

## Characterization of donkeys in Tunisia using morphological and morphometric measures

## Caractérisation morpho-biométrique des ressources asines en la Tunisie

Mohamed Aroua<sup>1,3\*</sup>, Sana Khaldi<sup>2</sup>, Samia Ben Said<sup>3</sup>, Bayrem Jemmali<sup>4</sup>, Mokhtar Mahouachi<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Institut National Agronomique de Tunis, Université de Carthage, Tunisie

<sup>2</sup>Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire Sidi Thabet, Tunisie

<sup>3</sup>Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef, Université de Jendouba, Tunisie

<sup>4</sup>LR13AGR02, Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, Université de Carthage, Tunisie

\*Corresponding author: arouamohamed2310@gmail.com

**Abstract** - This work aims to characterize the diversity of Tunisia's donkey's population and to evaluate its barymetric variability, and to establish the phylogenetic relations of this equine with its congeners under other latitudes. on a sample of 184 donkeys raised in 7 governorates of Tunisia, 15 body measurements: WH , PT , BL , NL , Lle , Lre, WC , HW , HL , CW ,CD , RW ,RL , RH and BH are studied , they are respectively  $115.29 \pm 9.07$  cm,  $125.09 \pm 9.9$  cm ,  $115.12 \pm 9.37$  cm,  $37.85 \pm 3.93$ cm,  $25.81 \pm 2.28$  cm ,  $24.83 \pm 2.27$ cm,  $59.27 \pm 4.73$  cm,  $22.76 \pm 2.3$ cm,  $37.2 \pm 4.3$  cm,  $25.69 \pm 4.1$  cm,  $44.8 \pm 8.8$  cm,  $3.41 \pm 4.97$  cm ,  $36.9 \pm 3.3$  cm  $118.1 \pm 8.79$  cm. this measurements are used to calculate 5body indexes .

The corporal index of the profile (ICP =  $1.003 \pm 0.04$ ) classifies Tunisian donkeys as being convex curvaceous, with a body ratio (ICor =  $1.086 \pm 0.041$ ) in favor of their good fitness for work. The average cephalic index is 0.61, characteristic of dolichocephalic animals. Discriminant factor analysis and hierarchical ascending classification have shown that the donkey population in Tunisia consists of 3 genetic types.

**Key words:** Donkey's population, Diversity, Panoptic, Corporal index, Tunisia

**Résumé-** Ce travail vise à caractériser la diversité de la population asine de la Tunisie et à en évaluer la variabilité morpho-biométrique, dans le but d'établir la structure et les relations phylogéniques de cet équidé avec ses congénères dans la région et sous d'autres latitudes. Sur un échantillon de 184 ânes élevés dans 7 gouvernorats de la Tunisie, 15 mensurations corporelles à savoir il faut d'abord mettre les noms entiers HG, PT, LC, LE, LOg, LOd, CE, lt, LT, lp, pp, lcrp, Lcrp ,Hcrp et HD ont été collectées. Outre ces mensurations, la couleur de la robe et le sexe ont été aussi notés. Les valeurs moyennes (en cm) de ces mensurations sont respectivement  $115.29 \pm 9.07$ ,  $125.09 \pm 9.9$ ,  $115.12 \pm 9.37$ ,  $37.85 \pm 3.93$ ,  $25.81 \pm 2.28$  cm,  $24.83 \pm 2.27$ cm,  $59.27 \pm 4.73$  cm,  $22.76 \pm 2.3$ cm,  $37.2 \pm 4.3$  cm,  $25.69 \pm 4.1$  cm,  $44.8 \pm 8.8$  cm,  $3.41 \pm 4.97$  cm,  $36.9 \pm 3.3$  cm , $118.1 \pm 8.79$  cm , $114.9 \pm 9$  cm. Ces mensurations ont servi pour le calcul de 5 indices corporels souvent utilisés dans la littérature. L'indice corporel du profil (ICP =  $1,003 \pm 0,04$ ) a permis de classer les ânes Tunisiens comme étant brévilignes à profil convexe avec un rapport corporel (ICor =  $1,086 \pm 0,041$ ) en faveur de leur bonne aptitude au travail. L'indice céphalique est en moyenne de 0,61, indiquant ainsi que les ânes de la population étudiée est de type dolichocéphalie. L'analyse factorielle discriminante (AFD) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) ont mis en évidence trois groupes phénotypiques différents : (90) ânes de petite taille, (49) de taille moyenne et (45) grande taille.

**Mots-clés :** Population d'âne; Diversité ; Panoptique; Indice corporel ; Tunisie.



## 1. Introduction

La population asine dans le monde est estimée à plus de 40 millions de têtes (Kugler et al., 2008) composée de 185 races reconnues jusqu'à nos jours. L'âne, animal de bât, de trait, est le moyen de locomotion de choix dans les zones montagneuses, et ce depuis sa domestication au Moyen -Orient et en Egypte dès le 3<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère (Clutton-Brock J., 1999). Il est encore très utilisé en Afrique et en Asie, mais la mécanisation lui a fait perdre sa primauté pour les travaux agricoles, au point que certaines races asines sont actuellement éteintes telles que le petit gris du Berry en France ou l'âne de Cariovilli en Italie, et bien d'autres (Kugler et al., 2008).

Depuis quelques années, cet animal connaît un regain d'intérêt dans plusieurs pays du monde pour la qualité exceptionnelle de son lait, de plus en plus utilisé à des fins cosmétiques et médicinales, grâce à ses propriétés antibactériennes, antivirales, antitumorales et même contre l'athérosclérose (Aroua M et al., 2018 ; Aroua M et al., 2019). La viande de l'âne, riche en acides gras poly-insaturés, est très demandée dans certains pays comme la Chine, l'Italie et l'Espagne (Picioni et al., 2008; Siméon, 2008).

Pour toutes ces raisons, la caractérisation des populations asines à travers le monde devient une nécessité pour une meilleure connaissance de la biodiversité animale en vue de sa préservation et de son amélioration. En 2007, un plan d'action mondial pour les ressources zoo génétiques fut adopté par la FAO avec une actualisation régulière pour affiner et harmoniser davantage les procédures à l'échelle mondiale. La priorité stratégique 1 de ce plan mondial concerne la "caractérisation, inventaire et surveillance des évolutions et des risques associés". Cette démarche commence par une caractérisation phénotypique par l'étude des mensurations corporelles et des caractéristiques morphologiques comme la couleur de la robe. Pour harmoniser les protocoles de mesure, la FAO a élaboré en 2013 un manuel de caractérisation qui comprend 13 variables de plus en plus utilisées par les équipes de recherche à travers le monde. Par ailleurs, ces données morpho-biométriques sont utilisées pour déterminer les groupes phénotypiques ainsi que les liens phylogéniques entre les animaux pour affiner davantage leur caractérisation.

A l'instar des autres pays africains, les ânes ont fait l'objet de nombreux mouvements à travers l'histoire en Tunisie, ce qui aurait un impact sur la composition phénotypique et certainement génétique dans ce pays. Malgré leur effectif important (143 000 têtes), très peu d'études ont été consacrées à cette espèce. Ainsi, ce travail a pour objectif d'étudier les caractéristiques morpho-biométriques des ânes dans les régions montagneuses qui constituent les aires d'élevage traditionnelles de cet animal.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Régions d'étude et mesures morpho-biométriques

Au total 15 pourquoi pas 13 comme FAO (2013), mensurations ont été prises sur un échantillon de 184 ânes adultes (72 mâles et 112 femelles) élevés dans 7 gouvernorats de la Tunisie (Le Kef, Jendouba, Zaghuan, Seliana, Kasserine, Manouba et Béja) en suivant la fiche d'enquête de la FAO (2013) afin de décrire leurs caractères morphologiques d'une manière standardisée. Ces mensurations sont la hauteur au garrot (HG), le périmètre thoracique (PT), la longueur du corps (LC), la longueur de l'encolure (LE), la longueur des oreilles gauche, la longueur des oreilles droite (Lod), la circonférence de l'encolure (CE), la largeur de la tête (lt), longueur de la tête (LT), la largeur de la poitrine (lp), la profondeur de la poitrine (pp), la largeur de la croupe (lcrp), la longueur de la croupe (Lcrp), la hauteur de la croupe (Hcrp) et la hauteur du dos (HD).

A partir de ces mensurations, 5 indices corporels ont été calculés (Folch P et al., 1997) :

- Rapport corporel (Icor) : pourtour thoracique (PT) / hauteur au garrot (HG)
- Indice corporel de profil (Icp) : hauteur au garrot (HG) / longueur du corps (LC)
- Hauteur devant derrière (HDD) : hauteur au garrot (HG) / hauteur de la croupe (HC)
- Indice céphalique (Iceph) : largeur de la tête (lt) / longueur de la tête (LT)
- Indice pelvien (IP) : largeur de la croupe (lcrp) / longueur de la croupe (Lcrp)

Outre ces mensurations, la couleur de la robe des animaux a été notée. Par ailleurs, des informations concernant chaque animal (sexe, âge, gouvernorat, localité, utilisations de l'animal...) ont été collectées. L'âge de l'âne est généralement donné par l'éleveur mais il est vérifié par la dentition. Le poids vif des animaux a été estimé par le nomogramme à partir de 4 équations proposées par (Boujenane I et al., 2008; Ebangi A et al., 1998 ; Pearson R et al., 1996; Svendsen E., 1997).

$$\text{PV1} = (\text{PT}(\text{cm})^{2.575} * \text{HG}(\text{cm})^{0.240}) / 3968$$

$$\text{PV2} = (\text{PT}(\text{cm})^{2.826}) / 4434.7$$

$$\text{PV3} = (\text{PT}(\text{cm})^{2.65}) / 2188$$

$$\text{PV4} = (\text{PT}(\text{cm})^{3.32}) - 239.19$$

### Analyse statistique

Les données ont été saisies sous Excel ®. Une analyse descriptive a été réalisée afin de dépeindre les paramètres morpho-biométriques de la population-échantillon. Pour modéliser l'influence des facteurs sexe et localité sur les mensurations morpho-biométriques des animaux, une analyse de la variance (ANOVA) a été conduite selon le modèle suivant :

$$Y_{ijt} (\text{Descripteur}) = \mu + \alpha_i + e_{ijt}$$

Avec  $\mu$  : la moyenne de la population,  $\alpha_i$  : l'effet fixe et  $e_{ijt}$  : l'erreur propre à chaque animal.

A chaque fois que les effets sexe et localité étaient significatifs pour les mensurations, le test de Duncan et le test de corrélation de Pearson ont été effectués pour tester le degré d'association entre les indices biométriques et les mensurations corporelles.

Une analyse factorielle discriminante (AFD) a été réalisée pour classer les regroupements des individus en fonction de leur appartenance géographique, suivie d'une analyse de la classification ascendante hiérarchique (CAH) afin de répartir les animaux en groupes et établir le dendrogramme par le logiciel XLSTAT (Addinsoft X., 2013).

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. L'utilisation de l'âne en Tunisie :

En milieu rural, cet équidé possède une force de traction appréciée en raison de sa rusticité et de sa résistance, bien supérieures à celle du bœuf et du cheval (Kaggwa EK et al., 1988) : il véhicule les personnes, transporte l'eau et aide au déplacement des transhumants. Ces activités sont également rapportées dans d'autres le Burkina Faso (Blench RM., 2000), le Sénégal (Blench RM., 2004) et le Cameroun (Doutressoulle G., 1947; Roamba CR., 1990; Tafaro A et al., 2007). Attelé, monté ou bûté, Le relief accidenté des zones montagneuses de l'ouest du pays, ainsi que la rareté des points d'eau, justifient l'équipement de l'âne d'une selle artisanale et/ou d'un bât à paniers assurant le transport des jarres et des bidons d'eau.

Dans les ruelles de certaines zones citadines où les véhicules ne peuvent pas accéder, l'âne utilisé pour le transport des marchandises (fruits, intrants alimentaires, matériaux de construction...), ainsi que pour le ramassage des détritiques et ordures ménagères. Le même phénomène est observé dans d'autres pays africains, tels que le Sénégal et le Burkina Faso (Ouedraogo T et al., 1996; Tapsoba M., 2012).

### 3.2. Caractéristiques de la robe

La couleur baie est la plus observée (38.05%) avec une nuance claire et la présence de grisonnés autour des naseaux, lèvres, et menton. Cette description est similaire à celle notée chez l'âne commun de l'Afrique du Nord (Madani L., 2016). La robe Noire pangarée (32.07%) avec un ventre clair et quelques poils sur le chanfrein est assimilée à la race sicilienne. La couleur grise représente 23.4 % avec la présence des raies dorsales et ventrales formant une bande cruciale formant un sabre de St-André. Elle est ainsi similaire à celle de l'âne de Nubie (Ebangi A et al., 2005) et l'âne du nord-ouest du Cameroun (Defeu M et al., 2015). Enfin, la robe noire avec une cape uniforme représente (6.5%) des observations ce qui indiquerait une ressemblance avec l'âne de Grand Berry.

### 3.3. Caractéristiques morfo- biométriques

La localité et le sexe agissent significativement (biométriques respectivement (tableau 1). La hauteur au garrot varie entre 103 cm et 147 cm avec une moyenne de 115,3 cm, cette valeur enregistrée chez l'âne de la Tunisie est supérieure à celle trouvée chez l'âne du Nord-ouest de Cameroun (99,7cm) par (Defeu M et al., 2015). Ces résultats sont en contradiction avec ceux avancés par (Wilson R., 1981) pour qui la hauteur au garrot des ânes en Afrique ne dépasse pas 105cm. Cela démontre que la morfo-biométrie de l'âne des zones montagneuses de la Tunisie est différente de celle de l'âne originaire de l'Afrique sub-saharienne. Dans la même optique, le périmètre thoracique moyen retrouvé est relativement plus important que celui de l'âne du Cameroun (Defeu M et al., 2015; Ebangi A et al., 2005) où l'on enregistre une moyenne de 107,5 cm pour ce paramètre, ainsi que celui de l'âne du Sénégal (108.9 cm ) (Roamba CR., 1990) et celui de l'âne du Burkina Faso (105.1 cm) (Salifou K., 2014), ce qui indique un gabarit plus important chez l'âne tunisien que ses congénères subsahariens. Ces différences seraient dues en partie au croisement et à la sélection génétique entrepris depuis l'ère coloniale dans le but d'améliorer les performances de la population asine locale, entre autres pour la production mulassière (Denjean Y. 1950), mais aussi par la dérive génétique.

La longueur moyenne de l'encolure (37,8 cm) est en revanche plus faible chez l'âne tunisien que chez celle trouvée chez l'âne du Nord du Cameroun (44,41 cm) (Defeu M et al., 2015) et l'âne de l'Ethiopie (43.7 cm) (Kefena E et al.,2011). La circonférence moyenne de l'encolure (59,7cm) est toutefois similaire aux résultats rapportés pour les ânes de la population locale du Nord de Cameroun (Defeu M et al., 2015). La largeur de la tête (22,7 cm) est assez similaire à celle l'âne Catalane (23cm) originaire d'Espagne (Folch P et al., 1997), qui fut massivement introduit en Tunisie au XVI<sup>siècle</sup> suite à l'immigration des mauresques vers l'Afrique du Nord après la Reconquista. La tête de l'âne Tunisien est cependant moins que celle de l'âne du nord du Cameroun (24,29 cm) (Defeu M et al., 2015). Quant à la longueur de la tête (37,2 cm), elle est sensiblement similaire à celle de l'âne Catalane (39 cm) mais de loin inférieure à celle des ânes des races Afar (45,3 cm) et Omo (47,2 cm) originaires de l'Éthiopie (Kefena E et al.,2011). Ces mêmes races possèdent également une croupe aussi large que celle de l'âne des zones montagneuses de la Tunisie (33,7 et 33,4 cm, respectivement). La croupe est plus haute (118,13 cm) chez l'âne des zones montagneuses de la Tunisie que chez l'âne de la race abyssinienne 95,4 cm) originaire d'Ethiopie (Kefena E et al.,2011).

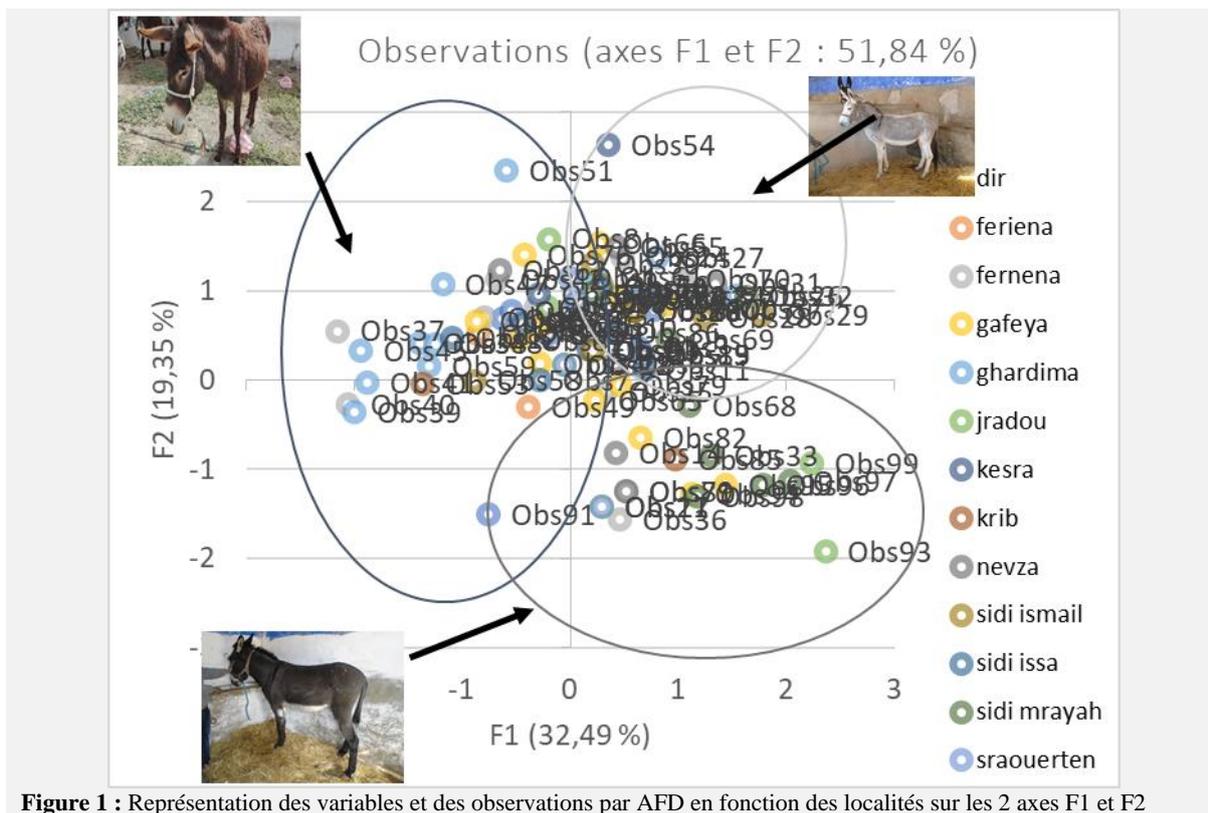
L'estimation du poids vif à partir du nomogramme donne des résultats plus proches à ceux trouvés par Svendson (1997) qui rapporte un poids moyen de  $201 \pm 46$  kg, ce qui prouve que les ânes en Tunisie ont un très bon état d'embonpoint. Le poids moyen calculé chez la population étudiée fait classer ces ânes comme étant de poids moyen, en comparaison avec d'autres races telles que la race Catalane ( $330,7 \pm 5,08$  kg) et la race Poitevine ( $346,4 \pm 5,00$  kg) (Boujenane I et al., 2008).

**Tableau 1** : valeurs minimales et maximales, moyenne, écart-type et coefficient de variation des paramètres morpho-biométriques et de l'indice corporel des ânes des zones montagneuses de la Tunisie

Paramètres	N	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	cv en %
PV1	184	127,23	370,57	201,11	46,3	23
PV2	184	106,41	296	167,341	36,4	22
PV3	184	112,7	278,7	176,117	32,8	19
PV4	184	114,4	337,1	184,735	42,5	23
HG	184	103,000	147,000	115,293	9,073	7,86
PT	184	106,000	156,000	125,092	9,909	7,923
LC	184	104,000	141,000	115,120	9,379	8,1
LE	184	30,000	45,000	37,853	3,939	10,4
Log	184	24,000	35,000	25,815	2,228	8,6
Lod	184	23,000	34,000	24,837	2,278	9,2
CE	184	51,000	69,000	59,272	4,733	7,98
Lt	184	18,000	31,000	22,766	2,316	10,17
LT	184	31,000	52,000	37,207	4,324	11,6
Lp	184	19,000	36,000	25,690	4,140	16,1
Pp	184	4,000	65,000	44,821	8,892	19,8
Lcrp	184	23,000	42,000	33,413	4,975	14,8
Lcrp	184	28,000	45,000	36,908	3,334	9,03
Hcrp	184	105,000	149,000	118,136	8,796	7,4
HD	184	100,000	135,000	114,913	9,020	7,8
Icor	184	0,981	1,233	1,086	0,041	3,76
Icp	184	0,844	1,118	1,003	0,047	4,71
Iceph	184	0,487	0,676	0,614	0,035	5,67
IP	184	0,535	1,147	0,910	0,134	14,67
HDD	184	0,894	1,057	0,976	0,019	1,96

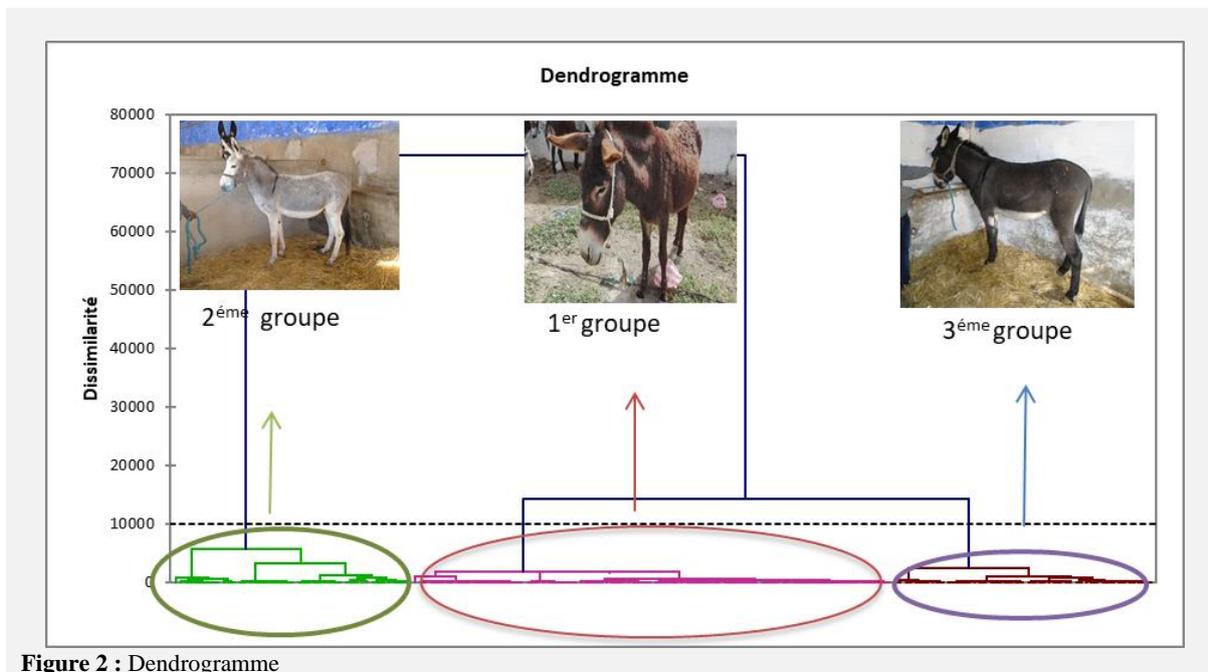
L'indice corporel ICor ( $1.086 \pm 0.041$ ) indique que les ânes de la population locale de la Tunisie ont une conformation qui les rend bien disposés pour le travail. Cette valeur est comparable à celles rapportées pour les ânes du Nord-ouest du Cameroun et de la race Catalane d'Espagne respectivement (Defeu M et al., 2015; Folch P et al., 1997).

L'indice corporel du profil ( $1,003 \pm 0.047$ ) permet de classer les ânes Tunisiens comme étant brévilignes à profil convexe, classement conforme avec celui décrivant les races d'âne de l'Afrique du Nord et de l'Europe méridionale (Dechambre P., 1921.). Cependant, la race Catalane et l'âne du Nord-ouest du Cameroun n'appartiennent pas à cette classe, étant de profil longiligne. L'âne de la Tunisie est plus haut postérieurement qu'antérieurement comme l'étaye l'indice HDD (0.97) Enfin, les indices IC (0.61) et IP (0.91) montrent que la population asine étudiée est dolichocéphalie et à croupe convexe respectivement. L'analyse factorielle discriminante (AFD) fait ressortir que les deux premiers axes représentent près de 51,84% de la variabilité totale (Figure 1), avec une répartition inégale : le premier axe représente 19,34% de la variabilité totale, alors que le deuxième en explique 32,49%. La distribution des animaux selon les axes localités est très diffuse tout en formant 3 différents groupes.



**Figure 1 :** Représentation des variables et des observations par AFD en fonction des localités sur les 2 axes F1 et F2

L'arbre phylogénétique (Figure 2) obtenu à partir des différents paramètres morphobiométrique, illustre les relations entre les trois groupes d'ânes des zones montagneuses de la Tunisie. Cet arbre phylogénétique met en évidence la parenté entre les 3 groupes, avec une relation plus importante entre les deux premiers groupes, alors que le troisième est phylogénétiquement plus éloigné.



**Figure 2 :** Dendrogramme

Les paramètres morpho-biométriques caractéristiques de chaque groupe d'âne sont présentés dans le tableau 2. Le premier groupe (n = 90) correspond aux ânes de petite taille, ayant une hauteur au garrot moyenne de 108 cm, une hauteur de la croupe de 111,9 cm et une hauteur du dos de 107,7 cm. Les animaux de ce groupe possèdent généralement une robe de couleur bai caractéristique de l'âne commun

de l'Afrique du Nord (Madani L. 2016), avec la présence de grisonnés autour des naseaux, lèvres et menton un museau, et avec l'absence des raies. Les ânes du deuxième groupe (n = 49) sont de taille moyenne (115 cm en moyenne), avec une croupe haute de 117,6 cm et une hauteur du dos de 116,6 cm. Ce groupe se caractérise par une robe grise avec une bande cruciale caractéristique de l'âne de Nubie (Ebangi A et al., 2005). Le troisième groupe (n = 45) contient les ânes de grande taille, dont la hauteur au garrot moyenne est de 128 cm, et la hauteur du dos de 127 cm, et comprend les ânes de couleur noire avec la présence d'une raie dorsale.

**Tableau 2:** Caractéristiques des classes des ânes identifiés après l'analyse CAH

						
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
<b>HG</b>	108,51	2,04	115,69	4,47	128,42	6,58
<b>PT</b>	116,72	2,56	127,5	3,702	139,15	5,481
<b>LC</b>	108,6	1,92	113,4	5,62	129,8	4,02
<b>LE</b>	35,06	2,378	42,4	1,061	38,4	3,533
<b>Log</b>	24	0	25,91	0,39	29,3	1,08
<b>Lod</b>	23	0	24,9	0,39	28,4	1,21
<b>CE</b>	55,13	2,45	61,44	1,061	65,17	2,08
<b>Lt</b>	22,64	0,865	20,673	0,98	25,2	2,904
<b>LT</b>	37,05	2,38	33,7	2,20	41,24	5,61
<b>Lp</b>	24,5	1,87	22,2	2,44	31,7	2,16
<b>Pp</b>	40,34	5,63	40,61	2,9	58,3	2,98
<b>Lcrp</b>	33,08	2,373	37,61	3,60	29,4	6,50
<b>Lcrp</b>	35,8	1,8	38	1,6	37,7	5,69
<b>HCRP</b>	111,9	2,07	117,6	4,4	131,08	6,44
<b>HD</b>	107,7	2,54	116,69	4,47	127,24	6,48

## Conclusion

La population locale d'ânes en Tunisie présente une grande variabilité morpho-biométrique et continue à être fortement utilisée dans les zones montagneuses pour accomplir des travaux à la fois agricoles et ménagers. Ces animaux sont en effet classés en majorité de type bréviligne à profil convexe, bien conformés pour le travail. De plus, l'analyse factorielle discriminante et la classification hiérarchique ascendante mettent en évidence 3 types de groupes phénotypiquement différents. La caractérisation génétique serait donc une étape suivante très importante pour étayer une telle classification.

## Références bibliographiques

- Addinsoft X. 2013.** Data analysis and statistics software for Microsoft Excel. *Addinsoft, New York*
- Aroua, M., B. Jemmali, S. Said, I. Touati & M. Mahouachi (2018).** Milk composition Comparison between donkey, goat and cow breeds. *Journal of new sciences* 9.
- Aroua, M.; Jemmali, B.; Said, S.B.; Kbaier, H.B.H.; Mahouachi, M. (2019).** Physicochemical properties of north African donkey milk. *Agric. Res. Tech. Open Access J.* 2019, 21, 1–3
- Bernus E. 2013.** Les aïts touaregs. *Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad*:399
- Blench RM. 2000.** A history of donkeys, wild asses and mules in Africa. *The origins and development of African livestock: Archaeology, genetics, linguistics and ethnography*:339-54

- Blench RM. 2004.** The history and spread of donkeys in Africa. *Wageningen: ACP-EU Technical Center for Agriculture and Rural Cooperation*
- Boujenane I, Machmoum M. 2008.** Mensurations corporelles des ânes des races Poitevine et Catalane et de leurs croisés au Maroc. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 61:63-7
- Clutton-Brock J. 1999.** *A natural history of domesticated mammals*. Cambridge University Press
- Davey M. 2017.** RSPCA calls for ban on live export of donkeys as NT considers expanded market. *The Guardian* 9
- Dechambre P. 1921.** *Les équidés*. Charles Amat
- Defeu M, Meutchieye F, Manjeli Y. 2015.** DIVERSITÉ PHÉNOTYPIQUE DE L'ÂNE DOMESTIQUE (*EQUUS AFRICANUS ASINUS*) DANS LA RÉGION DES HAUTES TERRES DU NORD OUEST CAMEROUN. *Animal Health and Production* 137:137
- DENJEAN Y. 1950.** L'Elevage des Anes et des Mulets en Tunisie, l'Etablissement d'Elevage de Sidi-Tabet
- Doutressoulle G. 1947.** *L'élevage en Afrique occidentale française*. Larose
- Ebangi A, Vall E. 1998.** Phenotypic characterization of draft donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 51:327-34
- Ebangi A, Vall E. 2005.** Dry season effect on live weight and some body dimensions of working donkeys in the Sudano-sahel region of Cameroon. *Tropicultura* 23:48
- Faostat. 2018.** <http://www.fao.org/faostat/fr/>.
- Folch P, Jordana J. 1997.** Characterization, reference ranges and the influence of gender on morphological parameters of the endangered Catalanian donkey breed. *Journal of Equine Veterinary Science* 17:102-11
- Kaggwa EK, Kwari H, Ajayi M, Shinggu P. 1988.** Clinical parameters of donkeys before and after *Trypanosoma vivax* infection. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 41:265-9
- Kefena E, Beja-Pereira A, Han J, Haile A, Mohammed Y, Dessie T. 2011.** Eco-geographical structuring and morphological diversities in Ethiopian donkey populations. *Livestock Science* 141:232-41
- Kugler W, Grunenfelder H-P, Broxham E. 2008.** Donkey breeds in Europe. *St. Gallen, Switzerland: Monitoring institute for rare breeds and seeds in Europe*
- Kugler W, Grunenfelder H-P, Broxham E. 2008.** *Donkey breeds in Europe: Inventory, description, need for action, conservation: Report 2007/2008*. Monitoring Institute
- Lauzier A-C. 2011.** Pratiques d'allaitement à Port-Royal et aux Enfants-Assistés à la fin du XIXe siècle. Mémoire pour le diplôme d'Etat de sage-femme, Faculté de médecine de Paris, Ecole de Sage-femme de Baudelocque
- Madani L. 2016.** *Caractérisation morphométrique et typologie de l'élevage de l'âne (Equus asinus) au niveau de la wilaya de Tlemcen*.
- Mao X, Gu J, Sun Y, Xu S, Zhang X, et al. 2009.** Anti-proliferative and anti-tumour effect of active components in donkey milk on A549 human lung cancer cells. *International Dairy Journal* 19:703-8
- ONAGRI. 2018.** *Observatoire National de l'Agriculture*. [http://www.onagri.nat.tn/uploads/divers/enquetes-structures/section\\_11.htm#\\_Toc124559925](http://www.onagri.nat.tn/uploads/divers/enquetes-structures/section_11.htm#_Toc124559925)
- Ouedraogo T, Tisserand J.** Etude comparative de la valorisation des fourrages pauvres chez l'âne et le mouton. Ingestibilité et digestibilité. *Proc. Annales de zootechnie, 1996*, 45:437-44:
- Pearson R, Ouassat M. 1996.** Estimation of the liveweight and body condition of working donkeys in Morocco. *The Veterinary Record* 138:229-33
- ROAMBA CR. 1990.** *Caractérisation morphobiométrique et biochimique des asins (Equus asinus) du Sénégal*. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
- Salifou K. 2014.** *Caractérisation morphobiométrique et biochimique des ânes (Equus asinus) du BurkinaFaso*. Université Cheek Anta Diop, EISMVT
- Sana Z. 2005.** caractérisation phénotypiques des ânes en Tunisie.
- Šarić LČ, Šarić BM, Mandić AI, Torbica AM, Tomić JM, et al. 2012.** Antibacterial properties of domestic Balkan donkeys' milk. *International dairy journal* 25:142-6
- Svendsen E. 1997.** Donkeys abroad. *The professional handbook of the donkey, 3rd edition*. London: Whittet Books. ISBN:978-1

- Tafaro A, Magrone T, Jirillo F, Martemucci G, D'alessandro A, et al. 2007.** Immunological properties of donkey's milk: its potential use in the prevention of atherosclerosis. *Current pharmaceutical design* 13:3711-7
- Tapsoba M. 2012.** Aspects socio-économiques de l'âne, les pathologies dominantes et leur prise en charge au Burkina Faso. *Thèse Méd. Vét. Dakar* 16:165
- Tidona F, Sekse C, Criscione A, Jacobsen M, Bordonaro S, et al. 2011.** Antimicrobial effect of donkeys' milk digested in vitro with human gastrointestinal enzymes. *International Dairy Journal* 21:158-65
- Wilson R. 1981.** Distribution and importance of the domestic donkey in circumsaharan Africa. *Singapore Journal of Tropical Geography* 2:136-43
- Zhang X-Y, Zhao L, Jiang L, Dong M-L, Ren F-Z. 2008.** The antimicrobial activity of donkey milk and its microflora changes during storage. *Food Control* 19:1191-5