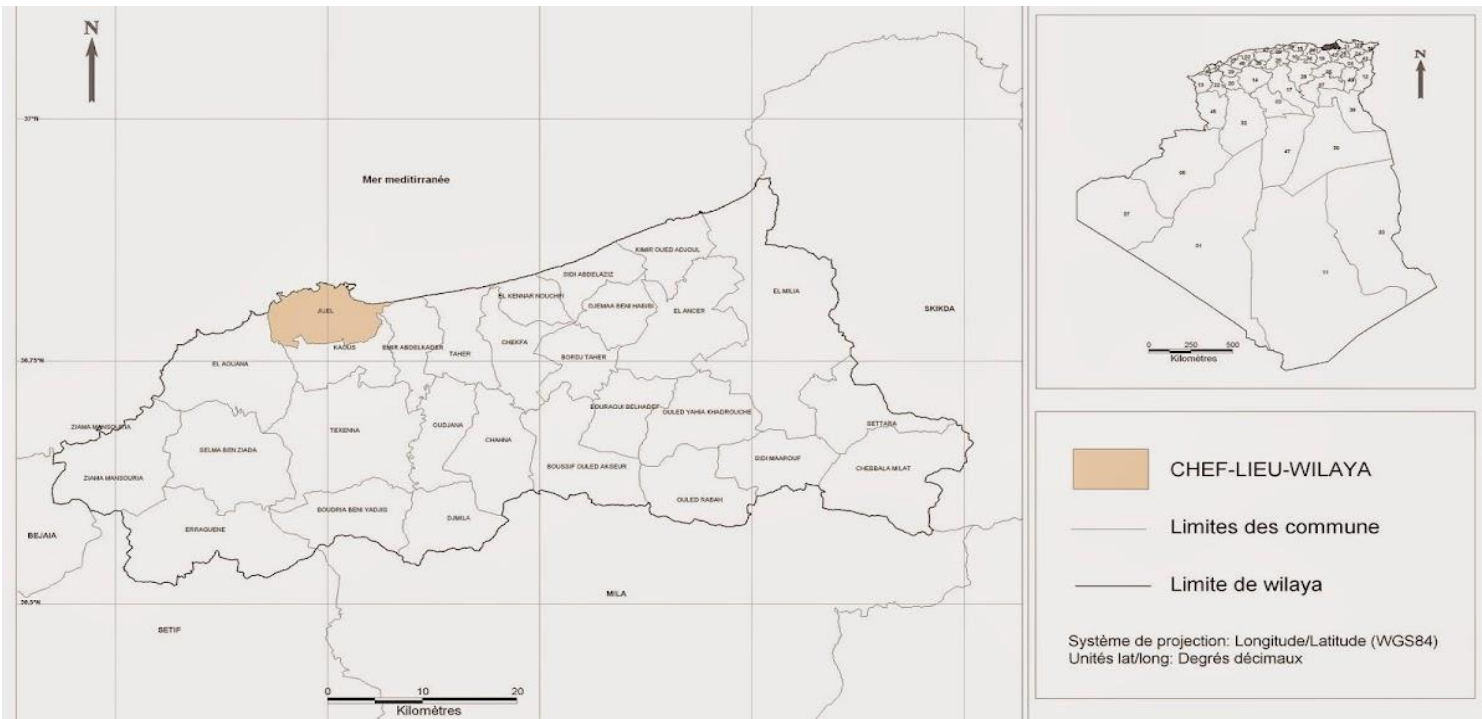


Figure 16: Représentation de la région d'étude par rapport à la carte de la wilaya de Jijel

➤ Wilaya de Jijel :

Est située au nord-est de l'Algérie. Elle est limitée au nord par la mer Méditerranée à l'ouest par la wilaya de Bejaïa, à l'est par la wilaya de Skikda, au sud-ouest la wilaya de Sétif, au sud par la wilaya de Mila et enfin au sud-est par la wilaya de Constantine.

C. Matériel animal :

Notre travail est basé sur l'étude des caractères morpho biométrique du pied de 04 ânes (02 male ; 02 femelle)

1. Matériel utilisé :

Les mensurations ont été effectuées à l'aide d'un mètre-ruban pour estimation de poids de l'animale et la Largeur de la paroi dorsale du sabot pour les membres ; un pied à coulisse numérique et appareil photo pour la mensuration morpho métrique des pieds de l'âne



Figure 17 : Matériels utilisés pour les mesures morpho métriques

2. Evaluation du poids de l'âne :

Pour estimer le poids moyen des ânes étudiés, on a mesuré le périmètre thoracique de l'âne en centimètres, tout autour du corps de l'âne à quelques pouces derrière ses épaules qui a été faite avec un mètre-ruban au pourtour du thorax. Pour ce faire, on place le ruban au passage des sangles. La lecture est faite lorsque l'âne est en expiration.

Quant à la hauteur au garrot de l'âne jusqu'au sol ; elle a été Mesurée à l'aide d'un mètre-ruban au niveau des pattes antérieures lorsque l'animal est bien sur ses aplombs sur une surface horizontale La hauteur au garrot représente la distance entre la surface horizontale et le point le plus élevé du garrot. (Voir figure 18).



Figure 18: Les mensurations prises sur les ânes pour estimer le poids

Ensuite on a utilisé les formules distinguées dans le tableau 3 :

Tableau 3: Équations pour estimer le poids d'un âne adulte

Equations	Références
$\text{Poids (kg)} = (\text{Tour de poitrine (cm)} \times 2,576) \times (\text{Hauteur au garrot (cm)} \times 0,240) / 3968$	Svendsen, 1997
$\text{Poids (kg)} = (\text{Tour de poitrine (cm)} \times 2,576) \times (\text{Hauteur au garrot (cm)} \times 0,000252)$	Eley et al, 1993

3. Caractères quantitatifs :

Dans le but d'étudier les caractéristiques morpho métrique du pied de l'espèce asine, un travail a porté sur l'analyse de 9 mensurations au niveau de laboratoire de l'université de Bejaia. (Voir tableau et figure ci-dessous).

Tableau 4: Les principales mensurations prises au niveau de pied des ânes

Les différentes mesures à prendre	Mensurations à main (pied à coulisse et mètre ruban)	Mensurations avec le logiciel (Prise de photo du sol et latérale)
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> -DHWL (Longueur de l'orteil des 4 membres) -HL (Longueur du talent pour les 4 membres) -DHWW (Largeur de la paroi dorsale du sabot pour les 4 membres) 	<ul style="list-style-type: none"> -LDH (Diamètre longitudinale du sabot) des 4 membres -TDH (Diamètre transversal du sabot) des 4 membres -VHWW (Largeur de la paroi dorsale du sabot) des 4 membres -SL (Longueur du support) des 4 membres -(a) Angle des orteils, des 4 membres -(e) Angle sabot-paturon (latéral), des 4 membres



Figure 19: Les différentes mesures de pied d'âne



Resultat

Chapitre III . Analyse statistique

A. Résultats

B. Caractérisation de la population d'étude

Au total, 04 ânes ont été échantillonnés. L'âge était de 4 à 11 ans

Tableau 5 : Caractérisation de la population d'étude selon le sexe et l'âge

animale	sexe	âge
Ane 01	male	8-9 ans
Ane 02	male	4-5 ans
Ane 03	femelle	6-7 ans
Ane 04	femelle	9- 11 ans

1. Caractérisation morpho biométrique

Le tableau 8 fait un récapitulatif des valeurs moyennes de certain paramètres morpho biométriques des ânes échantillonnés.

Tableau 6: Récapitulatif des principaux paramètres morpho biométriques des ânes en Algérie

Paramètres	Moyenne	Min	Max
Poids vif (kg)	131,74 kg	128,66 kg	136,74 kg
Périmètre thoracique (cm)	107,25 cm	106 cm	109 cm
Hauteur au garrot (cm)	108 cm	104 cm	111 cm

Interprétation :

- Une légère hétérogénéité au sein du groupe
- Le poids vif indique une population d'animaux de taille moyenne
- une population d'animaux morphologiquement homogènes pour le périmètre thoracique
- une certaine homogénéité de la taille des animaux de l'échantillon pour la hauteur de garrot avec une légère variabilité
- globalement la taille et la forme générale des animaux restent assez constantes, le poids peut différer sensiblement d'un individu à l'autre

C. Etude morpho biométrique :

1. Variation selon les Caractéristiques morpho métrique au niveau de pied des ânes selon âge ; sexe et poids :

Des données morpho métrique du pied des ânes à l'aide d'un pied à coulisse et mètre ruban sont représentées dans le tableau ci-dessous

Tableau 7: Des mensurations à main (pied à coulisse et mètre ruban) et par observation chez la population asine étudiée

Animale	Numéro	paramètre	A.G	A.D	P.G	P.D	Sexe	Age	Poids
Ane	1	DHWW	19,7	19,3	17,5	17,9	male	8-9 ans	132,91KG
	1	L.ORT	5,84	5,56	4,75	5,02			
	1	L.TALENT	3,05	2,97	3,55	3,39			
Ane	2	DHWW	19,4	18,2	17,35	16,92	male	4-5 ans	136,74KG
	2	L.ORT	6,48	7,05	6,10	6,31			
	2	L.TALENT	3,44	4,26	3,82	4,00			
Ane	3	DHWW	15,6	16,3	14,3	14,5	femelle	6-7 ans	128,66KG
	3	L.ORT	5,23	5,5	4,95	4,92			
	3	L.TALENT	3,25	3,66	3,36	3,30			
Ane	4	DHWW	17,15	17,2	16,1	16,4	femelle	9-11 ans	128,66KG
	4	L.ORT	7,11	7,2	7,82	7,05			
	4	L.TALENT	5,03	5,34	4,09	4,05			

DHWW : Largeur de la paroi dorsale du sabot ; **L.ORT** : Longueur de l'orteil ; **L.TALENT** : Longueur du talent

Interprétation :

- asymétrie naturelle, ou des variations individuelles. entre les côtés gauche (A.G, P.G) et droit (A.D, P.D)
- DHWW, supérieures à celles des ânes plus jeunes et légers
- L.ORT ; L.TALENT supérieur à celle des ânes âge

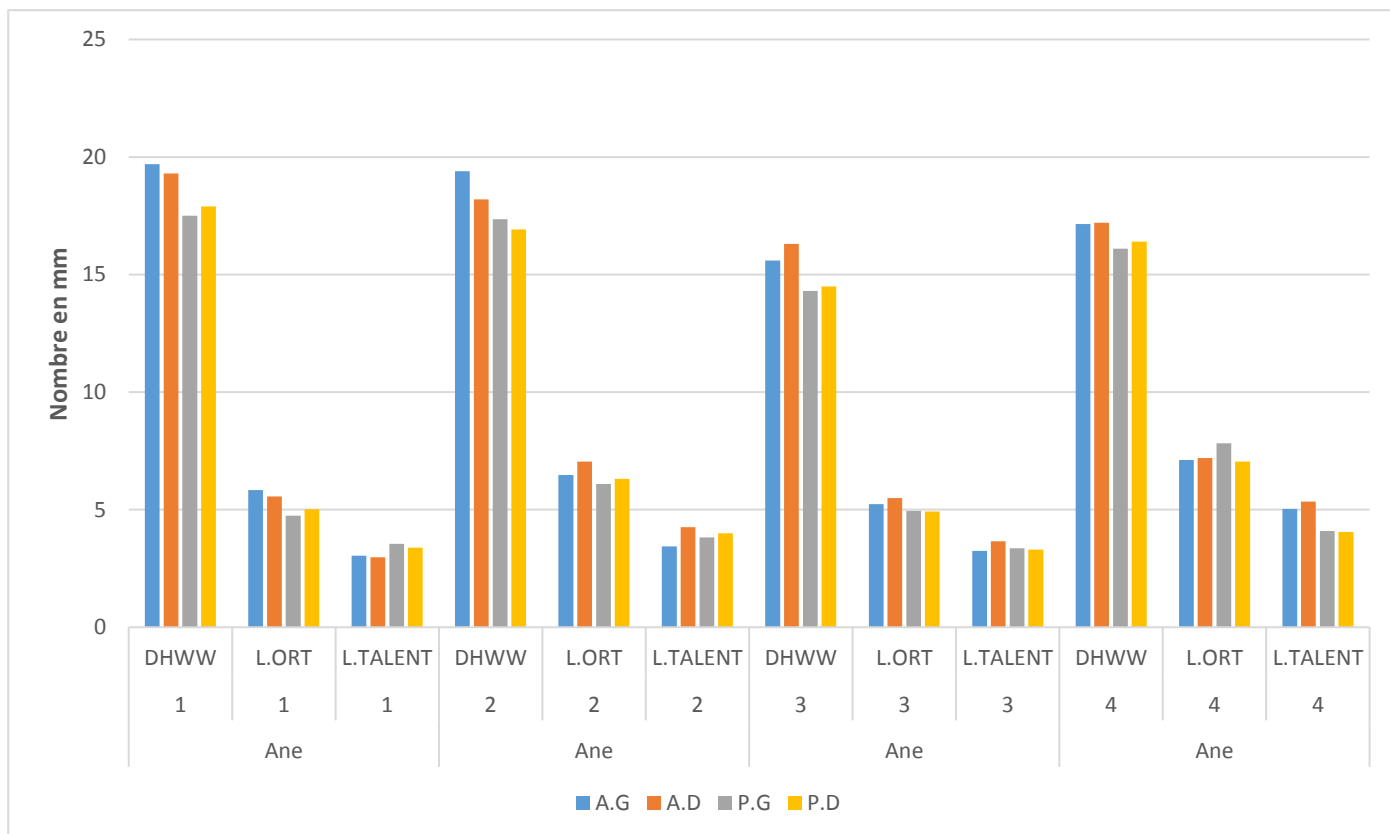


Figure 20 : schéma qui présent des mensurations a main et par observation chez la population asine étudiée

2. Caractérisation des paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs :

Les différences entre les paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs ont été testées à l'aide de tests t indépendants à deux échantillons. Tous les tests t ont été suivis d'un test F pour vérifier l'égalité des variances (p). (Tableau 8)

Tableau 8: Les différences entre les paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs

Animale	Paramètre	Front foot	Hind foot
A1	LDH	100	83
	LDH	90	84
	TDH	62	60
	TDH	70	60
	VHWW	36,31	35,76
	VHWW	37,21	34,21
	SL	71,9	68,76
	SL	74,88	59,27

	a	60,9	66,66
	a	64,5	62,68
	e	170,98	171,37
	e	170,44	169,42
	DHWW	190,7	170,5
	DHWW	190,3	170,9
	L,ORT	50,84	40,75
	L,ORT	50,56	50,02
	L,TALENT	30,05	30,55
	L,TALENT	20,97	30,39
	LDH	102	101
	LDH	102	102
	TDH	75	63
	TDH	71	62
	VHWW	40,95	39,18
	VHWW	41,11	38,21
	SL	52,52	55,22
	SL	58,92	60,08
	a	52,96	55,22
	a	56,69	59,67
	e	169	170,29
	e	169,64	165,55
	DHWW	190,4	170,35
	DHWW	180,2	160,92
	L,ORT	60,48	60,1
	L,ORT	70,05	60,31
	L,TALENT	30,44	30,82
A2	L,TALENT	40,26	40
	LDH	71,62	71,9
	LDH	89,94	64,84
	TDH	56,28	50,25
	TDH	56,32	51,78
	VHWW	42,71	32,09
	VHWW	40,99	33,54
	SL	52,39	50,16
	SL	50,34	49,18
	a	67,12	64,42
	a	53,44	65,78
	e	169,13	168,31
	e	168,95	167,53
	DHWW	150,6	140,3
A3	DHWW	160,3	140,5

	L,ORT	50,23	40,95
	L,ORT	50,5	40,92
	L,TALENT	30,25	30,36
	L,TALENT	30,66	30,3
A4	LDH	92,51	92,08
	LDH	87,68	86,28
	TDH	60,12	53,04
	TDH	58,45	51,09
	VHWW	45,88	44,12
	VHWW	31,76	35,9
	SL	57,36	61,9
	SL	55,75	57,22
	a	50,89	56,55
	a	48,54	57,2
	e	170,18	157,23
	e	173,97	165,54
	DHWW	170,2	160,1
	DHWW	170,15	160,4
	L,ORT	70,2	70,82
	L,ORT	70,11	70,05
	L,TALENT	50,34	40,09
	L,TALENT	50,03	40,05

Interprétation :

- Symétrie gauche-droite
- Les mesures antérieures sont légèrement supérieures aux postérieures
- Les 4 individus avec des mesures (LDH, TDH, VHWW, SL, à, e, DHWW, L.ORT, L.TALENT) présentent des profils relativement homogènes
- DHWW a une moyenne élevée (175,36) pour le membre antérieur, (159,24) pour le membre postérieur), tandis que L.TALENT est plus faible (35,37 et 34,07 respectivement).
- les moyennes du membre antérieur sont légèrement supérieures à celles du membre postérieur
- des paramètres TDH, DHWW présentent des différences significatives
- Les autres paramètres ne présentent pas de différences statistiquement significatives

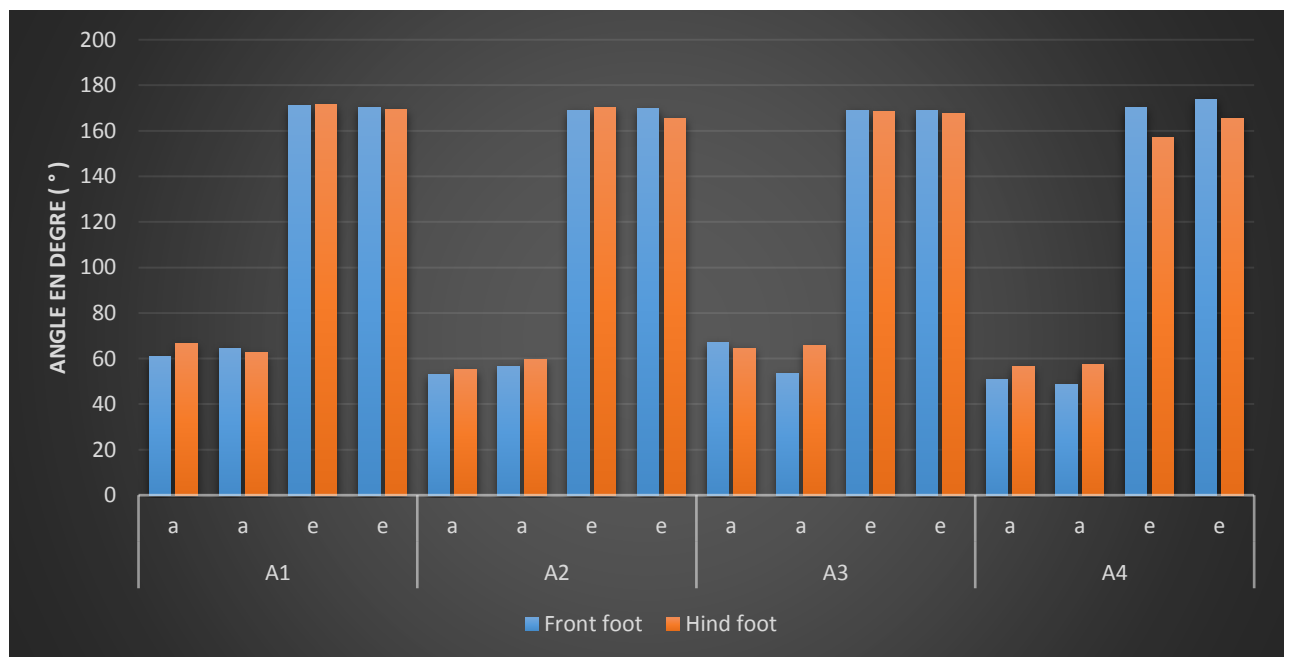
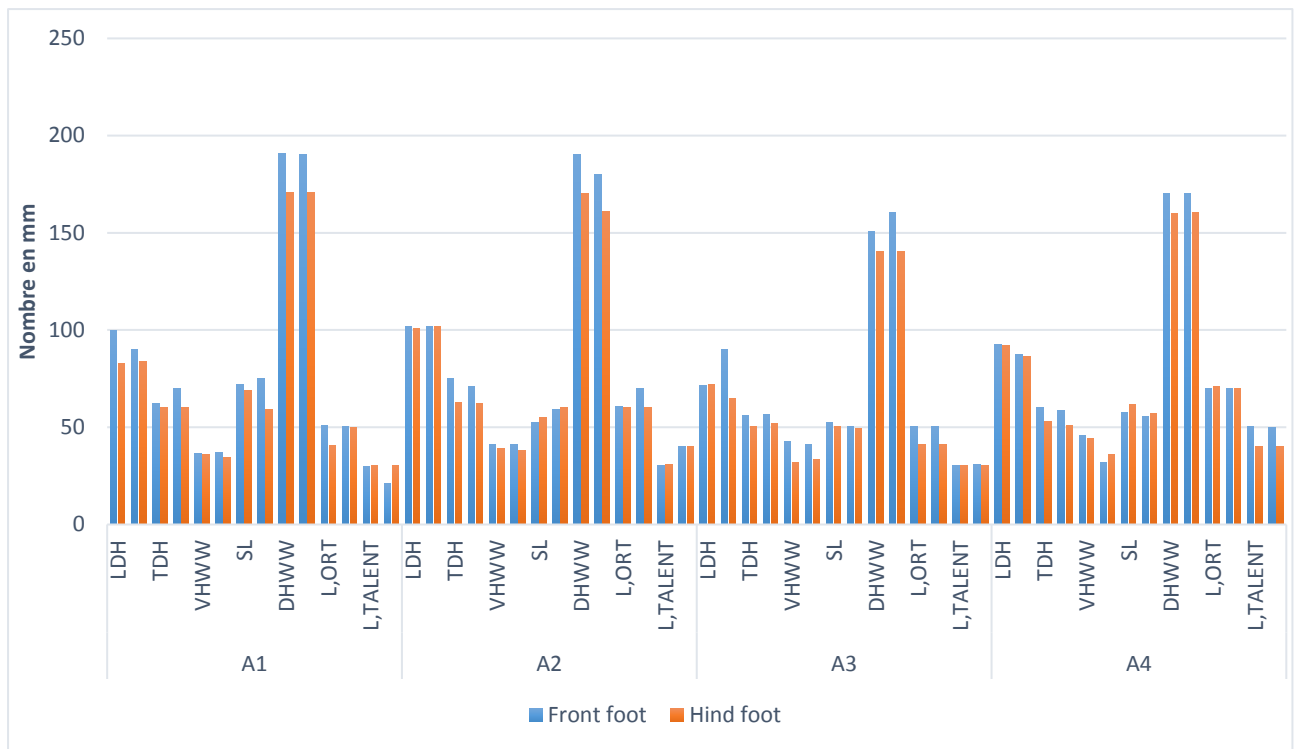


Figure 21 : Les diagrammes qui décrivent les variations des paramètres des sabots des membres antérieurs et postérieurs

3. Variation des paramètres mesures des membres antérieurs et postérieurs :

Tableau 9 : paramètres mesure des membres antérieurs et postérieur

Individus	Paramètres	A.G	A.D	P.G	P.D
1	LDH	100	90	83	84
1	TDH	62	70	60	60
1	VHWW	36,31	37,21	35,76	34,21
1	SL	71,9	74,88	68,76	59,27
1	a	60,9	64,5	66,66	62,68
1	e	170,98	170,44	171,37	169,42
1	DHWW	190,7	190,3	170,5	170,9
1	L.ORT	50,84	50,56	40,75	50,02
1	L.TALENT	30,05	20,97	30,55	30,39
2	LDH	102	102	101	102
2	TDH	75	71	63	62
2	VHWW	40,95	41,11	39,18	38,21
2	SL	52,52	58,92	55,22	60,08
2	a	52,96	56,69	55,22	59,67
2	e	169	169,64	170,29	165,55
2	DHWW	190,4	180,2	170,35	160,92
2	L.ORT	60,48	70,05	60,1	60,31
2	L.TALENT	30,44	40,26	30,82	40
3	LDH	71,62	89,94	71,9	64,84
3	TDH	56,28	56,32	50,25	51,78
3	VHWW	42,71	40,99	32,09	33,54
3	SL	52,39	50,34	50,16	49,18
3	a	67,12	53,44	64,42	65,78
3	e	169,13	168,95	168,31	167,53
3	DHWW	150,6	160,3	140,3	140,5
3	L.ORT	50,23	50,5	40,95	40,92
3	L.TALENT	30,25	30,66	30,36	30,3
4	LDH	92,51	87,68	92,08	86,28
4	TDH	60,12	58,45	53,04	51,09
4	VHWW	45,88	31,76	44,12	35,9
4	SL	57,36	55,75	61,9	57,22
4	a	50,89	48,54	56,55	57,2
4	e	170,18	173,97	157,23	165,54
4	DHWW	170,15	170,2	160,1	160,4
4	L.ORT	70,11	70,2	70,82	70,05
4	L.TALENT	50,03	50,34	40,09	40,05

Interprétation :

- Présence des variations possibles des mesures selon les paramètres de chaque individu
- La Valeur LDH entre 71,9 individus (1) et 102 pour l'individu (2) **A.G** donc il existe une déférence
- La Valeur LDH entre 71,9 pour l'individu (3) et 101 pour l'individu (2) **P.G**
- La Valeur DHWW varie de 170,2 pour l'individu (4) et 190,3 pour individu (1) **A.D**
- La valeur du DHWW varie de 140,5 individu (3) à 170,9 individu (1) **P.D**
- Les autres paramètres ne présentent pas une grande différence

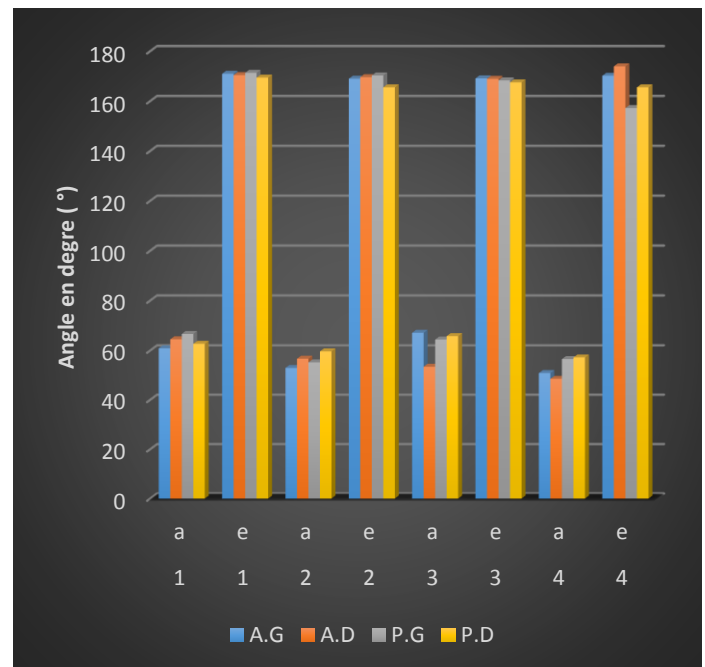
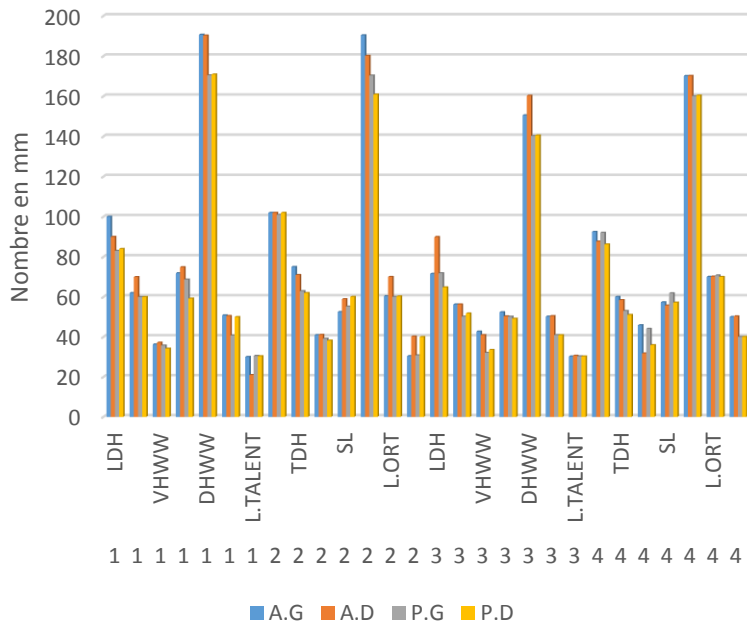


Figure 22: Les graphiques qui montrent les paramètres mesurent les pieds droit et gauche.

4. Analyser statistique des paramètres étudié :

Tableau 10: Analyser statistique des paramètres étudié

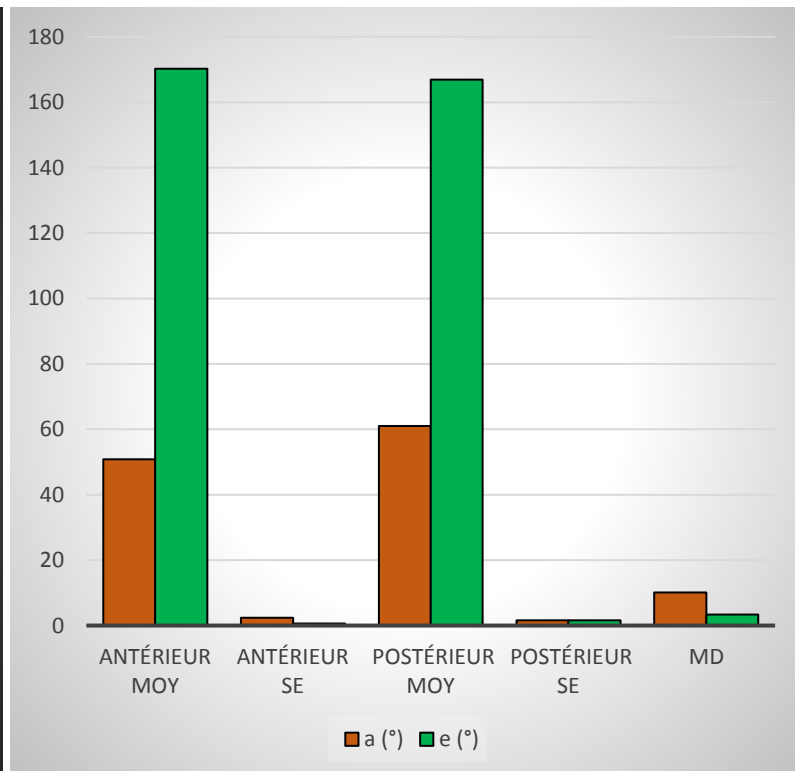
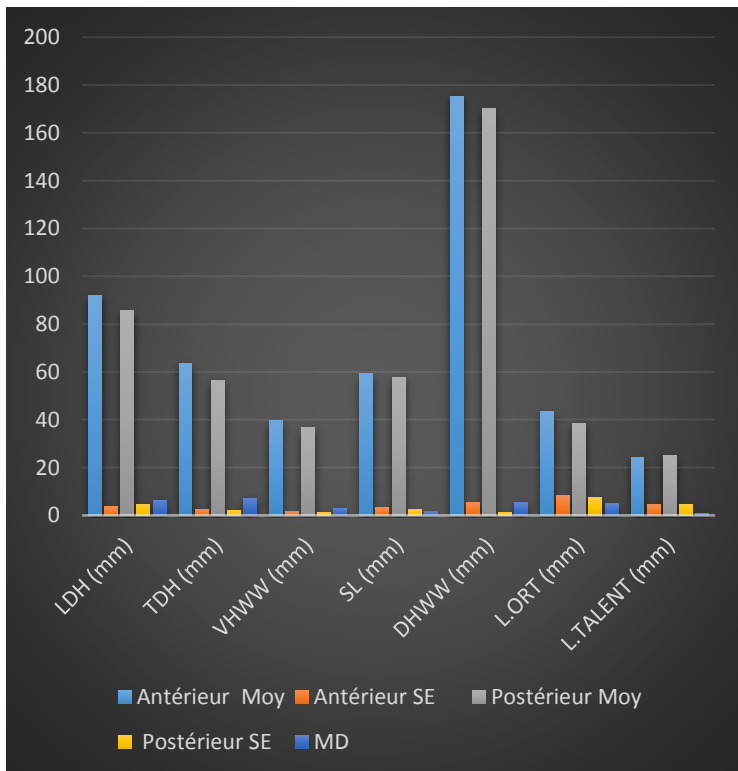
Paramètres	Antérieur		Postérieur		MD	P value
	Moy	SE	Moy	SE		
LDH (mm)	91,969	3,552	85,638	4,584	6,331	0.293
TDH (mm)	63,646	2,582	56,395	1,887	7,251	0.039
VHWW (mm)	39,615	1,542	36,626	1,352	2,989	0.167
SL (mm)	59,258	3,251	57,724	2,252	1,534	0.703
a (°)	50,88	2,359	61,023	1,574	10,143	0.166
e (°)	170,286	0,587	166,905	1,566	3,381	0.074
DHWW (mm)	175,356	5,348	170,175	1,143	5,181	0.036
L.ORT (mm)	43,371	8,273	38,49	7,346	4,881	0.405
L.TALENT (mm)	24,125	4,518	25,07	4,728	0,945	0.755

NS : différence non significative à $P > 0,05$, * différence significative à $P \leq 0,05$,

MD = différence moyenne (Antérieur – Postérieur) et la P value du test.

Interprétation :

- des différences significatives des paramètres TDH (mm) et DHWW (mm)
- Le paramètre (e) et légèrement significatif
- pas de différences significatives pour les autres paramètres



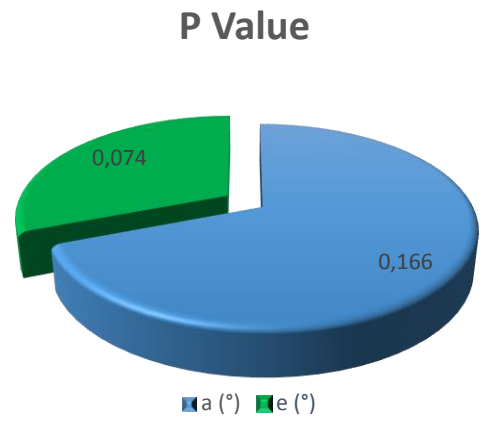
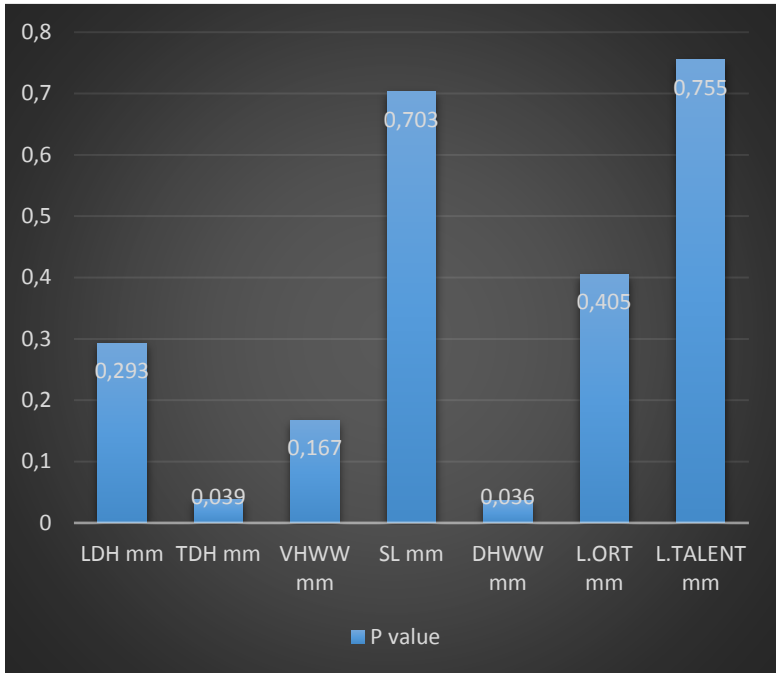


Figure 23: Les diagrammes qui décrivent l'analyse statistique des variables étudiées



Discussion

Chapitre IV . Discussion

A. Caractères morpho métriques :

Les mensurations corporelles n'ont pas seulement utilisé pour la caractérisation des animaux mais aussi pour la détermination du poids vif (**PEARSON et OUASSAT, 2000 ; VALL et al, 2002**).

La hauteur au garrot et le tour de poitrine permettent de déterminer le poids de l'âne ; en utilisant le nomogramme (**PEARSON et OUASSAT, 2000 ; VALL et al, 2002**).

Nous pourrions estimer le poids des ânes en utilisant les deux formules citées par **SVENDSEN, (1997)** et **Eley et al ; 1993** après avoir pris des mesures corporelles.

Poids (kg)= (Tour de poitrine (cm) 2,576) x (Hauteur au garrot (cm) 0,240) /3968	Svensden, 1997
Poids (kg)= (Tour de poitrine (cm) 2,576) x (Hauteur au garrot (cm) 0,240) x 0,000252	Eley et al, 1993

PEARSON et OUASSAT (2000) ont montré que le périmètre thoracique (TP) des ânes du Maroc est la variable, la plus appropriée pour l'estimation du poids vif de l'animal. Cela dans des cas où la contention de l'animal est difficile donc il est préférable d'utiliser une formule pour calculer le poids vif en utilisant le TP seulement

$$\text{Poids vif (kg)} = \text{Tour droit de poitrine (cm)} \times 2.65/2188$$

Pour la population que nous avons étudiée qui a une hauteur au garrot moyen de 108 cm et un périmètre thoracique de 107,25 cm et après avoir utilisé les formules mentionnées ci-dessus, nous avons remarqué que le poids vif moyen suivant les deux formules se rapprochent (131,74 kg et 109,80 kg, respectivement). Ceci nous amène à conclure que la population étudiée est en bon état.

En comparant cette population avec des populations étudiées dans d'autres pays, le poids vif de l'âne étudié est légèrement inférieur à population asine de Tunisie (201 ± 46 kg) (**AROUA et al, 2020**) ainsi que celle de la population asine de l'Egypte (186 ± 24 kg) (**MOSTAFA et al, 2020**) et l'âne. Par contre nos résultats révèlent que le poids vif d'animaux est presque identique

à ceux de la population asine sénégalaise ($123,8 \pm 22,1$ kg) (**ROAMBA, 2014**) et du Sahel du Burkina Faso ($133,6 \pm 16,5$ kg) (**KABORE, 2014**).

Il est à noter que pratiquement, la prise de mesure du périmètre thoracique (TP) en arrière du garrot est plus soumise à des variations dues à l'activité respiratoire des animaux (inspiration/expiration) que la mesure à hauteur du garrot, ceci est dû au développement de la poitrine et des muscles qui la recouvrent (**NICKS et al, 2006**). Le périmètre thoracique de la population asine de la présente étude enregistre une valeur moyen ($107,25$ cm) inférieur au population asine de différentes localités d'Algérie notamment celle de Saida et Tiaret ($121,02 \pm 12,39$) (**AISSAOUI H et al, 2020**), Adrar ($120,67 \pm 7,670$) (**HAYAOUI N et al, 2020**), de Kabylie ($118,5 \pm 7,5$) (**AYAD et al, 2019**) et plus important aux ânes de Tlemcen ($124,26 \pm 7,03$ cm) (**LABBACI M et al, 2016**) ; et d'Egypte (122 ± 6 cm) (**MOSTAFA et al, 2020**) et de Turquie ($113,5 \pm 0,49$ cm) (**YILMAZ et al, 2013**). Nos résultats de PT sont aussi inférieurs à celles de plusieurs rapports à savoir l'âne de Serbie ($118,25 \pm 9,64$) (**DJOKOVIC et al, 2020**) et ($137,4 \pm 7,5$) (**STANISIC et al, 2020**), Tunisie ($125,09 \pm 9,9$ cm) (**AROUA et al, 2020**), et l'âne Sinnar d'Ethiopie ($117,69$ cm) (**KEFENA, 2011**). On retient également que la population d'âne étudiée possède une cavité thoracique moins importante que celle de l'âne du Sénégal et Sahel du Burkina ($108,9 \pm 7,1$ et $110,9 \pm 4,8$ cm, respectivement) (**ROAMBA, 2014** ; **KABORE, 2014**).

Selon **NICKS et al, (2006)**, la taille au garrot (HG) est le paramètre le plus fréquemment utilisé pour évaluer le format des animaux ; Dans la présente étude, la moyenne de la hauteur au garrot était de 108 cm qui pratiquement est identique à celle enregistrée chez les ânes de Serbie ($109,75 \pm 11,34$ cm) (**DJOKOVIC et al, 2020**), et de Sinnar d'Ethiopie (110 ± 12 cm) (**KEFENA, 2011**). De même, nos résultats corroborent avec les valeurs enregistrées dans l'est algérien ($110,15 \pm 8,49$ cm) (**HANNANI et al, 2020**) et en Kabylie ($106,9 \pm 5,4$ cm) (**AYAD et al, 2019**). En revanche, la hauteur au garrot des ânes de cette étude était légèrement inférieure à la population asine de Tunisie ($115,29 \pm 9,07$ cm) (**AROUA et al, 2020**) et d'Egypte (115 ± 5 cm) (**MOSTAFA et al, 2020**).

L'écart important des poids corporels (minimum, $128,66$ kg ; et maximum, $136,74$ kg) met en évidence une forte hétérogénéité au sein de notre population asine, notamment par différence d'âge, hétérogénéité de poids vif comparé à la taille ou au tour de poitrine ; Homogénéité morphologique du périmètre thoracique et de la hauteur au garrot. La variation

de masse corporelle (poids vif), alors que la taille et le tour de poitrine des animaux restent assez constants donc le poids peut différer sensiblement d'un individu à l'autre

Un groupe d'animaux qui présentent une morphologie homogène. Il y a peu de variation dans le périmètre thoracique (entre 106 et 109 cm), avec une légère variation de la hauteur au garrot (104 à 111 cm). Les animaux ont des poids allant de 128, 66 kg à 136, 74 kg, ce qui peut être expliqué par le fait qu'ils sont en pleine croissance.

En distinguant l'âge et le poids, les mesures morphologiques principales de plusieurs âges permettent de déterminer une multiplicité des mesures, avec des variations des paramètres et des différences selon le sexe. Il y a eu quatre observations sur des individus ayant différents paramètres de mesure (LDH, TDH, VHWW, SL, a, e, DHWW, L.ORT, L.TALENT). Quatre mesures sont incluses dans chaque observation : A.G, A.D, P.G, P.D (probablement Antérieur Gauche, Antérieur Droit, Postérieur Gauche, Postérieur Droit). Les résultats de notre étude ont montré que les mesures gauche et droite sont très similaires (différence inférieure à 0,5 %) en ce qui concerne les moyens des A.G., A.D., P.G. et P.D.

Les membres antérieurs sont légèrement plus avancés que les membres postérieurs, avec des profils relativement homogènes.

Aucune différence notable n'est observée avec les paramètres (LDH ; VHWW ; SL ; a ; e ; L.ORT, L. TALENT), tandis qu'avec (TDH : DHWW) une différence significative est constatée ($p < 0.05$).

Analyse détaillée de la signification des différences pour chaque paramètre

1. LDH (mm) Différence moyenne (MD) : 6,331 P value : 0, 293 (non significatif) La différence entre les mesures antérieures et postérieures n'est pas statistiquement significative
2. TDH (mm) MD : 7, 25 P value : 0, 039 La différence est statistiquement significative
3. VHWW (mm) MD : 2, 989 P value : 0, 167 (non significatif) Pas de différence significative
4. SL (mm) MD : 1, 534 P value : 0, 703 (non significatif) Aucune différence significative,
5. a MD : 10, 143 P value : 0, 166 (non significatif) elle n'est pas statistiquement significative,
6. e MD : 3, 38 P value : 0,074 (limite de significativité) et La différence est proche d'être significative,
7. DHWW (mm) MD : 5, 18 P value : 0, 036 (significatif) Différence significative
8. L.ORT (mm) MD : 4, 88 P value : 0, 405 (non significatif) Pas de différence significative, la
9. L.TALENT (mm) MD : 0, 945 P value : 0, 755 (non significatif) sans différence significative



Conclusion

Chapitre V . CONCLUSION

Connue par l'immensité de son territoire et la diversité de ses milieux naturels, l'Algérie recèle des ressources dont l'importance tant qualitative que quantitative est à même de lui assurer un développement durable de ses ressources animales. Néanmoins, ces ressources ne sont guère exploitées de façon appropriée. Les espèces animales avec toutes les races et les variétés et populations qui les caractérisent, non seulement sont peu connues, mais sont en voie d'extinction, voire de disparition pour certaines avec toutes conséquences négatives que cela induit sur le plan écologique et économique.

Les espèces animales constituent des ressources vitales pour le pays et un patrimoine génétique universel. Malgré leur importance primordiale pour la sécurité alimentaire et pour le développement économique local ces ressources sont sujettes actuellement au processus d'érosion génétique qui va en s'accroissant.

Tenant compte de nos résultats et vu l'importance de l'âne dans notre société et surtout dans l'agriculture de montagne. Il convient de sortir par des propositions permettant l'amélioration la productivité de l'élevage asinien qui est un élevage très négligé, mets cette espèce dans un danger d'extinction.

D'après nos résultats, la population étudiée (04anes) présente une diversité des formes morphologique

- Une forte diversité au sein du groupe, soit par différences d'âge
- une certaine différence de la taille des animaux de l'échantillon pour la hauteur de garrot avec une légère variabilité

Le paramètre (DHWW ; LDH) son influence par le poids vif ; l'âge et qui a provoqué une différence des membres antérieur à celle des postérieur

Le paramètre (a) est légèrement affecté par le poids vif ; l'âge et l'autre paramètre ne sont pas affectés par le poids vif, donc les membres antérieur et postérieur sont presque identiques.

Enfin, de manière globale des résultats, nous concluons que l'âge influence en premier lieu et de manière importante sur les pieds d'âne en Algérie, ce qui signifie qu'il faut que les acteurs concernées telles que les éleveurs d'âne ; les vétérinaires...etc. élaborent un protocole prophylactique des pieds d'âne dès la naissance ou dès le jeune âge.



**Références
bibliographiques**

Chapitre VI . Reference bibliographies

- AROUA M, KHALDI S, BEN A DIT S, JEMMALI B, MAHOUACHI M, (2020) : Caractérisation morphobiométrique des ressources donkeys en la Tunisie. *Journal of New Sciences, Sustainable Livestock Management*, 12 (2) :265-273
- Biomimetics*, 1996, 4, 23-35
- Condition Scoring of Donkeys. Centre for Tropical Veterinary Medicine University of Edinburgh. P21.
- BARONE R., 1997 : Anatomie comparée des mammifères domestique, tome3, Splanchnologie 1 appareil digestif et appareil respiratoire. Edition Vigot. P133, 685-689
- 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
- Brown, Green and Longman: London, 1856, 70 p.
- CHABCHOUB et al, (2008) : Le comportement sexuel du baudet. *Nouv. Prat. Vét. Équine 2008*, (15), 47- 49.
- CHAPPEZ, (1994) : Bougres d'ânes.-Paris : éd. Du Suran.-139p.
- CHATEAU ET AL. (2007) : Anatomie et biomécanique du pied. In : 10e congrès de médecine et de chirurgie équine, Genève, 11-13 décembre 2007, 2007.
- CHAPMAN J.S., (2017) : Safe handling and restraint of animals: A comprehensive guide. Wiley Blackwell. P 120
- CHAMBRY A.C., (2003) : L'âne, le livre de l'enfant : La représentation de l'âne dans la littérature enfantine. *Cheminements*.P16-17
- CLUTTON-BROCK (1992): *Horse power: a history of the horse and donkey in human societies. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press*

COLLINS, (2004): A materials characterization of lamintic donkey hoof horn (PhD thesis). De Montfort University: Leicester, 2004, 361 p.

CUCCHI T., BAYLAC M., EVIN A., BIGNON-LAU O., J.-D. V. (2015) – MORPHOMETRIE GEOMETRIQUE ET ARCHEOZOOLOGIE : Concepts, méthodes et applications, *in* M. Balasse, J.-P. Brugal, Y. dauphin, E.-M. Geigh, C. Oberlin, et I. Reiche (dir.), *Messages d'os. Archéométrie du squelette animal et humain*, Paris, Editions des Archives Contemporaines p.197-216.

CUCCHI T., BAYLAC M., EVIN A., BIGNON-LAU O., VIGNE J.-D., 2015 : MORPHOMETRIE GEOMETRIQUE ET ARCHEOZOOLOGIE : Concepts, méthodes et applications. Editions des archives contemporaines. P197-216

DAVEZE et RAVENEAU, (2002) : Le Livre de l'âne : Le choisir, le connaître, l'élever, l'éduquer, Editions Rustica, Paris

DENOIS JM : Extérieur et examen physique du cheval- Enseignement optionnel de pathologie locomotrice des équidés. ENV Alfort; 2002.

DJOKOVIC, STEFAN, LJILJANASABLJIC, LAZAR MARKOVIC, LJUBICAKOSIC, ET RUZICATRAILOVIC. (2020) :
« Physical (Morphometric) and Electrocardiographic Parameters in Balkan Donkey in Serbia ». American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences 72 (septembre): 143-51.

EBANGI et VALL, (1998): Phenotypic characterization of draf donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop*, 51, 4, 327—334. Et de chirurgie équine, Genève, 11-13 décembre 2007, 2007.

FAO: Food and Agriculture Organization (site officiel 2018): FAO, 2018

FAO/PNUE. (2000) : Liste mondiale d'alerte pour la diversité des animaux domestique, 3ème édition édité par B.D. Scherf. Rome

FARRISIER, (2007) : L'âne. Editions Artémis. P 3, 32,64-79 Finite element analysis of static loading in donkey hoof wall. *Equine Vet. J.*, 1998, Suppl. 26, 103-110.

GIBSON ET STASHAK, (1990): The steps in diagnosing navicular syndrome. *Vet. Med.*, 1990, 85, 168-176

GROVES C.P. 1966 : Taxonomy. In: Sull'Asino Selvatico Africano. C.P. Groves, F. Ziccardi and A. Toschi (eds). 2-11. Supplement to *Ricerca di Zoologia Applicata alla Caccia*, Volume 5, 1

HANNANI, H, Z. BOUZEBDA, F. BOUZEBDA-AFRI, A. HANNANI, ET M. D. E. H. KHEMIS (2020) : Morphometric Characteristics of the Extreme Eastern Algerian Domestic

HIFNY ET MUSK, (1983); HOPEGOOD, (2002); COLLINS, (2004): Anatomy of the hoof in donkeys. *Assiut Vet. Med. J.*, 1983, 10, 3-6.

HOPEGOOD, (2002); WEALLEANS, (2008): Tubule density, moisture content and mechanical Properties of donkey hoof horn (PhD thesis). De Montfort University: Leicester, 2002.

KEFENA, (2011): Ecogeographical structuring and morphological diversities in Ethiopian donkey populations

KHALEEL, ALIYUGARBA, LAWAL ABDULLAHILAWAL, MUDASSIR NASIR, ALHASSAN MUSA HASSAN, MUHAMMAD IBRAHIM ABDU, NASIRUSALISU, ET AHMAD SYAZNIKAMARUDIN. (2020) : Morphometric Characterization of Donkeys (*Equus Asinus*) in D/Kudu Kano State For Selective Breeding and Genetic Conservation ». *Journal Of Agrobiotechnology* 11 (2): 12-21. <https://doi.org/10.37231/jab.2020.11.2.216>.

KOVACEVIC, JEVROSIMASTEVANOVIC, ET ZORAN STANIMIROVIC (2020) : « Banat Donkey, a Neglected Donkey Breed from the Central Balkans (Serbia) ». *PeerJ* 8 (mars): e8598.

LABBACI M., (2016) : Caractérisation morphométrique et typologie de l'élevage de l'âne (*Equus asinus*) au niveau de la wilaya de Tlemcen. P45

LEACH, (1980): The structure and function of the equine hoof wall (Phd thesis). University of Saskatchewan: Saskatoon, 1980.

LINNAEUS (1758): Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, *Volume 1* publié par Don E. Wilson, DeeAnn M. Reeder

LOVING NS : Nouveau manuel vétérinaire pour propriétaires de chevaux. Vigot. 2009.

LUNGWITZ (1883): Der genewärtige Strandpunkt der mechanischen Verrichtungen des Pferdeshufes. *Der Hufschmied*, 1883, 1, 4–7, 17–21.

MARSHALL, (2000): « The origins and spread of domestic animals in East Africa), in BLENCH M. & MACDONALD K.C. (éds), the origins and development of African hvestock: archaeology, genetics, hngnistics and ethnography, London, UCL Press, p.191-221

MARSHALL, 2003 :Postoral prespective on the domestication of the donkey in archeology of the earliest north eastern africa non public poznan

MATTHEWS ET AL, 1997C, MATTHEWS, N.S., TAYLOR, T.S., HARTSFIELD, S.M. : Anaesthesia of donkeys and mules. *Equine Vet. Educ.*, 1997c, 9, 198-202.

MATTHEWS ET AL, (2003) : MATTHEWS, N.S., TAYLOR, T : Particularités de l'anesthésie chez l'âne. *PVE*, 2003, 35, 51-55.

METAIRIE L : Apport de la morphométrie géométrique à la paléontologie dentaire, Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire, Université Claude Bernard, Lyon 1, France., 2014. 58 p.

MILES, (1856); LECHNER, (1882): The horse's foot and how to keep it sound. Longman, London, 1856, 70 p.

- MOLEMAN *ET AL.*, (2006): Hoof growth between two shoeing sessions leads to a substantial increase of the moment about the distal, but not the proximal, interphalangeal Joint. *Equine Vet. J.*, 2006, **38**, 170-174.
- MOSTAFA M, ABDELGALIL A, FARHAT S, RAW Z, KUBASIEWICZ L, (2020) : Mesures morphométriques des pieds d'ânes de travail *Equus asinus* en Egypte. *Journal of Equine Science* 31(2):17-22
- NEWLYN *ET AL.*, (1998); Hopegood, (2002); Collins, (2002); (2004): Finite element analysis of static loading in donkey hoof wall. *Equine Vet. J.*, 1998, Suppl. 26, 103-110.
- NICKS B, DELFONTAINE B, CANART B, VANDERBRUGGEN J, VANDENHEEDE M, (2006) : Caractéristiques morphologiques des juments de Trait belge. *Ann. Méd. Vét*, 150, p 247-251. Of the wall. *J. Exp. Biol.*, 1992, 166, 145-165
- OUDMAN, (2004) : Utilisation des ânes pour la traction et le labour. 2nd Ed. Loedeman, Pays-Bas, 88p
- PEARSON A, and OUASSAT M, (2000) : A Guide to Live Weight Estimation and Body Condition Scoring of Donkeys : *Centre for Tropical Veterinary Medicine University of Edinburgh. P21.*
- PEARSON et OUASSAT (1996 ; 2000) : A Guide to Live Weight Estimation
- PEARSON, R.A. AND OUASSAT, M. (1996.) : Estimation of the live weight and body condition of working donkeys in Morocco. *The Veterinary Record* 138, 229-233. Properties of donkey hoof horn (PhD thesis). De Montfort University: Leicester, 2002.
- POLIDORI ET VINCENZETTI, (2019). POLIDORI P., ET VINCENZETTI S., (2019) : The therapeutic, nutritional and cosmetic properties of donkey milk. Cambridge Scholar. P13
- RAKISWENDE ROAMBA, (2014) : Caractérisation morphobiométrique et biochimique des asines (*Equus asinus*) du Sénégal, 2014

- RAVENEAU ET DAVEZE, (1996) : Le livre de l'âne, son histoire, sa famille, son éducation, toute sa vie. *Rustica Editions*. 128 p.
- REILLY ET AL., (1996; 1998); Wealleans, (2008): Tubule density in equine hoof horn. *Biomimetics*, 1996, **4**, 23-35
- RICHARD., (1857): Société impériale zoologique d'acclimatation : Espèces chevaline, asine, bovine et porcine de l'Algérie.
- RIFAI S, (2006) : Approche de la pathologie locomotrice chez l'âne ; 2006 –Pra. Vet. Equine 2006, 38, (149), 13-17.
- ROAMBA R.C : Caractérisation morphobiométrique et biochimique des asins (*Equus asinus*) du Sénégal. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Cheikh-Anta Diop, Dakar, Sénégal, 2014. 42-43 P
- ROSSEL ET AL ,(2008) : Domestication of the donkey timing processus and indication pnas 105 (10) p3715-3720
- SADAKA, (2013) : L'âne, symboles, mythes et caractères. Mon Petit Editeur. P7, 51-52
- STANISIC, LJUBODRAG, JELENA M. ALEKSIC, VLADIMIR DIMITRIJEVIC, BRANISLAV SVENDSEN E., (2015) : Donkey care handbook. 4th Edition, Whittet Books, London.P108,118
- SHAW T., SINCLAIR P., ANDAH B., OKPOKO A., (1993) : The archaeology of Africa food metal and town. Routledge. P 65
- SMITH D.C.,(2016) : The book of donkeys: A guide to selecting, caring, and training. The Lyon Press. P59, 1- 2
- STEWART J., (2013) : Understanding the horse's feet. Crowwod. P 92-98

- STUMP, (1967) : Anatomy of the normal equine foot, including microscopic features of the laminar region. *J. Am. Ve*
- SVENDSEN, (2015): Donkey care handbook. 4th Edition, Whittet Books, London.P108, 118
- THOMASON ET COLLABORATEURS (1992) : Surface strain on the equine hoof wall *in vivo*: implications for the material design and functional morphology of the wall. *J. Exp. Biol.*, 1992, **166**, 145-165
- THE BROOKE, (2013) : The working equid veterinary manual. Whittet Books Ltd. P 228-229
- VERSCHOOTEN ET COLLABORATEURS (1996): The ossification of cartilages of the distal phalanx in the horse: an anatomical, experimental, radiographic and clinical study. *J. Equine Vet. Sci.*, 1996, 16, 291-305.
- WEALLEANS, (2008): Characterisation of the moisture content and growth of donkey hoof horn (PhD thesis). De Montfort University: Leicester, 2008, 257 p.
- YILMAZ O, ERTUGRUL M : The Morphologic Traits of Donkeys Raised in East and Southeast of Turkey. *Hayvansal Uretim*. 2012; 53(1):10-13.

A green scroll graphic with a black outline, featuring a vertical strip on the left side and a small circular detail at the top right corner. The word "Annexes" is written in a blue gothic font in the center of the scroll.

Annexes

Questionnaire d'échantillonnage

Fiche remplie par : BENABBOU JUGURTHA

Le lieu de l'échantillonnage : Jijel

Echantillon N° :

Date de prélèvement :

INFORMATION RELATIF A L'ANIMAL :

ANE	1	2	3	4
Nom				
Sexe				
Age				
La hauteur au garrot				
Périmètre thoracique				

Résumé

Dans le cadre des mesures morpho métriques des pieds chez l'âne domestique (*Equus asinus*) en Algérie Qui est une espèce en voie d'extinction nous avons contribué à l'étude morpho biométrique de la population asine d'importation. Ont été retenus pour cette étude.

Des observations des différents paramètres de mesure telle que le poids vif avec des paramètres thoracique qui est en moyen 107.25 cm et la hauteur au garrot qui est en moyen 108 cm en plus L'effet de l'âge sur quelques mensurations corporelles étudiées (LDH ; TDH ; VHWW ; SL ; a ; e ; DHWW ; L.ORT ; L.TALANT) chaque mensurations port 04 mesure : **A.G A.D P.G P.D** (Antérieur gauche antérieur droit postérieur gauche postérieur droit).

l'analyser statistique telle que le P Value des moyens obtenue pour les mesures suivant LDH (0.293) ; TDH (0.039) , VHWW (0.167) , SL (0.703) , a (0.166) , e (0.074) , DHWW (0.036) , L.ORT (0.405) , L.TALENT (0.755) avec la déviation moyenne MD pour les paramètre LDH (6.331) , TDH (7,251) , VHWW (2,989) , SL (1.534) , a (10,143) , e (3,381) , DHWW (5.182) , L.ORT (4,881) , L.TALENT (0,945) a permis d'établir des différences mesures morpho métrique remarquables des pieds des ânes étudiés permettant de déterminer les facteurs qui ont un effet sur ces pieds à prendre en considération pour résoudre certains problèmes d'élevage , sanitaires et aussi économiques en Algérie.

Mots clés : Algérie ; pied ; paramètre ; mesure ; morpho métrique

ملخص

في إطار القياسات المورفومترية لأقدام الحمير المنزلية (*Equus asinus*) في الجزائر، وهو نوع مهدد بالانقراض، ساهمنا في الدراسة المورفومترية الحيوية لمجموعات الحمير المستوردة. وقد تم اختيار البيانات التالية لهذه الدراسة. ملاحظات حول معايير القياس المختلفة، مثل الوزن الحي مع معايير الصدر، والذي يبلغ متوسطه 107.25 سم، والارتفاع عند الكتف، والذي يبلغ متوسطه 108 سم. كما تم دراسة تأثير العمر على بعض قياسات الجسم المدروسة (LDH؛ TDH؛ VHWW؛ SL؛ a؛ e؛ DHWW؛ L.TALANT؛ L.ORT). لكل منفذ قياس 04 قياس: A.G A.D P.G P.D (الرجل الأمامية اليسرى، الرجل الأمامية اليمنى، الرجل الخلفية اليسرى، الرجل الخلفية اليمنى). التحليل الإحصائي مثل قيمة P للمتوسطات التي تم الحصول عليها للقياسات بعد LDH (0.293)؛ TDH (0.039) و VHWW (0.167) و SL (0.703) و a (0.166) و e (0.074) و DHWW (0.036) و L.ORT (0.405) و L.TALENT (0.755) مع متوسط الانحراف المعياري MD للمعلمات LDH (6.331) و TDH (7.251) و VHWW (2.989) و SL (1.534) و a (10.143) و e (3.381) و DHWW (5.182) و L.ORT (4.881) و L.TALENT (0.945) بإثبات اختلافات ملحوظة في القياسات المورفومترية لأقدام الحمير المدروسة، مما يسمح بتحديد العوامل التي تؤثر على هذه الأقدام ليتم أخذها في الاعتبار دراسة لحل بعض مشاكل الثروة الحيوانية والصحية والاقتصادية في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: الجزائر؛ قدم؛ معلمة؛ قياس؛ مورفومتري

Abstract

As part of the morphometric measurements of the feet of the domestic donkey (*Equus asinus*) in Algeria, which is an endangered species, we contributed to the morpho-biometric study of the imported donkey population. The following were selected for this study:

Observations of the various measurement parameters such as live weight with thoracic parameters, which averages 107.25 cm, and height at the withers, which averages 108 cm. The effect of age on some body measurements studied (LDH; TDH; VHWW; SL; a; e; DHWW; L.ORT; L.TALENT) each measurement port 04 measure: A.G A.D P.G P.D (Left foreleg, right foreleg, left hindleg, right hindleg).

statistical analysis such as the P Value of the means obtained for the measurements following LDH (0.293); TDH (0.039) , VHWW (0.167) , SL (0.703) , a (0.166) , e (0.074) , DHWW (0.036) , L.ORT (0.405) , L.TALENT (0.755) with the mean deviation MD for the parameters LDH (6.331) , TDH (7.251) , VHWW (2.989) , SL (1.534) , a (10.143) , e (3.381) , DHWW (5.182) , L.ORT (4.881) , L.TALENT (0.945) allowed to establish remarkable differences in morphometric measurements of the feet of the donkeys studied, allowing to determine the factors which have an effect on these feet to be taken into consideration To solve certain livestock, health, and economic problems in Algeria

Keywords: Algeria; foot; parameter; measurement; morphometrics