



**HAL**  
open science

## Étude ostéo-biométrique de la “ race ” cameline algérienne Sahraoui (*Camelus dromedarius* L., 1758)

A. Adamou, F. Tekkouk-Zemmouchi, C. Thorin, E.H. Brerhi, Aurélia Borvon,  
B. Babelhadj, C. Guintard\*

### ► To cite this version:

A. Adamou, F. Tekkouk-Zemmouchi, C. Thorin, E.H. Brerhi, Aurélia Borvon, et al.. Étude ostéo-biométrique de la “ race ” cameline algérienne Sahraoui (*Camelus dromedarius* L., 1758). *Revue de Médecine Vétérinaire*, 2013, 164 (5), pp.230-244. hal-02335973

**HAL Id: hal-02335973**

**<https://hal.parisnanterre.fr/hal-02335973v1>**

Submitted on 28 Oct 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Étude ostéo-biométrique de la « race » cameline algérienne Sahraoui (*Camelus dromedarius* L., 1758)

A. ADAMO<sup>1</sup>, F. TEKKOUK-ZEMMOUCHI<sup>2</sup>, C. THORIN<sup>3</sup>, E.H. BRERHI<sup>2</sup>, A. BORVON<sup>4</sup>, B. BABELHADJ<sup>1</sup>, C. GUINTARD<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche sur le camelin, Laboratoire de recherche « Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-Arides », Université Kasdi Merbah, Ouargla, ALGERIE

<sup>2</sup>Université Mentouri de Constantine, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Vétérinaires, Laboratoire de recherche « Gestion de la santé et productions animales », El Khroub, ALGERIE

<sup>3</sup>Statistiques, Unité de Pharmacologie, École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes-Atlantique - ONIRIS, route de Gachet, BP 40706, 44307 Nantes, Cedex 03, FRANCE

<sup>4</sup>UMR 7041 Equipe Archéologie Environnementale, 21 allée de l'Université, 92000 Nanterre, FRANCE

<sup>5</sup>Unité d'Anatomie Comparée, Département des Sciences Cliniques, École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes-Atlantique - ONIRIS, route de Gachet, BP 40706, 44307 Nantes, Cedex 03, FRANCE

\*Auteur chargé de la correspondance : [claud.guintard@oniris-nantes.fr](mailto:claud.guintard@oniris-nantes.fr)

## Résumé

Cette étude a été réalisée sur un échantillon de 60 dromadaires du sud algérien, de race Sahraoui. Les animaux, 30 mâles et 30 femelles, sont des adultes de plus de 6 ans destinés à la boucherie. Préalablement à leur abattage, à l'abattoir de Ouargla, des prises de mensurations de leur vivant ont été réalisées (3 paramètres). Le poids de carcasse a ensuite été noté à l'abattoir. Les os canons, ou métapodes, ont été prélevés (un métacarpe et un métatarse gauches pour chaque animal) puis pesés et mesurés après cuisson et séchage (16 variables par animal). Des indices de gracilité des os ont été calculés (6 indices par animal). La variabilité et les corrélations entre variables ont été analysées et permettent, notamment dans le cadre de la réalisation de référentiels pour l'archéozoologie, d'envisager de pouvoir appréhender certains paramètres de l'animal sur pied, à partir des mesures des os. Des équations de régression linéaire ont été proposées afin d'estimer le poids vif de l'animal et sa hauteur au garrot, à partir des mensurations les mieux corrélées. Une fonction multivariée (régression logistique) à partir des sept paramètres linéaires de chacun des métapodes a été calculée ; elle permet d'envisager de sexer un os isolé. Le dimorphisme sexuel apparaît, en effet, au niveau du métapode de façon nette : les mâles ont des os canon non seulement plus gros et plus trapus, mais aussi plus longs, ce qui est une différence notable par rapport à ce que l'on rencontre chez d'autres ruminants comme les bovins ou les moutons pour lesquels la grande longueur de l'os n'est pas un paramètre dimorphique.

**Mots-clés :** Ostéométrie, biométrie, métacarpe, métatarse, dromadaire, race Sahraoui, *Camelus dromedarius*.

## Introduction

Ce travail se positionne dans le prolongement de deux études ostéobiométriques déjà publiées chez les ruminants domestiques : l'une chez les races bovines rustiques [67] et l'autre pour une race ovine autochtone algérienne [39]. Chez les ruminants, d'une façon générale, le métapode ou os canon, est un élément du squelette suffisamment solide pour être régulièrement retrouvé entier ou peu altéré lors des fouilles archéologiques. Cette caractéristique se retrouve chez les grands Camélidés et de nombreuses études archéozoologiques [5, 17, 28, 29, 50, 56, 61, 62, 65, 66, 69] mentionnent des restes de Chameau (*Camelus bactrianus* L.,

## Summary

**Osteo-biometric study of the Algerian dromedary breed Sahraoui (*Camelus dromedarius*, L. 1758).**

This study was realized on a sample of 60 dromedaries of Sahraoui breed from the south of Algeria. The animals, 30 males and 30 females, are adults over 6 years destined for slaughter. Before slaughter in Ouargla abattoir, measurements during their life-time were performed (3 parameters). Carcass weight was recovered at the slaughter house. The canon bones or metapodials were taken (one left metacarpus and metatarsus of each animal), were weighed and measured after cooking and drying (16 variables per animal), gracility index of bones were calculated (6 indexes per animal). The variability and correlations between variables were analyzed and allow while realizing a referential of archeozoology, to consider the ability to grasp certain parameters of live animal from bone measurements. Linear regression equations were proposed in order to estimate the animal's live weight, and its height at the withers from the best correlated measurements. A multivariate function (logistic regression) from seven linear parameters of each metapodial was calculated, it permits to envisage sexing from an isolated bone. Sexual dimorphism appears clearly at the level of metapodial: the males have canon bones which are not only larger and stockier but also longer which is a remarkable difference in comparison to those encountered in other ruminants like cattle or sheep for which the great length of bone is not a dimorphic parameter.

**Keywords:** Osteometry, biometry, metacarpal bone, metatarsal bone, dromedary, Sahraoui breed, *Camelus dromedarius*.

1758) ou de Dromadaire (*Camelus dromedarius* L., 1758). Comme pour le Bœuf [9, 14, 16, 18, 24, 26, 30, 31, 32, 34, 35, 72] ou pour le Mouton [36, 38, 58], l'analyse ostéométrique des métapodes (métacarpe ou métatarse) chez le Dromadaire, semble en mesure d'apporter des informations intéressantes en relation avec l'animal vivant. Le but de ce travail est d'objectiver cela, à partir d'un corpus homogène d'animaux adultes mâles et femelles appartenant à la même race : la race cameline Sahraoui. Très peu de données ostéométriques sont disponibles dans la littérature pour cette espèce [65], et encore moins de relations entre l'os et l'animal sur pied, même si l'anatomie du Dromadaire fait l'objet d'un certain nombre de travaux [6, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 60, 64]. Or, d'une

manière générale, chez les ruminants, l'analyse ostéométrique des métapodes est en mesure de fournir des renseignements intéressants sur le type morphologique de l'animal [1, 2, 3, 4, 34, 40, 42, 48, 73], sur son sexe [1, 16, 35, 37, 67, 68, 70], sur sa hauteur au garrot [2, 3, 10, 21, 25, 32, 34, 35, 53, 67, 71, 72], ou encore sur son poids [19, 24, 27, 31, 33, 53, 67, 72]. Il n'y a donc aucune raison que le Dromadaire fasse exception en la matière.

Ce travail s'inscrit dans ce qu'il est convenu d'appeler la recherche de modèles ou de référentiels pour les études archéozoologiques, dans le but de caractériser l'histoire des populations animales [11, 13, 57, 73]. Les renseignements que l'on pourra tirer d'un os provenant d'un chantier de fouille archéologique seront d'autant meilleurs que cet os sera comparé ou rapproché de modèles morphologiques proches. Le choix de la population de comparaison est donc du plus haut intérêt et la recherche de modèles les plus approchants possibles des populations anciennes a été, et ce depuis longtemps [24, 53, 72] un souci de l'archéozoologue. Les équations et les propositions de modèles issues de cette étude n'auront donc de sens, et ne pourront être extrapolées à des populations fossiles, que si ces dernières ne sont pas trop éloignées morphologiquement de la race cameline Sahraoui.

## Matériel et méthodes

### PRÉAMBULE : LA « RACE » CAMELINE SAHRAOUI

Parmi l'ensemble des dromadaires, OULD AHMED (2009) [55] cite 12 races camelines organisées en quatre grands types : les races laitières, à viande, mixtes et de course. C'est au sein de la population mixte dite *Maghrebi*, assez polymorphe et présente en Egypte, au Maroc, en Algérie, en Libye et en Tunisie [41] que l'on retrouve la race Sahraoui (ou Saharaoui). Cette dernière est une race assez élancée (hauteur à la bosse du mâle en moyenne de 2 m) selon EZZAHIRI (1988) [22], et est forte et robuste. Elle est une bonne laitière mais s'engraisse aussi rapidement [8]. On retrouve cette race dans toutes les régions sahariennes, aussi bien au Maroc qu'en Algérie, en Mauritanie et au Mali. Elle est issue du croisement entre les races Chaambi et Ouled Sidi Cheikh [7]. Son territoire de répartition va du grand Erg occidental au centre du Sahara. Il s'agit d'une race assez précoce, les femelles peuvent être saillies dès l'âge de trois ans. Exploitée longtemps, l'âge de la réforme peut atteindre 25 ans chez la femelle. Dans les années 2010, les effectifs camelins algériens ont été estimés à environ 140 000 têtes, ce qui correspond à une forte régression et place ce pays au 8<sup>ème</sup> rang du monde arabe. La zone saharienne de Ouargla se situe dans l'aire géographique centrale d'élevage camelin en Algérie qui compte près de 27 000 têtes [7].

### MATÉRIEL

Bien qu'étant numériquement la race cameline la plus représentée en Algérie, aucune étude ostéométrique n'a été

réalisée sur cet animal. Ce travail préliminaire a porté sur 60 dromadaires adultes, 30 mâles et 30 femelles, appartenant tous à la population Sahraoui. Il s'agit de sujets de plus de 6 ans, abattus à l'abattoir de Ouargla (sud algérien) entre novembre 2010 et décembre 2011. Pour chacun des deux sexes, deux classes d'âges ont été constituées : des animaux de 6 à 10 ans, dits jeunes adultes (JA), et des animaux de 11 à 19 ans pour les mâles et de 11 à 22 ans pour les femelles, dits adultes (A). Pour chaque individu, trois mesures biométriques ont été réalisées, préalablement à l'abattage : la hauteur au garrot (HG), la circonférence thoracique (CT) et la circonférence abdominale (CA). Ces trois mensurations ont permis d'estimer le poids vif (PV) de l'animal, à partir de la formule baryométrique de BOUE [12] :  $PV = 53 \times CT \times CA \times HG$ . Suite à l'abattage, les os canons antérieurs et postérieurs gauches ont été prélevés. Au total, 60 métacarpes gauches et 60 métatarses gauches ont donc constitué la base de données de l'étude. Le poids de carcasse, pour chaque animal, a également été enregistré.

### MÉTHODE

Pour les animaux sur pied, les paramètres biométriques ont été mesurés à l'aide d'une toise (HG) et d'un mètre ruban (CT et CA). La précision de ces mesures est le centimètre. Pour le poids vif (PV) et le poids de carcasse (P Car), la précision est le kilogramme.

Les pieds avant (« mains ») et arrière gauches ont été prélevés respectivement au dessous du carpe et du tarse et numérotés afin d'être identifiés et mis en relation avec l'animal de départ. Préparés par dissection des tissus mous environnant les os, ces derniers ont été cuits, après immersion dans l'eau, en portant à ébullition pendant plusieurs heures. À l'issue de la cuisson, ils ont été nettoyés à l'eau courante puis séchés plusieurs jours à l'air libre.

Plusieurs mesures ont été effectuées sur chaque os :

- deux mesures pondérales : le poids de chaque os après séchage, à l'aide d'une balance alimentaire (Balance électronique alimentaire de marque Zenati Electronics, précision le gramme) noté PMC et PMT soit masse du métapode entier, respectivement du métacarpe et du métatarse ;

- sept mesures linéaires réalisées au pied à coulisse (*Electronic Digital Caliper*, précision de l'instrument au 1/100<sup>e</sup> mm ; précision des mesures conservée au 1/10<sup>e</sup> mm), mesurées selon la nomenclature d'A. VON DRIESCH (1976) [20], complétée pour des os entiers par C. GUINTARD (1996a, 1998) [32, 35] : mesures linéaires, respectivement du métacarpe / et du métatarse. Pour ce dernier, le même sigle que pour le métacarpe est employé, mais avec un T final.

Ces sept mesures (Figure 1) sont les suivantes :

- GL/GLT : grande longueur de l'os,
- Bp/BpT : largeur de l'extrémité proximale (épiphyse proximale),

- $Dp/DpT$  : profondeur (épaisseur) de l'extrémité proximale,
- $d/dT$  : largeur du corps (diaphyse), mesurée à la moitié de GL,
- $e/eT$  : profondeur (épaisseur) du corps (diaphyse), mesurée à la moitié de GL,
- $Bd/BdT$  : largeur distale du métapode,
- $Dd/DdT$  : profondeur (épaisseur) de l'épiphyse distale.

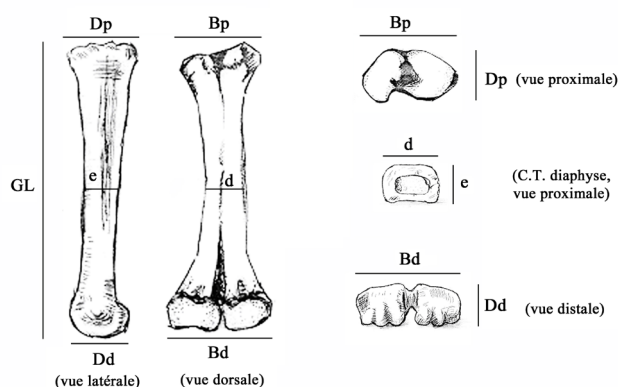


FIGURE 1 : Visualisation des mesures du métacarpe sur un métacarpe gauche de dromadaire (dessin, Mériem BOUAKKAZ).

À partir des paramètres linéaires précédents, pour chaque os, six indices de gracilité ont été calculés : trois pour le métacarpe [ $Bp/GL$ ,  $d/GL$ , et  $e/GL$ ] et trois (leur équivalent) pour le métatarse [ $BpT/GLT$ ,  $dT/GLT$  et  $eT/GLT$ ].

## ANALYSES STATISTIQUES :

### Analyse univariée :

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide du logiciel informatique Stat View+ (pour Mac) pour les variables mesurées ou les indices. Pour chaque variable mesurée les paramètres statistiques de position (moyenne, minimum, maximum) ont été calculés dans l'échantillon des mâles d'une part et dans l'échantillon des femelles d'autre part. La variabilité a été estimée par l'écart-type  $\sigma$  et le coefficient de variation CV ( $CV \% = (\sigma/m) \times 100$  : rapport entre l'écart type  $\sigma$  et la moyenne  $m$ ), ce dernier permettant de s'affranchir de l'unité de la mesure. Par ailleurs, afin d'annuler l'influence de l'effectif de l'échantillon sur la variabilité, la variabilité maximale (notée  $V_{max}$ ) a été calculée ( $V_{max} = (([max-min] / min) \times 100)$ ) ; cette dernière est en effet indépendante de l'effectif et donc des valeurs moyennes. Elle est en revanche très sensible aux individus « erratiques » extrêmes, nous avons donc vérifié préalablement à son utilisation que l'échantillon était « homogène ».

Un test de comparaison des moyennes (t.test) a été effectué pour comparer les performances des mâles et des femelles indépendamment pour chaque variable (Tableaux II, III, IV et V).

### Analyse multivariée :

L'analyse a été menée en deux temps. Dans un premier temps, une analyse en composantes principales (ACP) retenant l'ensemble des mesures des métarpes comme variables actives a été réalisée pour vérifier la structure de ces données. Une variable qualitative regroupant l'âge et le sexe et contenant quatre modalités (jeunes adultes mâles, mâles adultes, jeunes adultes femelles et femelles adultes) a été introduite comme variable supplémentaire. Le même traitement a été appliqué aux mesures des métatarses. Les ACP ont été réalisées avec le logiciel SPAD. Une p-value de 0,05 a été retenue comme seuil de significativité.

Dans un deuxième temps, deux fonctions prédictives du sexe, une pour le métacarpe et une pour le métatarse, ont été établies par régression logistique selon une procédure pas à pas descendante permettant de sélectionner les mesures les plus discriminantes. Par ailleurs, l'adéquation de chaque modèle a été testée par une validation croisée : l'échantillon d'origine a été scindé aléatoirement en deux échantillons, un échantillon de 44 dromadaires dédié à l'acquisition des paramètres du modèle et un échantillon de validation de 16 dromadaires utilisé pour la validation du modèle. Les régressions logistiques ont été programmées avec le logiciel gratuit R [59] en utilisant la fonction glm (et famille binomiale).

## Résultats

### PARAMÈTRES BIOMÉTRIQUES

Les valeurs des mesures biométriques sont regroupées dans les tableaux I et II.

#### Population totale

Les valeurs moyennes traduisent des animaux dans le standard de la race Sahraoui, avec des dromadaires adultes avoisinant les 460 kg pour une hauteur au garrot d'un peu plus de 182 cm [7, 8, 12]. Les rendements moyens d'abattage sont corrects pour une race rustique, avec une valeur moyenne d'environ 50%. Au-delà des valeurs moyennes, la variabilité globale, exprimée par le coefficient de variation, est relativement importante pour les variables pondérales, puisque ce coefficient varie de 27,7% à 18,2% respectivement pour le poids de carcasse et pour le poids vif, mais est plus faible pour les mesures biométriques linéaires puisqu'il varie respectivement 5,5% à 6,8% et à 10,2% pour la hauteur au garrot, la circonférence thoracique et la circonférence abdominale. Les animaux semblent donc relativement homogènes en terme de morphologie. En revanche, leur état d'embonpoint, donc leur poids, est plus variable, ce qui traduit cet étalement plus fort des valeurs pondérales.

Sexe	Âge	Paramètres statistiques	- PV - Poids vif (kg)	- P Car - Poids de carcasse (kg)	- HG - Hauteur au garrot (cm)	- CT - Circonférence thoracique (cm)	- CA - Circonférence abdominale (cm)
Mâles	jeunes adultes (6 à 10 ans)	n	15	15	15	15	15
		<b>m</b>	441,2	<b>225,8</b>	<b>182,7</b>	<b>202,2</b>	<b>225,9</b>
		min	376,2	180,0	170,0	192,0	206,0
		max	535,4	280,0	200,0	217,0	245,0
		$\sigma$	46,2	28,6	8,0	7,5	13,4
	adultes (11 à 19 ans)	n	15	15	15	15	15
		<b>m</b>	<b>557,6</b>	<b>310,1</b>	<b>188,7</b>	<b>217,8</b>	<b>256,6</b>
		min	450,8	228,0	180,0	200,0	224,0
		max	669,9	400,0	210,0	236,0	293,0
		$\sigma$	75,1	56,0	9,9	11,9	18,9
Femelles	jeunes adultes (6 à 10 ans)	n	15	15	15	15	15
		<b>m</b>	<b>420,4</b>	<b>194,1</b>	<b>180,0</b>	<b>197,8</b>	<b>222,1</b>
		min	258,7	130,0	170,0	166,0	170,0
		max	508,1	280,0	190,0	217,0	263,0
		$\sigma$	72,6	43,0	6,5	14,3	23,5
	adultes (11 à 22 ans)	n	15	15	15	15	15
		<b>m</b>	<b>431,1</b>	<b>194,7</b>	<b>178,7</b>	<b>196,9</b>	<b>231,8</b>
		min	310,3	140,0	160,0	176,0	186,0
		max	563,4	267,0	200,0	216,0	272,0
		$\sigma$	61,9	43,8	12,5	10,5	22,9
Population totale	n	60	60	60	60	60	
	<b>m</b>	<b>462,6</b>	<b>231,2</b>	<b>182,5</b>	<b>203,7</b>	<b>234,1</b>	
	min	258,7	130,0	160,0	166,0	170,0	
	max	669,9	400,0	210,0	236,0	293,0	
	$\sigma$	84,4	64,1	10,0	13,9	23,8	

Les données brutes (tableau Excel) sont disponibles auprès de l'auteur chargé de la correspondance (claude.guintard@oniris-nantes.fr).

TABLEAU I : Valeurs des paramètres biométriques de la population

Sexe	Paramètres statistiques	- PV - Poids vif (kg)	- P Car - Poids de carcasse (kg)	- HG - Hauteur au garrot (cm)	- CT - Circonférence thoracique (cm)	- CA - Circonférence abdominale (cm)
Mâles	n	30	30	30	30	30
	<b>m</b>	499,4	268,0	185,7	<b>210,0</b>	<b>241,3</b>
	(min;max)	(376,2;669,9)	(180,0;400,0)	(170,0;210,0)	(192,0;236,0)	(206,0;293,0)
	$\sigma$	85,2	61,2	9,4	12,6	22,4
Femelles	n	30	30	30	30	30
	<b>m</b>	<b>425,7</b>	<b>194,4</b>	<b>179,3</b>	<b>197,4</b>	<b>226,9</b>
	(min;max)	(258,7;563,4)	(130,0;280,0)	(160,0;200,0)	(166,0;217,0)	(170,0;272,0)
	$\sigma$	66,5	42,7	9,8	12,4	23,3
	<i>p</i>	<b>4,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>0,0131</b>	<b>2,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>0,0184</b>

TABLEAU II : Valeurs des paramètres biométriques en fonction du sexe

### Valeurs biométriques par sexe

Les valeurs moyennes donnent des mâles qui pèsent environ 500 kg pour une hauteur au garrot légèrement supérieure à 185 cm et des femelles qui pèsent environ 425 kg pour une hauteur au garrot moyenne qui avoisine 180 cm

(Tableau II). Pour l'ensemble des valeurs biométriques, la différence observée entre les valeurs moyennes des mâles et des femelles est toujours hautement significative (Tableau II). Le dimorphisme sexuel dans cette espèce est net et ressort clairement à partir des mesures effectuées.



	- PMC - Poids MC (g)	- PMT - Poids MT (g)	- GL - (mm)	- Bp - (mm)	- Dp - (mm)	- d - (mm)	- e - (mm)	- Bd - (mm)
Jeunes adultes	15 <b>667</b> (510;780)	15 <b>569</b> (455;675)	15 <b>373,8</b> (346,0;400,0)	15 <b>72,3</b> (67,20;79,6)	15 <b>48,4</b> (45,2;52,6)	15 <b>36,6</b> (34,3;38,9)	15 <b>32,7</b> (27,8;34,6)	15 <b>93,7</b> (85,2;99,7)
	87	72	16,3	3,8	2,1	1,6	1,6	3,9
Adultes	15 <b>726</b> (615;886)	15 <b>622</b> (520;725)	15 <b>375,8</b> (348,0;410,0)	15 <b>75,9</b> (67,5;82,2)	15 <b>50,9</b> (45,8;58,2)	15 <b>38,7</b> (35,1;45,5)	15 <b>35,0</b> (29,5;41,5)	15 <b>99,0</b> (90,3;114,8)
	84	65	16,6	3,9	3,0	2,9	3,0	5,9
<i>p</i>	0,0687	<b>0,0451</b>	0,7414	<b>0,0158</b>	<b>0,0137</b>	<b>0,0223</b>	<b>0,0136</b>	<b>0,0072</b>

	- Dd - (mm)	- GLT - (mm)	- BpT - (mm)	- DpT - (mm)	- dT - (mm)	- eT - (mm)	- BdT - (mm)	- DdT - (mm)
Jeunes adultes	15 <b>45,1</b> (41,3;49,9)	15 <b>386,9</b> (362,0;409,0)	15 <b>62,2</b> (59,2;66,9)	15 <b>49,5</b> (45,7;56,4)	15 <b>31,5</b> (29,1;36,2)	15 <b>34,9</b> (32,7;38,4)	15 <b>80,1</b> (73,0;85,1)	15 <b>38,1</b> (34,2;44,0)
	2,6	14,5	2,5	2,6	2,0	1,7	3,4	2,8
Adultes	15 <b>46,0</b> (42,0;48,9)	15 <b>388,9</b> (362,0;420,0)	15 <b>64,8</b> (59,3;71,5)	15 <b>51,7</b> (40,9;62,4)	15 <b>33,8</b> (29,2;41,1)	15 <b>37,2</b> (32,3;45,1)	15 <b>82,8</b> (75,5;92,1)	15 <b>39,6</b> (35,8;45,1)
	1,8	15,4	3,7	5,2	3,1	3,3	4,7	2,3
<i>p</i>	0,2805	0,7081	<b>0,0287</b>	0,1495	<b>0,0235</b>	<b>0,0221</b>	0,0736	0,1181

TABLEAU III : Valeurs des paramètres ostéométriques pour les mâles

La variabilité exprimée par le coefficient de variation montre deux types de variables :

- celles de poids (PV et P Car), dont les valeurs varient respectivement de 17,1% à 22,8% pour les mâles et de 15,6% à 22,0% pour les femelles,

- et celles correspondant aux paramètres linéaires (HG, CT et CA) dont la fourchette de variation va, respectivement, de 5,1%, 6,0% à 9,3% pour les mâles et de 5,5%, 6,3% à 10,3% pour les femelles.

C'est la hauteur au garrot qui représente le paramètre biométrique le moins variable, avec un coefficient de variation légèrement supérieur à 5% chez les femelles et chez les mâles. La dispersion des valeurs des mâles et des femelles est très voisine, avec toutefois des mâles plus grands et plus lourds et des femelles plus petites et plus légères (Figure 2).

## PARAMÈTRES OSTÉOMÉTRIQUES DES MÉTAPODES

### Analyses univariées et bivariées

#### Paramètres mesurés

L'ensemble des résultats relatifs aux paramètres ostéométriques tant de la population totale que décrits par sexe sont regroupés dans trois tableaux (Tableau III : mâles ; Tableau IV : femelles ; Tableau V : population totale). Les différences observées entre les valeurs moyennes des mâles et des femelles sont, pour la quasi-totalité des paramètres ostéométriques mesurés, hautement significatives. Seul DdT donne une valeur de  $p > 0,05$ , mais toutefois très proche ( $p = 0,0517$ ).

En terme de variabilité globale, deux types de paramètres ressortent :

- les paramètres de poids des métapodes, relativement variables avec des CV valant respectivement 16,8% et 16,4% pour le métacarpe et le métatarse,

- les paramètres linéaires d'épaisseur, de largeur et de longueur dont le CV varie en moyenne autour de 6,5% (variation selon les paramètres de 4,5% à 8,4%).

Si l'on examine l'effet de l'âge sur les paramètres ostéométriques dans chacun des deux sexes, on s'aperçoit que les tendances ne sont pas les mêmes pour les mâles et les femelles. Pour les femelles, les différences observées entre les valeurs moyennes pour les animaux jeunes adultes et pour les animaux adultes ne sont jamais significatives (Tableau IV),

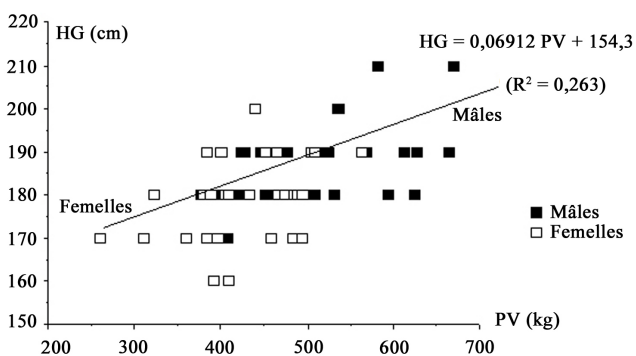


FIGURE 2 : Évolution de la hauteur au garrot (HG) en fonction du poids vif (PV), selon le sexe.

	- PMC - Poids MC (g)	- PMT - Poids MT (g)	- GL - (mm)	- Bp - (mm)	- Dp - (mm)	- d - (mm)	- e - (mm)	- Bd - (mm)
Jeunes adultes	15	15	15	15	15	15	15	15
	<b>568</b>	<b>483</b>	<b>358,5</b>	<b>68,6</b>	<b>47,0</b>	<b>35,4</b>	<b>31,4</b>	<b>91,4</b>
	(430;675)	(375;570)	(333,0;388,0)	(62,1;74,0)	(43,4;56,3)	(32,6;38,1)	(28,5;37,0)	(85,8;105,4)
	72	57	14,3	3,1	3,1	1,9	2,6	5,0
Adultes	15	15	15	15	15	15	15	15
	<b>544</b>	<b>463</b>	<b>535,8</b>	<b>68,5</b>	<b>45,4</b>	<b>35,3</b>	<b>32,1</b>	<b>91,2</b>
	(435;650)	(375;560)	(317,0;384,0)	(62,0;74,8)	(40,9;48,2)	(31,9;38,4)	(28,5;36,1)	(83,1;104,8)
	60	46	17,3	3,3	2,2	1,9	1,9	5,5
<i>p</i>	0,316	0,2975	0,4283	0,9145	0,1138	0,9298	0,4017	0,9331
	- Dd - (mm)	- GLT - (mm)	- BpT - (mm)	- DpT - (mm)	- dT - (mm)	- eT - (mm)	- BdT - (mm)	- DdT - (mm)
Jeunes adultes	15	15	15	15	15	15	15	15
	<b>42,9</b>	<b>371,5</b>	<b>59,3</b>	<b>46,4</b>	<b>30,9</b>	<b>33,0</b>	<b>77,6</b>	<b>37,9</b>
	(39,5;48,0)	(355,0;395,0)	(56,0;62,6)	(44,4;49,1)	(28,5;33,0)	(30,0;36,7)	(73,9;82,1)	(34,9;41,7)
	2,1	11,4	2,1	1,4	1,3	2,1	2,8	2,0
Adultes	15	15	15	15	15	15	15	15
	<b>42,5</b>	<b>366,2</b>	<b>59,2</b>	<b>46,3</b>	<b>30,4</b>	<b>33,1</b>	<b>78,2</b>	<b>37,5</b>
	(37,8;45,3)	(334,0;394,0)	(52,2;63,7)	(43,8;49,4)	(27,1;33,1)	(29,7;36,3)	(73,1;82,6)	(33,0;40,0)
	2,0	15,7	3,2	1,5	1,8	1,8	2,6	2,2
<i>p</i>	0,6351	0,2969	0,9332	0,7594	0,4584	0,8922	0,595	0,5729

Tableau IV : Valeurs des paramètres ostéométriques pour les femelles

	- PMC - Poids MC (g)	- PMT - Poids MT (g)	- GL - (mm)	- Bp - (mm)	- Dp - (mm)	- d - (mm)	- e - (mm)	- Bd - (mm)
Mâles	30	30	30	30	30	30	30	30
	<b>696,2</b>	<b>595,5</b>	<b>374,8</b>	<b>74,1</b>	<b>49,7</b>	<b>37,7</b>	<b>33,8</b>	<b>96,4</b>
	(510,0;886,0)	(455,0;725,0)	(346,0;410,0)	(67,2;82,2)	(45,2;58,2)	(34,3;45,5)	(29,5;41,5)	(85,2;114,8)
	89,2	72,3	16,2	4,2	2,8	2,6	2,6	5,6
Femelles	30	30	30	30	30	30	30	30
	<b>556,0</b>	<b>473,0</b>	<b>356,1</b>	<b>68,6</b>	<b>46,2</b>	<b>35,3</b>	<b>31,7</b>	<b>91,3</b>
	(430,0;675,0)	(375,0;570,0)	(317,0;388,0)	(62,0;74,8)	(40,9;56,3)	(31,9;38,4)	(28,5;37,0)	(83,1;105,4)
	66,2	51,7	16,2	3,2	2,8	1,8	2,3	5,2
<i>p</i>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>2,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>0,0018</b>	<b>6,0. 10<sup>-4</sup></b>
Population totale	60	60	60	60	60	60	60	60
	<b>626,10</b>	<b>534,3</b>	<b>365,5</b>	<b>71,3</b>	<b>47,9</b>	<b>36,5</b>	<b>32,8</b>	<b>93,8</b>
	(430,0;886,0)	(375,0;725,0)	(317,0;410,0)	(62,0;82,2)	(40,9;58,2)	(31,9;45,5)	(28,5;41,5)	(83,1;114,8)
	105,2	87,8	18,4	4,6	3,3	2,5	2,7	5,9
	- Dd - (mm)	- GLT - (mm)	- BpT - (mm)	- DpT - (mm)	- dT - (mm)	- eT - (mm)	- BdT - (mm)	- DdT - (mm)
Mâles	30	30	30	30	30	30	30	30
	<b>45,5</b>	<b>387,9</b>	<b>63,5</b>	<b>50,6</b>	<b>32,7</b>	<b>36,0</b>	<b>81,5</b>	<b>38,9</b>
	(41,3;49,9)	(362,0;420,0)	(59,2;71,5)	(40,9;62,4)	(29,1;41,1)	(32,3;45,1)	(73,0;92,1)	(34,2;45,1)
	2,2	14,7	3,4	4,2	2,8	2,8	4,3	2,6
Femelles	30	30	30	30	30	30	30	30
	<b>42,7</b>	<b>368,9</b>	<b>59,2</b>	<b>46,3</b>	<b>30,6</b>	<b>33,0</b>	<b>77,9</b>	<b>37,7</b>
	(37,8;48,0)	(334,0;395,0)	(52,2;63,7)	(43,8;49,4)	(27,1;33,1)	(29,7;36,7)	(73,1;82,6)	(33,0;41,7)
	2,0	13,8	2,7	1,4	1,6	1,9	2,6	2,1
<i>p</i>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>0,0011</b>	<b>1,0. 10<sup>-4</sup></b>	<b>3,0. 10<sup>-4</sup></b>	0,0517
Population totale	60	60	60	60	60	60	60	60
	<b>44,1</b>	<b>378,4</b>	<b>61,4</b>	<b>48,5</b>	<b>31,7</b>	<b>34,5</b>	<b>79,7</b>	<b>38,3</b>
	(37,8;49,9)	(334,0;420,0)	(52,2;71,5)	(40,9;62,4)	(27,1;41,1)	(29,7;45,1)	(73,0;92,1)	(33,0;45,1)
	2,6	17,1	3,7	3,8	2,5	2,9	3,9	2,4

TABLEAU V : Valeurs des paramètres ostéométriques pour la population totale et en fonction du sexe

alors que dans le cas des mâles (Tableau III), PMT, Bp, Dp, d, e, Bd, BpT, dT et eT ont des valeurs systématiquement plus grandes pour les adultes et ce de façon significative. Il s'agit avant tout de paramètres de taille ou de massivité de l'os, alors que la longueur de l'os, évaluée par GL et GLT, ne présente pas de différence significative entre les deux classes d'âges. Les femelles semblent donc plus précoces que les mâles. Elles atteignent leur format adulte dès 6 ans et l'os ne présente plus ensuite de croissance significative, ni en épaisseur, ni en longueur. Les mâles sont, quant à eux, plus tardifs, et la croissance en longueur des métapodes semble terminée à l'âge de 6 ans. En revanche, l'épaisseur et le poids de l'os continuent d'augmenter au-delà de 10 à 11 ans.

### Indices de gracilité

Les indices de gracilité traduisent des variations de forme des os à différents niveaux. L'indice d/GL est largement utilisé pour sexer les métapodes chez les bovins. Il traduit la largeur de la diaphyse à longueur constante. Les valeurs des différents indices calculés sont regroupés dans le tableau VI, et ne sont pas significativement différentes entre les moyennes des mâles et celles des femelles, sauf pour eT/GLT ( $p = 0,0309$ ).

Si l'on trace le graphe  $d/GL = f(GL)$ , l'échantillon se distribue selon une abscisse GL qui traduit l'allongement de l'os et une ordonnée d/GL qui correspond à la forme de la diaphyse, ce que l'on appelle encore la gracilité de l'os (Figure 3).

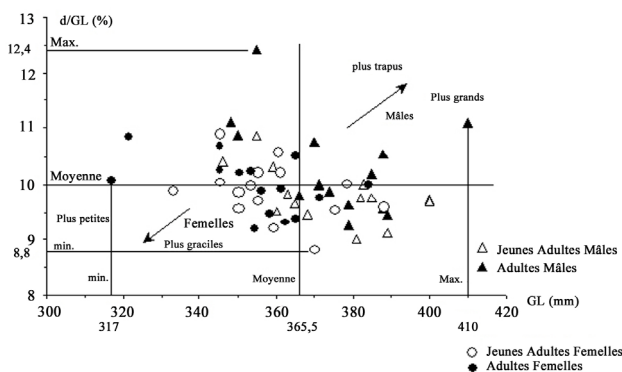


FIGURE 3 : Indice de gracilité d/GL en fonction de la grande longueur GL du métacarpe, selon le sexe et la classe d'âge.

Pour les femelles, cet indice varie de 8,8% à 10,9% alors que pour les mâles la variation est plus importante, allant, de 9,0% à 12,4%. Les os des mâles sont non seulement plus trapus, mais sont aussi plus grands que ceux des femelles. Au-delà de  $GL = 365,5$  mm et pour une valeur de  $d/GL > 10\%$ , la probabilité d'avoir un os de mâle est très forte, alors que lorsque l'on a simultanément  $GL < 365,5$  et  $d/GL < 10\%$ , on a principalement des femelles. Au centre de la population, la femelle de 6 ans offre des valeurs moyennes ( $d/GL = 10,5\%$ ,  $GL = 360$  mm), ce qui est illustré par la figure 4. La variabilité maximale de l'échantillon pour la grande longueur GL est proche, bien que dans la fourchette haute, de ce que l'on observe pour une race bovine qui offre une

variabilité qualifiée de « complète » (présence de mâles et de femelles représentant au mieux l'ensemble de la diversité de la race bovine) [35]. Cette valeur vaut ici 29,3%. Pour ce qui est de la  $V_{max}$  de d/GL on retrouve des valeurs similaires à ce que l'on a dans une race bovine (entre 40% et 60%), mais dans une fourchette basse. Ici, la  $V_{max}$  de d/GL vaut 40,9%. Le dimorphisme sexuel du dromadaire serait donc plus accusé sur les longueurs et moins accusé sur la forme de l'os que ce que l'on constate chez les bovins, même si les mêmes lois globales semblent régir ces deux espèces de ruminants. Rappelons que parmi les six indices de gracilité retenus, seul eT/GLT est significativement différent entre les mâles et les femelles (Tableau VI).



FIGURE 4 : Photo des métapodes gauches de dromadaire de race Sahraoui (jeune adulte femelle de 6 ans) ; a : métacarpe, b : métatarse.

### Coefficients de corrélation et régressions linéaires pour les paramètres ostéométriques et biométriques.

Parmi les paramètres biométriques, certains sont particulièrement bien corrélés entre eux ( $r > 0,8$ ). Ainsi, le poids vif de l'animal et son poids de carcasse sont très bien corrélés (Tableau VII) ou encore le poids de l'animal avec son périmètre thoracique ou abdominal. Le poids du métacarpe et le poids du métatarse sont également parfaitement bien corrélés entre eux. Parmi les paramètres ostéométriques, de façon quasi systématique, un paramètre du métacarpe et son homologue du métatarse sont corrélés avec un très fort



	- Bp/GL -	- d/GL -	- e/GL -	- BpT/GLT -	- dT/GLT -	- eT/GLT -
Mâles	30 <b>19,8</b> (18,4;22,8) 1,1	30 <b>10,1</b> (9,0;12,4) 0,7	30 <b>9,0</b> (8,0;10,4) 0,6	30 <b>16,4</b> (15,0;19,3) 0,9	30 <b>8,4</b> (7,4;10,3) 0,7	30 <b>9,3</b> (8,3;11,0) 0,7
Femelles	30 <b>19,3</b> (17,3;21,6) 1,1	30 <b>9,9</b> (8,8;10,9) 0,5	30 <b>8,9</b> (7,8;10,1) 0,6	30 <b>16,1</b> (14,3;18,4) 0,9	30 <b>8,3</b> (7,4;9,2) 0,4	30 <b>9,0</b> (8,0;9,9) 0,5
<i>p</i>	0,0712	0,4233	0,4979	0,1613	0,4121	<b>0,0309</b>
Population totale	60 <b>19,5</b> (17,3;22,8) 1,1	60 <b>10,0</b> (8,8;12,4) 0,6	60 <b>9,0</b> (7,8;10,4) 0,6	60 <b>16,2</b> (14,3;19,3) 0,9	60 <b>8,4</b> (7,4;10,3) 0,5	60 <b>9,1</b> (8,0;11,0) 0,6

TABLEAU VI : Valeurs des indices de gracilité des métapodes en fonction du sexe (en %)

Variable	<i>r</i> > 0,6
PV	PCar*, CT*, CA*, PMC, PMT, eT, (Bp, e, Bd et dt : <i>r</i> > 0,55)
PCar	PV*, CT*, CA, PMC, PMT
HG	GL, GLT, BdT
CT	PV*, PCar*, CA, PMC, PMT
CA	PV*, PCar, CT
PMC	PV, PCar, CT, PMT*, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT
PMT	PV, PCar, CT, PMC*, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT
GL	HG, PMC, PMT, Bd, Dd, GLT*
Bp	PMC, PMT, Dp, d, e, Bd, Dd, BpT*, DpT, dT, eT, BdT, DdT
Dp	PMC, PMT, Bp, d, e, Bd, Dd, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT
d	PMC, PMT, Bp, Dp, e, Bd, Dd, BpT, DpT, dT*, eT, BdT, DdT
e	PMC, PMT, Bp, Dp, d, Bd*, Dd, BpT, DpT, dT, eT*, BdT, DdT, E/GL, eT/GLT
Bd	HG, PMC, PMT, GL, Bp, Dp, d, e*, Dd, GLT, BpT, DpT, dT*, eT, BdT*, DdT*
Dd	PMC, PMT, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT
GLT	HG, PMC, PMT, GL*, Bd, Dd
BpT	PMC, PMT, Bp*, Dp, d, e, Bd, Dd, DpT, dT, eT, BdT, DdT, BpT/GLT, eT/GLT
DpT	PMC, PMT, Bp, Dp, d, e, Bd, BpT, dT, eT, BdT
dT	PMC, PMT, Bp, Dp, d*, e, Bd*, Dd, BpT, eT*, BdT, DdT, dT/GLT*, eT/GLT
eT	PV, PMC, PMT, Bp, Dp, d, e*, Bd, Dd, BpT, DpT, dT*, BdT, DdT, e/GL, eT/GLT*
BdT	HG, PMC, PMT, Bp, Dp, d, e, Bd*, Dd, BpT, DdT, dT, eT, DdT
DdT	PMC, PMT, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, BpT, dT, eT, BdT
Bp/GL	Bp, D/GL, e/GL, BpT/GLT*, dT/GLT, eT/GLT
d/GL	d, Bp/GL, e/GL, BpT/GLT, dT/GLT*, eT/GLT
e/GL	e, eT, Bp/GL, d/GL, BpT/GLT, dT/GLT, eT/GLT*
BpT/GLT	BpT, Bp/GL*, d/GL, e/GL, dT/GLT, eT/GLT
dT/GLT	d, dT*, Bp/GL, d/GL*, e/GL, BpT/GLT, eT/GLT
eT/GLT	d, e, dT, eT*, Bp/GL, d/GL, e/GL*, BpT/GLT, dT/GLT

\* si : *r* > 0,8

TABLEAU VII : Valeurs des coefficients de corrélations de Pearson (ne sont mentionnés que les paires de variables pour lesquelles *r* > 0,6) pour les 27 variables ostéo-biométriques.

coefficient (*r* > 0,8) : GL et GLT, Bp et BpT, d et dT, e et eT, Bd et BdT, Bp/GL et BpT/GLT, d/GL et dT/GLT, e/GL et eT/GLT. Il semble donc exister une harmonie de construction entre les os du train antérieur et ceux du train postérieur, et ce de manière particulièrement nette chez le Dromadaire.

Certains paramètres ostéométriques sont relativement bien corrélés avec des paramètres biométriques (*r* > 0,6) ce qui permet d'envisager, par exemple pour le poids vif (PV) (Figure 5) ou la hauteur au garrot (HG) (Figure 6), des équations linéaires à partir de paramètres mesurés sur le métacarpe (ex. : Bp pour PV ou GL pour HG) ou sur le

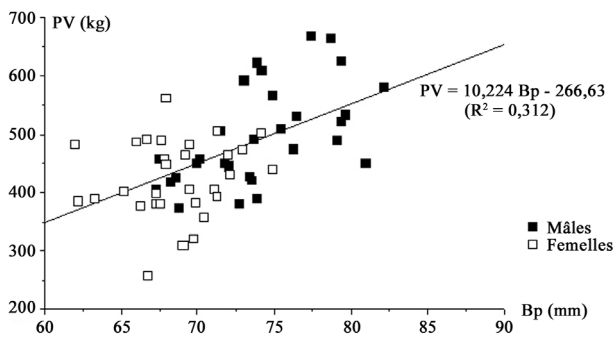


FIGURE 5a : PV = f(Bp) en fonction du sexe.

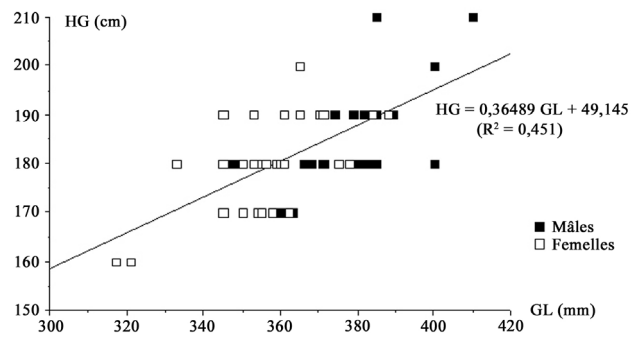


FIGURE 6a : HG = f(GL) en fonction du sexe.

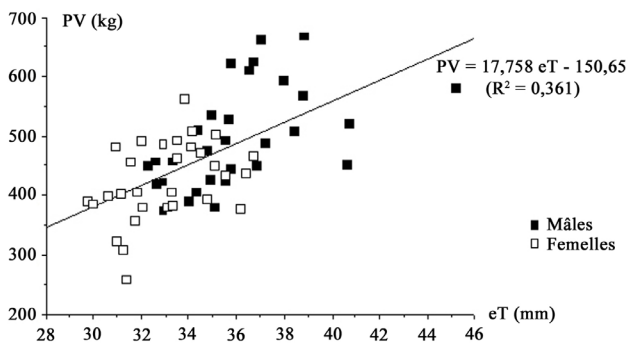


FIGURE 5b : PV = f(eT) en fonction du sexe.

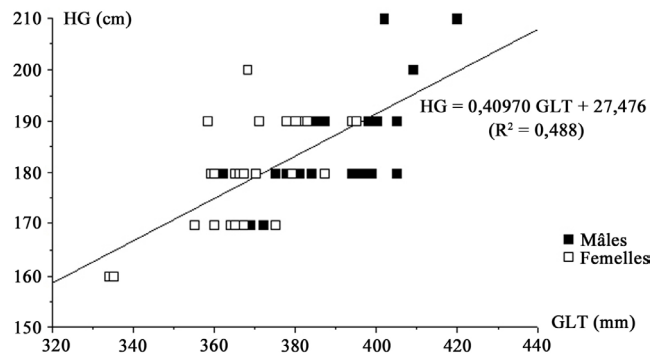


FIGURE 6b : HG = f(GLT) en fonction du sexe.

métatarse (ex. : eT pour PV ou GLT pour HG) (Tableau VIII). L'estimation du poids vif ou de la hauteur au garrot à partir de mesures osseuses est en effet du plus haut intérêt pour l'archéozoologue. Il faut toutefois garder à l'esprit que le coefficient de corrélation est au mieux voisin de  $r = 0,6$ , ce qui n'a de sens qu'à l'échelle d'une population, pour avoir une idée de la taille moyenne et du poids moyen des animaux. En revanche, cela n'a que peu d'intérêt à l'échelle individuelle, tant la variabilité autour d'une valeur donnée peut être importante. Par exemple, sur la figure 5a, pour une valeur de Bp de 67 mm, tout en restant dans le même sexe, le poids de l'animal peut varier de 250 kg à plus de 550 kg, ce qui est une variation énorme !

### Analyses multivariées

#### Résultats de l'ACP

Avec un niveau d'inertie sur le plan principal de 81,2% pour l'ACP réalisée sur les métacarpes, et de 81,5% pour l'ACP réalisée sur les métatarses, une discrimination significative entre les mesures obtenues pour les mâles et celles obtenues pour les femelles a été mise en évidence ( $p < 0,01$ ). En revanche, la discrimination entre les jeunes et les adultes d'un même sexe n'est pas significative. C'est pourquoi la construction des modèles logistiques s'est attachée à établir des fonctions de prédiction du sexe sans tenir compte de l'âge. La régression logistique permet de modéliser une réponse binaire (ici le sexe : mâle ou femelle) en fonction de variables continues dans le cas de ces travaux (Figures 7 et 8).

### Modèles de prédiction du sexe

Pour les métacarpes, les mesures retenues par les procédures pas à pas produisant la discrimination la plus satisfaisante sont au nombre de trois : Bp, GL, Dp. Le modèle peut alors s'écrire :

$$P(Y_i = \text{Mâle} / Bp, GL, Dp) = \frac{\exp^{\alpha + \beta_1 Bp + \beta_2 GL + \beta_3 Dp}}{1 + \exp^{\alpha + \beta_1 Bp + \beta_2 GL + \beta_3 Dp}} + \varepsilon_i$$

et signifie que pour un jeu de valeurs données relevées sur un même os, la probabilité que cet os appartienne à un mâle est calculée par le terme de droite de cette équation. Le terme  $\varepsilon_i$  indique la déviance individuelle au modèle (ou résidu). De même pour les métatarses, la meilleure discrimination est obtenue avec les mesures BpT, GLT, DpT et le modèle s'exprime de la même manière en actualisant avec ces trois variables.

Le tableau IX donne les estimations ponctuelles et les erreurs standard des paramètres de chacun des deux modèles. Pour une probabilité prédite proche de 1, et plus précisément supérieure à 0,5, on conclura que l'animal porteur de l'os concerné est un mâle ; si elle est inférieure à 0,5 et proche de 0 on conclura que l'os concerné est celui d'une femelle.

La validation croisée pour les métacarpes a montré un taux de classement correct de 87,5% pour les femelles et de 75,0% pour les mâles. Les mesures des os des mâles les plus petits ne diffèrent pas des mesures observées sur les os des

	Métacarpe		Métatarse		
	Estimation	Erreur Standard	Estimation	Erreur Standard	
Constante	-60,98195	18,4764	Constante	-71,55512	22,29009
Bp	-0,05293	0,21172	BpT	0,42117	0,24662
GL	0,07338	0,03807	GLT	0,08153	0,04226
Dp	0,79169	0,36519	DpT	0,30785	0,20295

TABLEAU IX : Estimations ponctuelles et erreurs standard des paramètres de chacun des deux modèles (métacarpe et métatarse) : modèle multivarié de prédiction du sexe.

femelles ce qui explique ce taux de reclassement plus bas des mâles. De même, pour les métatarses, le taux de classement correct s'élève à 87,5% pour les femelles et seulement à 62,5% pour les mâles.

## Discussion

Les résultats de cette étude doivent être considérés comme des données préliminaires, que des analyses statistiques fondées sur un échantillon plus vaste et peut-être plus représentatif de l'ensemble de la « race » cameline Sahraoui ne manqueront pas de compléter. Il serait également souhaitable de confronter ces résultats à ceux obtenus dans

d'autres races camelines. Toutefois, il semble intéressant de proposer ici des données métriques qui font d'autant plus défaut que l'on travaille dans une race pour laquelle l'on ne dispose à l'heure actuelle d'aucunes données ostéométriques.

## DIMORPHISME SEXUEL

De nombreux auteurs ont proposé des indices permettant de quantifier le dimorphisme sexuel [51, 52] à partir des métapodes de ruminants [10, 24, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 48, 68, 70, 72]. P. MENIEL (1984) [54] propose un facteur appelé D.S. (pour Dimorphisme Sexuel :  $D.S. = [(moyenne\ mâle - moyenne\ femelle)/moyenne\ femelle]$ ) très simple. Calculé

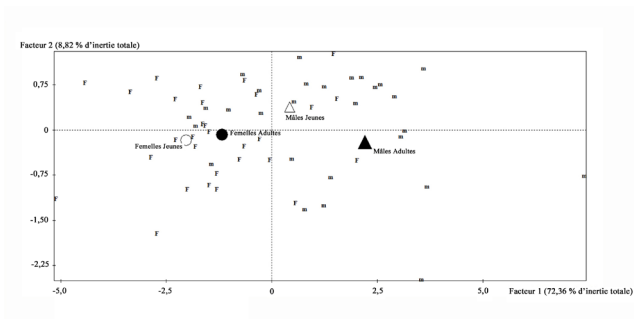


FIGURE 7a : Nuage de points de l'ACP pour les métacarpes : chaque point est repéré par m si l'animal était un mâle et F si l'animal était une femelle. La variable synthétique de l'âge et du sexe est représentée par un point pour chaque modalité.

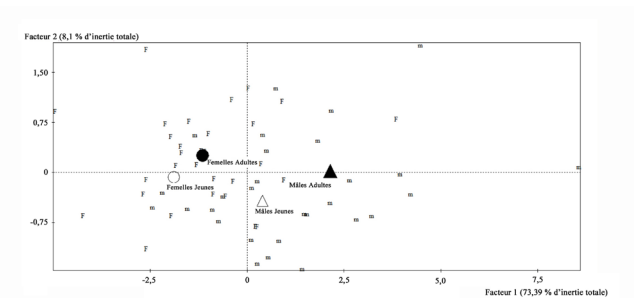


FIGURE 8a : Nuage de points de l'ACP pour les métatarses : chaque point est repéré par m si l'animal était un mâle et F si l'animal était une femelle. La variable synthétique de l'âge et du sexe est représentée par un point pour chaque modalité.

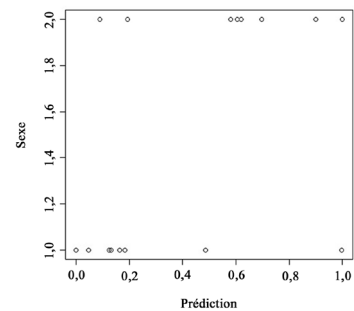


FIGURE 7b : Illustration de la validation croisée pour les données de métacarpes ; l'axe des abscisses porte les prédictions du modèle logistique pour chaque individu et l'axe des ordonnées porte les observations (1 pour les femelles et 2 pour les mâles). Sont mal classés les points d'ordonnée égale à 1 et d'abscisse supérieure à 0,5 pour les femelles et les points d'ordonnée égale à 2 et d'abscisse inférieure à 0,5 pour les mâles.

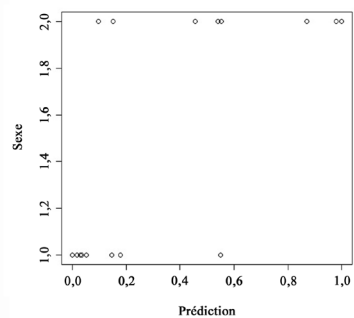


FIGURE 8b : Illustration de la validation croisée pour les données de métatarses ; l'axe des abscisses porte les prédictions du modèle logistique pour chaque individu et l'axe des ordonnées porte les observations (1 pour les femelles et 2 pour les mâles). Sont mal classés les points d'ordonnée égale à 1 et d'abscisse supérieure à 0,5 pour les femelles et les points d'ordonnée égale à 2 et d'abscisse inférieure à 0,5 pour les mâles.

afin de se faire une idée du dimorphisme sexuel pour les différents paramètres linéaires mesurés, il apparaît faible puisqu'il est en moyenne de 6,6% pour les 14 paramètres linéaires, variant de 3,2% pour DdT à 9,3% pour DpT. Le fait qu'il y ait très peu de très gros ou de très grands mâles dans l'échantillon étudié (Figure 3) a probablement tendance à minorer le dimorphisme sexuel moyen. L'examen de la variabilité maximale, moins affectée par la constitution dissymétrique de notre échantillon, permet de se faire une meilleure idée du dimorphisme sexuel dans cette population, à partir d'un seul paramètre linéaire mesuré. Les paramètres de longueur sont moins dimorphiques avec une valeur moyenne de Vmax qui vaut 27,5% pour GL et GLT (respectivement 29,3% et 25,7%). Les paramètres de largeur et d'épaisseur sont plus dimorphiques avec une valeur moyenne de Vmax valant 40,8% (variant de Vmax = 26,2% pour BdT à Vmax = 52,6% pour DpT). Les indices de gracilité permettent de sexer dans les mêmes proportions, puisque la variabilité Vmax des six indices calculés vaut en moyenne 36,3 % (allant de Vmax = 31,8% pour Bp/GL à Vmax = 40,9% pour d/GL). L'indice d/GL semble donc intéressant pour sexer ; la valeur seuil retenue pour réaliser ce sexage se situera entre celle du plus gros mâle (d/GL = 12,4%) et celle de la plus petite femelle (d/GL = 8,8%). Cette valeur seuil vaut dans le cas de cette étude :  $[8,8 + (12,4 - 8,8)/2]$  soit d/GL = 10,6%. Plus on s'éloigne de cette valeur vers les fortes valeurs, plus la probabilité d'obtenir un mâle est grande, à l'inverse, plus on s'éloigne de cette valeur vers des valeurs faibles, plus la probabilité d'avoir une femelle augmente. Rappelons que pour notre échantillon, l'indice de gracilité du métatarse eT/GLT était significativement différent entre les mâles et les femelles, le sexage sur le métatarse doit donc être privilégié (Vmax = 37,5%) lorsque cela est possible.

Dans le cadre de l'analyse multivariée, une des difficultés rencontrées pour le sexage a été le mélange des jeunes mâles adultes avec les femelles. La tentation aurait pu être grande de faire une seconde analyse en supprimant les jeunes individus et de ne proposer un modèle que pour les animaux adultes de plus de 10 ans. Nous ne l'avons pas fait volontairement, pour deux raisons principales :

- l'échantillon de notre étude aurait été amputé de 30 individus, ce qui aurait diminué fortement la validité de nos résultats et du modèle proposé ;

- les individus qui sont appelés jeunes dans notre étude (entre 6 et 10 ans environ), sont tous des animaux dont les os sont déjà épiphysés [63]. L'archéozoologue classera donc ces os dans une catégorie « adulte » ; or cette difficulté que nous avons rencontrée, l'archéozoologue la rencontrera aussi.

Il nous a donc semblé plus judicieux de proposer un modèle solide, certes imparfait mathématiquement pour le reclassement correct des individus (62,5% pour les mâles à 87,5% pour les femelles) mais qui traduit la réalité biologique, que de proposer un modèle satisfaisant statistiquement quant aux résultats des reclassements, mais éloigné de la réalité rencontrée sur le terrain. Enfin, il est particulièrement intéressant de noter que l'analyse multivariée proposée (modèle prédictif) pour sexer un os considéré (métacarpe ou métatarse), repose sur trois paramètres qui traduisent son organisation tridimensionnelle, puisqu'il s'agit respectivement de paramètres de longueur (GL ou GLT), d'épaisseur (Dp ou DpT) et de largeur (Bp ou BpT).

N°	sexe	GL (mm)	BP (mm)	d (mm)	d/GL (%)	Collection – provenance - référence
1	F	348,5	74,0	37,0	10,6	Cirque (C. Steiger ; 1990), n° IPM1
2	F	379,0	68,0	31,0	8,2	Batinah, Oman (C. Steiger, 1990), n° IUT CA1
3	F	376,0	68,0	32,0	8,5	Batinah, Oman (C. Steiger, 1990), n° IUT CA2
4	F	347,0	62,0	35,0	10,1	(C. Steiger), n° NMB 1022
5	F	382,0	66,0	36,5	9,6	Somalie (Zoo de Munich, C. Steiger, 1990), n° ZSM 1953, 159
6	F	373,5	67,0	35,0	9,4	Caucase (Zoo de Munich, C. Steiger, 1990), n° ZSM, 1959, 231
7	M	344,0	66,5	32,0	9,3	Zoo de Munich (C. Steiger, 1990), n° IMP6
8	M	388,0	74,0	36,0	9,3	Emirats arabes unis (C. Steiger, 1990), n° IMP13
9	M	379,0	68,0	31,0	8,2	Abu Dhabi (C. Steiger, 1990), n° IUT CA4
10	?	349,0	72,0	33,0	9,5	Soudan (C. Steiger, 1990), n° LPG P2140
11	?	335,5	67,0	31,5	9,4	Turquie (C. Steiger, 1990), n° IMP 4
12	?	406,0	72,0	38,0	9,4	Iraq (C. Steiger, 1990), n° IMP 12
13	F ?	320,0	63,5	34,2	10,7	Muséum d'Histoire Naturelle, Nantes, n° MHNN - Z - 003404
14	M	336,0	64,5	33,0	9,8	ONIRIS – A.C., don F.T. (Constantine), 2005, n° 2
15	M ?	328,0	71,7	33,3	10,1	ONIRIS – A.C., Cirque, autopsie 2004, n° 4
16	M	343,5	73,1	35,3	10,3	ONIRIS – A.C., Zoo, mâle 13 ans, 2006, n° 5
17	M	365,0	84,0	42,8	11,7	ONIRIS – A.C., don F.T. (Constantine), 2007, n° 6
18	F ?	334,0	61,7	32,8	9,8	ONIRIS – A.C., don F.T. (Constantine), nov. 2008, n° 7
19	M*	331,0	62,0	32,1	9,7	Musée de l'Unité d'Anatomie, Constantine (Algérie), origine : Oued Souf

F : femelle ; M : mâle ; ? : sexe non précisé ; A.C. : Unité d'Anatomie Comparée - Nantes ; F.T. : Faïza Tekkouk, \* jeune animal.

TABLEAU X : Corpus de métacarpes de dromadaires de comparaison

**POSITION RELATIVE DE LA « RACE » SAHRAOUI PAR RAPPORT AUX DONNÉES OSTÉOMÉTRIQUES CAMELINES DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE ET AUX COLLECTIONS OSTÉOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE.**

Afin de juger de la pertinence de nos résultats et de leur positionnement par rapport à la variabilité de l'espèce *Camelus dromedarius*, nous avons rassemblé un corpus de comparaison aussi varié que possible (Tableau X). Bien que non exhaustif, ce premier corpus permet toutefois de se faire une idée de la tendance qui se dégage, en raison d'une provenance assez large des animaux, aussi bien géographique (Afrique, Europe et Moyen-Orient), que suivant le type d'élevage (élevage traditionnel, zoo, cirque, etc). Afin de ne pas compliquer les résultats de l'analyse, le choix s'est porté sur un seul os : le métacarpe.

L'analyse, réalisée à partir de quelques variables largement utilisées en archéozoologie et traduisant l'allongement, la taille et la gracilité du métacarpe a été menée. Trois paramètres mesurés sur le métacarpe (GL, Bp et d) ainsi que l'indice de gracilité d/GL ont été retenus, permettant ainsi de positionner graphiquement les animaux de notre échantillon, par rapport au corpus de comparaison (Figure 9).

Il ressort clairement que quelle que soit la distribution envisagée ( $GL = f(BP)$  : Figure 9a, ou  $d/GL = f(GL)$  : Figure 9b), la variabilité maximale de notre échantillon et celle de la population de comparaison, se superposent de façon quasiment parfaite, même si dans le cas de la population de comparaison, il manque certainement quelques très gros mâles ( $d/GL > 12\%$  : Figure 9b). Or dans un cas, nous avons travaillé au sein d'un échantillon très homogène, provenant tous d'animaux de « race » Sahraoui abattus dans la même région (grand sud algérien) et dans l'autre, la population de comparaison est très hétérogène et a été choisie pour être la plus représentative possible de l'ensemble de l'espèce cameline. Il ne faut bien sûr pas tirer de conclusions trop hâtives, et cela demande à être précisé et vérifié avec une population de comparaison plus vaste, mais il semble, à première vue, que d'un point de vue ostéométrique, le dromadaire soit

très peu variable. Cela semblerait indiquer que les races sélectionnées sont avant tout des variants phénotypiques, mais que les divergences génétiques observées [7, 22] n'aient pas affecté énormément le squelette de l'animal. Il est clair que cela doit être certainement nuancé, puisque par exemple, les mâles d'origine moyen-orientale (Abu Dhabi ou Émirats Arabes Unis) semblent particulièrement graciles, avec des index d/GL qui avoisinent les 8 à 9%, ce qui est une valeur généralement rencontrée pour les femelles (Tableau IX). La sélection sur les aptitudes à la course est peut-être en train de modeler un animal grand ( $GL > 375$  mm), mais en même temps assez gracile, ce qui pourrait expliquer un certain nombre de troubles rencontrés dans ces pays chez les dromadaires (fractures spontanées par exemple).

Contrairement à ce que l'on a noté chez les bovins [32, 35], les morphotypes osseux chez le Dromadaire ne semblent pas produire une variabilité inter-races, supérieure à la variabilité intra-race. La notion de race dans cette espèce semble assez récente car de tout temps, dans une espèce vouée au nomadisme, des échanges ont eu lieu entre les populations humaines et animales [23]. Ce résultat ne semble donc pas, *a priori*, très surprenant.

**Conclusion**

Cette première approche ostéomorphométrique de la population cameline Sahraoui a permis de mettre en évidence un certain nombre de résultats originaux. Le premier d'entre eux est le fait que le dimorphisme sexuel, dans cette espèce de ruminants, n'est pas tout à fait identique à ce que l'on a pu montrer chez le Bœuf ou le Mouton. La grande longueur du métapode est plus clairement dimorphique chez le Dromadaire. En revanche, les indices de gracilité, probablement par voie de conséquence de ce qui précède, sont eux, moins dimorphiques. Par ailleurs, une unité d'organisation des métarpes et des métatarses particulièrement importante est observée, avec, entre les mesures homologues, des coefficients de corrélation supérieurs à 0,8. Cela est probablement la résultante de contraintes fortes du milieu sur la locomotion de l'animal.

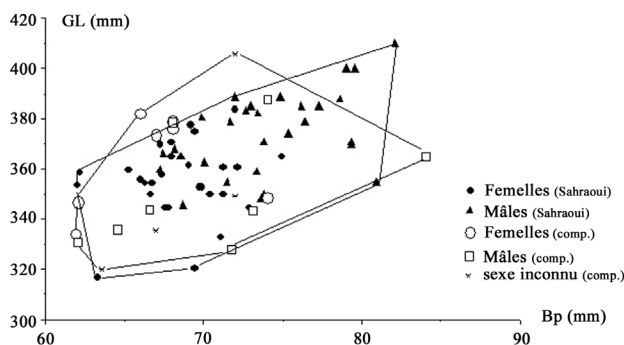


FIGURE 9a :  $GL = f(Bp)$  : positionnement de la population d'étude par rapport à la population de comparaison.

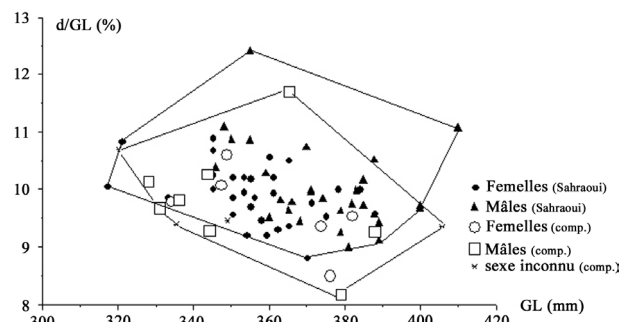


FIGURE 9b :  $d/GL = f(GL)$  : positionnement de la population d'étude par rapport à la population de comparaison.



Celui-ci doit impérativement s'adapter sur l'ensemble de son squelette appendiculaire afin de répondre au mieux à ces contraintes majeures, comme un milieu mouvant ou peu homogène, imposant une réponse adaptée et forte de tout l'appareil ostéo-myo-articulaire de l'animal [15]. Enfin, et même si ces premiers résultats doivent impérativement être confrontés à un corpus de comparaison plus étoffé, il semble que l'espèce *Camelus dromedarius* soit particulièrement homogène en terme de variabilité globale. La variabilité intra-race donne en effet un bon aperçu de ce l'on peut entrevoir pour l'ensemble de l'espèce. Des études complémentaires dans d'autres races camelines permettraient peut-être d'infirmes ou de confirmer cela.

## Bibliographie

- ALBARELLA U.: Shape variation of cattle metapodials: age, sex or breed? Some examples from mediaeval and postmediaeval sites. *Anthropozoologica*, 1997, **25-26**, 37-47.
- AUDOIN-ROUZEAU F.: La taille du bœuf domestique en Europe de l'Antiquité aux temps modernes. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie, série B : mammifères*, 1991, CNRS, Juan-les-Pins.
- AUDOIN-ROUZEAU F. : La taille du mouton en Europe de l'Antiquité aux Temps Modernes. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie, série B : mammifères*, 1991, CNRS, Juan-les-Pins.
- ALPAK H., ONAR V., MUTUŞ R.: The relationship between morphometric and long bone measurements of the Morkaraman sheep, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 2009, **33**, 199-207.
- BARTOSIEWICZ L.: Camel remains from Hungary in Buitenhuis H. & Uerpman H.-P. (eds.): *Archaeozoology of the Near East II. Proceedings of the second international symposium on the archaeozoology of southwestern Asia and adjacent areas*, 1995, 119-125, Backhuys publishers, Leiden.
- BENIWAL G., SINGH K., JOSHI S., MATHUR R.: Differential Points of Various Bones of Different Animals. *Veterinary Practitioner*, 2003, **4**, 37-42.
- BEN AISSA: Le dromadaire en Algérie, CIHEAM - Options Méditerranéennes, Série Séminaires, 1989, **2**, 19-28. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a02/CI000422.pdf>.
- BENYOUCEF M. T., BOUZEGAG B.: Résultats d'étude de la qualité de la viande de deux races camelines (Targui et Sahraoui) à Ouargla et Tamanrasset (Algérie), *Annales de l'Institut national agronomique El Harrach*, 2006, **27**, 37-53.
- BERTEAUX D., GUINTARD C.: Osteometric study of the metapodials of Amsterdam Island feral cattle. *Acta Theriologica.*, 1995, **40**, 97-110.
- BOESSNECK J.: Ein Beitrag zur Errechnung der Widerristhöhe nach Metapodienmassen bei Rindern. *Z. Tierzucht. ZüchtBiol.*, 1956, **68**, 75-90.
- BÖKÖNYI S.: History of domestic mammal in central and eastern Europe. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 1974, 597 pages.
- BOUE A.: Essai de barymétrie chez le dromadaire nord-africain. *Revue Elev. Med. Vét. Pays Trop.*, 1949, **3**, 13-16.
- CLUTTON-BROCK J.: A Natural History of Domesticated Mammals. second edition, Cambridge University Press. *The Natural History Museum*, Cambridge, 1999, 238 pp.
- DAAS S., DJEBIR S.: Étude comparative des métapodes des bovins. Cas de métacarpes et de métatarses provenant de l'abattoir de Ferdjioua et d'El-Khroub, Mémoire de Doctorat Vétérinaire, n° 05-003, Département vétérinaire El-Khroub, Université de Constantine (Algérie), 2005, 67 pages.
- DAGG A.I.: The locomotion of the camel (*Camelus dromedarius*). *J. Zool. Lond.*, 1974, **174**, 67-78.
- DAVIS S. J.M., SVENSSON E. M., ALBARELLA U., DETRY C., GÖTHERSTRÖM A., PIRES A. E., GINJA C.: Molecular and osteometric sexing of cattle metacarpals: a case study from 15th century AD Beja, Portugal, *Journal of Archaeological Science*, (2012, in press), 1-10.
- DE GROSSI MAZZORIN J.: Cammelli nell'antichità: le presenze in Italia in Tecchiati U. & Sala B. (eds.): *Archaeozoological Studies in Honour of Alfredo Riedel*, 2006, 231-242, Beni culturali. Province of Bolzano, Bolzano.
- DEGHFEL M.L., MERIR Y.: Ostéométrie des métapodes de bovins. Cas de métacarpes et de métatarses de trois races locales: Cheurfa, Guelmoise et Sétifiennne. Mémoire de Doctorat Vétérinaire, n°06-003, Département vétérinaire El-Khroub, Université de Constantine (Algérie), 2006, 70 pages.
- DIKEMAN M.E., ALBRECHT M.D., CROUSE J.D., DAYTON A.D.: Visual appraisal of bovine cannon bovin size related to performance, carcass traits and actual metacarpus measurements. *J. Anim. Sci.*, 1976, **42**, 1077-1088.
- DRIESCH A. von den: A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology (éd.): 1, Harvard, 1976, 137 pages.
- DRIESCH (von den) A., BOESSNECK J.: Kritische Anmerkungen zur Widerristhöhen-Berechnung aus Langmassen vor- und frühgeschichtlicher Tierknochen, *Saugetierkundliche Mitteilungen*, 1974, **22**, 325-48.
- EZZAHIRI A.: Les races de dromadaires élevées dans la zone de Ouarzazate, 1988, <http://www.tarbiatlaksiba.com/elevagecamelin/les-races-des-dromadaires-lev-es-dans-la-zone-de-ouarzazate.pdf>
- FAYE B. & BREY F. : Les relations entre chameaux et société : entre marginalisation et idéalisation. *Ethnozootechnie*, 2005, **77**, 43-50.
- FOCK J.: Metrische Untersuchungen an Metapodien einiger europäischer Rinderrassen. *Diss. Med. Vet.*, München, 1966, 1-81.

25. FOREST V.: De la hauteur au garrot chez les espèces domestiques. *Rev. Méd. Vét.*, 1998, **149**, 55-60.
26. FOREST V., RODET-BELARBI I.: Ostéométrie et morphologie des bovins médiévaux et modernes en France méridionale. In : M.C. Marandet (dir.) : L'homme et l'animal dans les sociétés méditerranéennes, 4e journée d'études du Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes, Presses Universitaires de Perpignan, 2000, 27-91.
27. FOREST V., RODET-BELARBI I.: À propos de la corpulence des bovins en France durant les périodes historiques. *Gallia*, 2002, **59**, 273-306.
28. GAUTIER A.: Les restes de vertébrés de la maison aux consoles. *Fouilles d'Apamée de Syrie, Miscellanea*, 1977, **12**, 5-25.
29. GAUTIER A.: La faune de quelques maisons d'Apamée. *Fouilles d'Apamée de Syrie, Miscellanea*, 1984, **13**, 316-358.
30. GUINTARD C.: Les bovins de l'île Amsterdam. Étude ostéomorphométrique des métapodes, mémoire de DEA, Paris VII - MNHN, inédit, 1991, 73 pages.
31. GUINTARD C.: Morphologie osseuse et sélection bovine, In : L'homme, l'animal domestique et l'environnement du Moyen Age au XVIII<sup>e</sup> siècle. *Enquêtes et documents*, C.R.H.M.A., Nantes, 1993, 129-140.
32. GUINTARD C.: Etude ostéométrique des métapodes de bovins : La race Charolaise. Thèse de Doctorat du MNHN, Paris, inédit, 1996, 391 pages.
33. GUINTARD C.: Estimation du poids chez les bovins à partir du métapode, In II<sup>ème</sup> Congrès des étudiants du MNHN, 6 et 7 juin 1996, Biodiversité et Biologie des Organismes et des Populations, Zoologie, 1996, 37-38.
34. GUINTARD C.: Identifier et mesurer l'évolution de l'élevage bovin : Un problème de méthode en archéozoologie. VI<sup>e</sup> Congrès International de la S.A.M., 1-5 octobre 1996, "L'innovation technique au Moyen Age, Dijon, (éd.): Errance, 1997, 21-29.
35. GUINTARD C.: Ostéométrie des métapodes de bovins. *Rev. Méd. Vét.*, 1998, **149**, 751-770.
36. GUINTARD C., BETTI E.: Ostéométrie des métapodes des ruminants domestiques (*Bos taurus* et *Ovis aries*) : typologie et sexage. Mondial Vet Lyon 99, 23-26 septembre 1999, Lyon (F), Proceedings, WVA Conferences, 26<sup>ème</sup> Congrès mondial WVA ; Recherche/ search, CD Rom Mac/PC, Conception ACM, 1999.
37. GUINTARD C., BORVON A.: Sexer les métapodes de bovins : proposition de méthodologie appliquée aux métacarpes. Exemple des sites archéologiques médiévaux d'Andone (Charente, X-XI<sup>e</sup> siècles) et de Montsoreau (Maine-et-Loire, XI<sup>e</sup> siècle). *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France, nouvelle série*, 2009, **31**, 123-137.
38. GUINTARD C., LALLEMAND M.: Osteometric study of metapodial bones in sheep (*Ovis aries*, L. 1758). *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 2003, **185**, 573-583.
39. GUINTARD C., TEKKOUK-ZEMMOUCHI F.: Aperçu ostéo-biométrique de la race ovine (*Ovis aries*, L.) Ouled Djellal (Algérie). *Rev. Méd. Vét.*, 2010, **161**, 521-531.
40. HAIMOVICI S.: Observatiuni asupra metapodalelor de *Bos taurus* descoperite in Asezarile din eppoca bronzului. *An. St. Univ. Iasi. N. S.*, 1963, **10**, 183-192.
41. HENCHI B.: Le dromadaire en Tunisie, Importance actuelle et perspective d'avenir. *Revue Méd. Vét.*, 1994, **145**, 629-632.
42. HIGHAM C.F.W.: The metrical attributes of two sample of bovine limb bones. *J. Zool.*, 1969, **157**, 63-74.
43. JAIN R.K., DHINGRA L.D. & NAGPAL S.K.: Contrast radiography of the veins draining the fore foot of camel (*Camelus dromaderius*). *Journal of Camel Practice and Research*, 1998, **5**, 19-21.
44. JAMDAR M.N.: Comparative anatomy of the bone system of the camel (*Camelus Dromedarius*, a preliminary communication). *The Indian Veterinary Journal*, 1960, 225-239.
45. JAMDAR M.N.: Comparative anatomy of the bone system of the camel (*Camelus Dromedarius*). Part II: Bones of the Hind limb of Camel. *The Indian Veterinary Journal*, 1960, 279-291.
46. JAMDAR M.N.: Comparative anatomy of the bone system of the camel (*Camelus Dromedarius*). Part III : Axial Skeleton (Vertebral Column). *The Indian Veterinary Journal*, 1960, 53-64.
47. KANAN C.V.: Notes on the Vertebral Column, Ribs, and Sternum of the Camel (*Camelus dromaderius*). *The Sudan Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 1960, **1**: 84-91.
48. LASOTA-MOSKALEWSKA A.: Morphotic changes of domestic cattle skeleton from the Neolithic age to the beginning of the Iron age. *Wiadom. Archeol.*, 1980, **XLV** (2), 119-169.
49. LAUNOIS M., LAVEISSIERE G., FAYE B., AOUTCHIKI KRISKA M.: Le Dromadaire pédagogique. Collection Les Savoirs Partagés. CIRAD, 2002, 26 pages.
50. LEPETZ S. & YVINEC J.-H.: Présence d'espèces animales d'origine méditerranéenne en France du nord aux périodes romaine et médiévale : actions anthropiques et mouvements naturels in Gardeisen A. (éd.) : Mouvements ou déplacements de populations animales en Méditerranée au cours de l'Holocène. Séminaire de recherche du thème 15 Archéologie de l'animal, Lattes-Montpellier (France), 29 septembre 2000, 2002, 33-42, BAR International Series, Oxford.
51. LEWISS.: A simple procedure for investigating differences in sexual dimorphism between populations. Computing and Statistics in Osteoarchaeology. Proceedings of the second meeting of the Osteoarchaeological Research Group held in London on 8<sup>th</sup> April 1995. Sue Anderson and Katherine Boyle ed., Londres, 1997, 35-37.
52. LEWIS S.: Further notes on a statistical method for use when investigating differences in sexual dimorphism : a discussion paper. Current and Recent Research in Osteoarchaeology 2. Proceedings of the fourth, fifth and sixth meetings of the Osteoarchaeological Research Group held in York on 27<sup>th</sup> April 1996, Cardiff on 16<sup>th</sup> November 1996 and Durham on 7<sup>th</sup> 1997. Sue Anderson and Katherine Boyle ed., Londres, 1999, 56-57.

53. MATOLCSI J.: Historische Erforschung der Körpergröße des Rindes auf Grund von ungarischen Knochenmaterial. *Zeitschrift für Tierzucht und Zuchtungsbiologie*, 1970, **87**, 89-137.
54. MENIEL P.: Contribution à l'histoire de l'élevage en Picardie [...], du Néolithique à la fin de l'Âge du fer, *Société de Préhistoire du Nord et de Picardie*, n° spécial, 1984, 56 p.
55. OULD AHMED M.: Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques, discipline : Sciences de la Production, Institut National Agronomique de Tunisie, 6 novembre 2009, Carthage, [http://camelides.cirad.fr/fr/science/pdf/These\\_ouldahmed.pdf](http://camelides.cirad.fr/fr/science/pdf/These_ouldahmed.pdf).
56. PIGIÈRE F., HENROTAY D.: Camels in the northern provinces of the Roman Empire. *Journal of Archaeological Science*, 2012 in press.
57. PORTER V.: Masson's World dictionary of Livestock Breeds Types and Varieties, 5th ed., Cabi publishing, Oxon, New-York, 2002, 380 p.
58. PRUMMEL W., FRISCH H.J.: A Guide for the distinction of Species, Sex and Body in Bones of Sheep and Goat, *Journal of Archaeological Science*, 1986, **13**, 567-577.
59. R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>, 2011.
60. SABER A.S.: Historical sketch and anatomical comment. *Journal of Camel Practice and Research*, 1998, **5**, 1-2.
61. SABER A.S., KHATTAB H.A.: Identification of parts of a camel skeleton (3200 B.C.) kept in the agricultural museum in Egypt. *Journal of Camel Practice and Research*, 1998, **5**, 3-6.
62. SCHMIDT-PAULY I.: Römerzeitliche und mittelalterliche Tierknochenfunde aus Breisach im Breisgau. Ludwig-Maximilians-Universität München, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 1980, 188 pp.
63. SILVER I.E.: The ageing of domestic animals in Brothwell D. R. & Higgs E. S. (eds.): Science and Archaeology. A survey of progress and research, 1969, 250-268, Thames and Hudson, London.
64. SMUTS M.M.S., BEZUIDENHOUT A.J.: Anatomy of the Dromedary. Clarendon press, Oxford, 1987, 227 pp.
65. STEIGER C.: Vergleichend Morphologische Untersuchungen an Einzelknochen des Postkranialen Skeletts der Altweltkamele. Ludwig-Maximilians-Universität München, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 1990, 105 pp.
66. STUDER, J., SCHNEIDER, A.: Camel use in the Petra Region, Jordan: 1st century BC to 4th century AD. *Archaeozoology of the Near East VIII, Proceedings of the eight international symposium on the archaeozoology of southwestern Asia and adjacent areas*, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Lyon, 2008, 581 - 596.
67. TEKKOUK F., GUINTARD C.: Approche ostéométrique de la variabilité des métacarpes de bovins et recherche de modèles applicables pour l'archéozoologie : cas de races rustiques françaises, algériennes et espagnole. *Rev. Méd. Vét.*, 2007, **158**, 388-396.
68. THOMAS R.N.W.: A statistical evaluation of criteria used in sexing cattle metapodials. *Archaeozoologia*, 1988, **II** (1, 2), 83-92.
69. WAPNISH P.: The Dromedary and Bactrian Camel in Levantine Historical Settings: The Evidence from Tell Jemmeh. BAR International Series 202, Animals and Archaeology: 3. early Herders and their Flocks, Oxford, 1984, 171-200.
70. WIIG O.: Sexing of subfossil cattle metacarpals. *Acta Theriol.*, 1985, **30**, 495-503.
71. WIJNGAARDEN-BAKER L.H. (van), BERGSTRÖM P.L.: Estimation of the shoulder height of cattle. *Archaeozoologia*, 1988, **II** (1, 2), 67-82.
72. ZALKIN V.J.: Metapodial variation and its significance for the study of ancient Horned cattle. *Bull. Mosk. Olsk. Isp. Prirody Otd. Biol.*, 1960, **65**, 109-126.
73. ZEUNER F.E.: A History of Domesticated Animals. Hutchinson of London Publishers, 1963, 537 pages.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement Mesdames Catherine Picard, Pascale Bugnon et Camille Costes de l'Unité d'anatomie comparée d'Oniris (Nantes) pour leur aide à la mise en forme de ce document, Madame Nedjoua Lakhdara (Constantine) et Monsieur Ian Nicholson (Nantes) pour leur aide à la traduction anglaise et Monsieur Thierry Boisgard du Muséum d'Histoire Naturelle (Nantes) pour ses prises de mesures sur le squelette de dromadaire en exposition.