

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Constantine 1

Institut des Sciences Vétérinaires

جامعة قسنطينة 1

معهد العلوم البيطرية



Département de productions animales

N° d'ordre :.....

Série :.....

### Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme  
de Magister en médecine vétérinaire  
Option : Anatomie et Anatomie Pathologique  
Spécialité : Anatomie

### THEME

# OSTEOMETRIE DES METAPODES DE LA CHEVRE

Présenté par : *RIDOUH Rania*  
*Née le 27 septembre 1988 à Constantine*

Jury de soutenance

Président : Dr BRERHI EL H	Pr	Université de Constantine 1
Rapporteur : Dr TEKKOUK F	M.C.A	Université de Constantine 1
Examineur : Dr BENHAMZA L	M.C.A	Université de Constantine 1
Examineur : Dr ALI LEMOUYS M	M.C.A	Université de Constantine 1
Membre invité : Dr BENZAOUZ D	M.A.A	Université de Constantine 1

## REMERCIEMENTS

*Avant tout, je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir accordé la volonté, la patience et le courage pour réaliser ce modeste travail, atteindre mon but et réaliser ainsi un rêve.*

❖ A MONSIEUR LE DOCTEUR **BRERHI EL HACENE,**

Professeur et Directeur de l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Constantine 1.

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse, nous lui exprimons notre vive reconnaissance et notre profond respect.

❖ A Madame LE DOCTEUR **TEKKOUK née ZEMMOUCHI FAÏZA,**

Maître de conférences -A- à l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Constantine 1.

\* Pour m'avoir proposé un sujet qui m'a passionné et qui m'a permis de laisser libre cours à ma passion qui est biologie de l'évolution.

\* Pour m'avoir encadré, pour sa patience à mon égard et pour avoir pris le temps de relire et de corriger mon travail.

\* Pour son soutien intellectuel et moral. J'ai grandement apprécié travailler avec elle.

\* Pour m'avoir fait l'honneur de m'apporter son expérience, son soutien et ses conseils avisés au cours de la réalisation de notre travail.

\* Pour m'avoir laissé mener à bien ce travail en toute liberté, et pour son écoute attentive qu'elle m'a toujours accordée lorsque je sollicitais ses conseils.

\* Pour la confiance, la patience et l'intérêt qu'elle a porté dans la réalisation de ce travail.

Qu'elle trouve dans ces quelques lignes et dans l'aboutissement de ce travail, le gage de mon plus profond respect et de ma sincère gratitude.

❖ A Madame LE DOCTEUR **BENHAMZA-MANSSAR LOUIZA,**

Maître de conférences -A- à l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Constantine 1

Pour la qualité de son enseignement et pour avoir accepté de faire partie de notre jury.

❖ A MONSIEUR LE DOCTEUR **ALI LEMOUYS MOHAMED**,

Maître de conférences -A- à l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Constantine 1  
Pour avoir accepté de faire partie de notre jury, nous lui témoignons nos plus vifs remerciements.

Nous souhaitons également témoigner toute notre gratitude et nos remerciements aux personnes suivantes, sans qui ce travail n'aurait pas pu être mené à bien :

❖ A Madame LE DOCTEUR **BENAZZOUC-LEZZAR DALILA**,

Maître assistant -A- à l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Constantine 1  
Pour ses conseils, sa générosité et sa gentillesse dont elle a fait preuve au cours de mes études.

❖ A Madame LE DOCTEUR **LAKHDARA NEDJOUA**,

Maître assistant -A- à l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Constantine 1  
Mes remerciements pour les innombrables services qu'elle m'a toujours rendus.

❖ A MONSIEUR LE DOCTEUR **CLAUDE GUINTARD**,

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes.  
Nous le remercions infiniment pour sa collaboration scientifique.

❖ Aux étudiants vétérinaires, aux abattoirs d'El khroub, de Sétif, de Bordj Bouarreridj, de Aïn karcha et Aïn Fakroun, pour nous avoir autorisés à récupérer les membres des animaux passant sur leurs chaînes d'abattage.

❖ A tous les membres du corps de l'institut des Sciences Vétérinaires, Université Constantine 1 et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail et qui m'ont soutenue.

## *DEDICACES*

*A MES PARENTS,  
Pour tout le soutien qu'ils m'ont apporté,  
sans lequel je n'aurais jamais  
pu réaliser ces études*

*A MON MARI,  
qui m'a toujours encouragée, aidée et  
soutenue dans mes fréquents  
moments de doutes*

*A MON CHER PETIT BEBE MOHAMED*

*A TOUTE MA FAMILLE  
ET MA BELLE FAMILLE*

*A MES AMI (E) S,  
Avec qui j'ai partagé les bons moments et  
qui m'ont soutenue dans les mauvais.....*

*A TOUT LES ETUDIANTS DE LA  
PROMOTION MAGISTER  
OPTION ANATOMIE ET ANATOMIE  
PATHOLOGIQUE VETERINAIRES*

# *Table des matières*

Liste des sigles et abréviations.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des tableaux.....	V
Liste des photos.....	VII
Liste des annexes.....	VIII

Introduction.....	1
-------------------	---

## *Premier chapitre : étude bibliographique*

### *Rappels*

1. RAPPELS ZOOTECHNIQUES .....	4
1.1. Histoire des caprins .....	4
1.1.1. Origine des caprins .....	4
1.1.1.1. L'origine de la chèvre domestique.....	4
1.1.1.2. L'origine de la chèvre en Afrique.....	5
1.1.2. La domestication des caprins.....	5
1.1.3. Systématique (taxonomie) .....	8
1.1.3.1. Classification et nomenclatures Africaines.....	10
1.1.4. Etude des caryotypes .....	12
1.2. Evolution et répartition des caprins.....	12
1.2.1. Dans le monde.....	12
1.2.2. Dans le grand Maghreb.....	13
1.2.3. Dans l'Algérie.....	14
1.3. Les races caprines.....	16
1.3.1. Les populations caprines méditerranéennes.....	16
1.3.1.1. Les rameaux méditerranés .....	16
1.3.1.1.1. Le rameau kurde.....	16
1.3.1.1.2. Le rameau nubio-syrien.....	16
1.3.1.1.3. Le rameau pyrénéen.....	17
1.3.1.2. La population nord-africaine.....	17
1.3.2. Les races caprines Algériennes.....	17
1.3.2.1. La chèvre Arabe.....	18
1.3.2.1.1. Race Arabia.....	19

1.3.2.1.2. Race Makatia.....	19
1.3.2.2. Race Kabyle.....	20
1.3.2.3. Race M'zabit.....	21
1.3.3. La population introduite.....	22
1.3.3.1. La race alpine.....	23
1.3.3.2. La race Saanen.....	24
1.3.3.3. La race Maltaise.....	24
1.3.4. Produit de croisement.....	25
1.4. Les produits de la chèvre.....	25
1.4.1. La viande.....	26
1.4.2. Le lait.....	26
1.4.3. Le cuir.....	26
1.4.4. Le sang.....	26
1.4.5. L'os.....	27
1.4.6. Fumier.....	27
2. RAPPELS ANATOMIQUES.....	28
2.1. La tête.....	28
2.1.1. La dentition.....	30
2.1.1.1. La structure des dents.....	30
2.1.1.2. La formule dentaire.....	31
2.1.1.3. Connaissance de l'âge des caprins.....	32
2.1.1.3.1. La chronologie dentaire.....	32
2.2. Métapode du membre thoracique.....	35
2.2.1. Les os métacarpiens : description.....	35
2.2.2. Particularités des caprins.....	36
2.3. Métapode du membre pelvien.....	39
2.3.1. Les os métatarsiens : description.....	39
2.3.2. Particularités des caprins.....	40
3. RAPPELS HISTOLOGIQUES.....	42
3.1. Etude macroscopique des os.....	42
3.1.1. Généralité.....	42
3.1.2. Les os long.....	42
3.2. La structure macroscopique des os.....	43
3.2.1. Le périoste.....	43
3.2.2. L'endoste.....	44
3.2.3. Le tissu osseux.....	45
3.2.4. Tissu cartilagineux.....	45
3.2.5. Moelle osseuse.....	45
3.2.6. Vaisseaux et nerfs.....	46
3.3. La structure microscopique de tissu osseux et son rôle.....	47
3.3.1. Les cellules osseuses.....	47
3.3.1.1. Les ostéoblastes.....	48
3.3.1.2. Les ostéocytes.....	48
3.3.1.3. Les cellules bordantes.....	49
3.3.1.4. Les ostéoclastes.....	49
3.3.2. La matrice extracellulaire osseuse.....	51
3.3.2.1. La phase minérale.....	51
3.3.2.2. La matrice organique.....	51

3.3.2.2.1. L'os non lamellaire .....	52
3.3.2.2.2. Le tissu osseux lamellaire.....	53
3.3.2.2.2.1. Le tissu osseux compact .....	53
3.3.2.2.2.2. Le tissu osseux spongieux.....	54
3.4. La fonction de tissu osseux.....	55
3.5. Structure des os métacarpiens et métatarsiens.....	56
4. RAPPELS SUR L'OSTEOMETRIE.....	57
4.1. L'ostéométrie.....	57
4.1.1. Définition.....	57
4.1.2. Intérêt.....	57
4.2. L'achéozoologie.....	58
4.2.1. Définition.....	58
4.2.2. Intérêt.....	59

## *Deuxième chapitre : Matériels et Méthodes*

1. MATERIELS EXPERIMENTAL .....	60
1.1. Les animaux.....	60
1.1.1. Caractères généraux des métapodes chez les caprins.....	63
1.1.1.1. Propriétés anatomiques.....	63
1.1.1.2. Importance scientifique.....	63
1.1.2. Matériel osseux.....	64
1.1.2.1. Répartition.....	64
1.1.2.2. Origine.....	67
1.1.3. Matériel utilisé pour l'obtention des métapodes.....	67
1.1.4. Matériel de mesure.....	67
1.1.5. Matériel de la pèse des métapodes.....	68
1.1.6. Matériel utilisé pour le traitement statistique.....	68
2. METHODES UTILISEES .....	68
2.1. Préparation des métapodes.....	68
2.1.1. Prélèvement des membres.....	68
2.1.2. Emballage et le dépouillement.....	69
2.1.3. Cuisson.....	69
2.1.4. La dissection.....	70
2.1.5. L'étiquetage.....	70
2.2. Réalisation des mesures.....	70
2.2.1. Les mesures pondérales.....	70
2.2.2. Les mesures ostéométriques.....	70
2.2.2.1. Les repères anatomiques.....	70
2.2.2.2. Mesures effectuées.....	73
2.2.2.2.1. Origines.....	73
2.2.2.2.2. Définition.....	74
2.2.2.3. Erreurs sur les mesures.....	83
2.2.2.4. Rapports calculés.....	83
3. ANALYSE DES DONNEES .....	84
4. PRESENTATION DES RESULTATS .....	84

## *Troisième chapitre : Résultats et Discussion*

1. PARAMETRES BIOMETRIQUES .....	86
1.1. Valeurs biométriques de la population totale.....	86
1.2. Valeurs biométriques par âge (jeunes adultes et adultes).....	86
1.3. Valeurs biométriques par sexe (Mâles et Femelles).....	87
1.4. Valeurs biométriques par âge et par sexe.....	88
1.5. Discussion des valeurs biométriques.....	89
2. PARAMETRES OSTEOMETRIQUES DES METAPODES .....	91
2.1. Intérêt des mesures sur l'os.....	91
2.1.1. Mesures rencontrées dans la littérature.....	91
2.1.2. Intérêt d'un nombre élevé de mesures.....	92
2.2. Tests de normalité.....	92
2.3. Etude de la variabilité.....	93
2.3.1. Variabilité de l'effectif global.....	94
2.3.1.1. Métacarpe.....	94
2.3.1.2. Métatarse.....	95
2.3.1.3. Métacarpe et Métatarse.....	98
2.3.1.4. Variabilité des quelques rapports calculés entre le métacarpe et le métatarse.....	98
2.3.1.5. Conclusions des principaux résultats concernant la variabilité globale des métapodes.....	99
2.3.2. Variabilité de chaque catégorie.....	100
2.3.3. Classement décroissant des coefficients de variation des mesures.....	104
2.4. Etude des valeurs moyennes.....	105
2.4.1. Comparaison des valeurs moyennes de diverses catégories.....	106
2.5. Etude bivariée.....	109
2.5.1. Méthode utilisée pour la détermination des r .....	109
2.5.2. Coefficient de corrélation et de régression linéaire pour les paramètres biométriques.....	110
2.5.3. Coefficient de corrélation et de régression linéaire pour les paramètres ostéométriques.....	111
2.5.3.1. Coefficient de corrélation du métapode entier.....	111
2.5.3.2. Au niveau du métacarpe.....	112
2.5.3.2.1. Couples de mesures les mieux corrélées.....	113
2.5.3.2.2. Choix de quelques mesures représentatives des caractéristiques de l'os.....	114
2.5.3.3. Au niveau du métatarse.....	118
2.5.3.3.1. Couples de mesures les mieux corrélées.....	119
2.5.3.3.2. Choix de quelques mesures représentatives des caractéristiques de l'os.....	120
2.5.3.4. Corrélation entre métacarpes et métatarses.....	121
2.5.3.4.1. Coefficient de corrélation des mesures homologues entre métatarse et métacarpe.....	124
2.5.3.4.2. Régression linéaire appliquée aux mesures homologues du métacarpe et du métatarse.....	125

2.5.4. Coefficient de corrélation et de régression linéaire pour les paramètres biométriques et ostéométriques.....	128
2.6. Indices de gracilité.....	131
2.7. Dimorphisme sexuel.....	134
2.8. Position relative de la population autochtone par rapport aux races ovines et caprines actuelles de référence.....	136
2.8.1. Dispersion des races étudiées pour les mâles et les femelles : position de la population caprine (graphe $B_p = f(GL)$ ).....	137
2.8.2. Dispersion des races étudiées pour les mâles et les femelles : position de la population caprine (graphe $d/GL = f(GL)$ ).....	139
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>142</b>
<b>Perspectives.....</b>	<b>144</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	
<b>Résumés</b>	

# *Liste des sigles et abréviations*

**J** : juvénile.

**JA** : jeune adulte.

**A** : adulte.

**PC** : poids de carcasse.

**PMC** : poids de métacarpe.

**PMT** : poids de métatarse.

**T** : métatarse.

**n** : nombre.

**m** : la moyenne.

**$\sigma$**  : l'écart- type.

**CV** : coefficient de variation.

**r** : coefficient de corrélation.

**Vmax** : variabilité maximale.

**D.S.** : dimorphisme sexuel.

**Max pop** : population maximale.

**Min pop** : population minimale.

**GL** : Longueur maximale du métapode, mesurée selon le grand axe de l'os et qui traduit son allongement général.

**Bp** : Largeur maximale de la surface articulaire proximale, ou épiphyse proximale, mesurée selon l'axe médio-latéral.

**Dp** : Épaisseur maximale de la surface articulaire proximale, mesurée selon l'axe dorso palmaire.

**d** : Largeur du corps à mi-hauteur de la grande longueur de la diaphyse, mesurée selon l'axe médio-latéral.

**e** : Épaisseur du corps à mi-hauteur de la grande longueur de la diaphyse, mesurée selon l'axe dorso-palmaire.

**Bd** : Largeur maximale de l'épiphyse distale, mesurée selon l'axe médio-latéral.

**Dd** : Épaisseur maximale de la surface articulaire distale, mesurée selon l'axe dorso-palmaire.

**F** : femelle.

**M** : mâle.

# *La liste des figures*

Figure 1 : Ancienne hypothèse de la domestication de la chèvre.....	6
Figure 2 : Nouvelle hypothèse de la domestication de la chèvre.....	7
Figure 3 : Phylogénie des caprins (sous-famille des caprinés) .....	9
Figure 4 : Effectif des Ovins-caprins 2009 (*1000) .....	13
Figure 5 : Evolution de l'effectif en Algérie.....	15
Figure 6 : squelette de caprin.....	28
Figure 7 : tête osseuse d'une chèvre.....	29
Figure 8 : Structure d'une incisive de petit ruminant.....	31
Figure 9 : l'âge des petits ruminants.....	34
Figure 10 : squelette de la main de la chèvre.....	38
Figure 11 : squelette du pied de la chèvre.....	41
Figure 12 : Structure d'un os long.....	43
Figure 13 : Coupe d'os, vaisseaux et nerfs.....	47
Figure 14 : Schéma montrant les cellules et la matrice du tissu osseux.. ..	50
Figure 15 : Les types cellulaires dans le tissu osseux .....	50
Figure 16 : Les différents niveaux d'organisation de l'os.....	52
Figure 17 : Histologie du tissu osseux compact et du tissu osseux spongieux .....	55
Figure 18 : Répartition des animaux.....	65
Figure 19 : Répartition des animaux.....	66
Figure 20 : Repères anatomiques sur un métacarpien de caprin.....	71
Figure 21 : Repères anatomiques sur un métatarsien de caprin. ....	72
Figure 22 : Vue dorsale d'un métacarpe droit de caprin - Mesures de GL, Bp, Bd et d.....	76
Figure 23 : Vue dorsale d'un métatarse droit de caprin - Mesures de GLt, Bpt, Bdt et dt.....	77
Figure 24 : Vue médiale d'un métacarpe droit de caprin - Mesures de GL, Dp, Dd et e.....	78
Figure 25 : Vue médiale d'un métatarse droit de caprin - Mesures de GLt, Dpt, Ddt & et. ...	79
Figure 26 : Extrémité proximale d'un métacarpe droit de caprin - Mesures de Bp et Dp.....	80
Figure 27 : Extrémité proximale d'un métatarse droit de caprin - Mesures de Bpt et Dpt.....	80

Figure 28: Extrémité distale d'un métacarpe droit de caprin. Vue latérale - Mesure de Dd....	81
Figure 29: Extrémité distale d'un métacarpe droit de caprin. Vue dorsale - Mesure de Bd....	81
Figure 30: Extrémité distale d'un métatarse droit de caprin. Vue latérale - Mesure de Ddt...	82
Figure 31 : Extrémité distale d'un métatarse de caprin. Vue dorsale - Mesure de Bdt.....	82
Figure 32 : Méthodologie.....	85
Figure 33 : Évolution du poids de carcasse en fonction de l'âge de l'animal (deux sexes)....	88
Figure 34 : Évolution du poids de carcasse en fonction de l'âge de l'animal (jeune adulte et adulte des deux sexes).....	89
Figure 35 : Tri de poids de carcasse des différentes catégories par CV décroissant.....	91
Figure 36 : Tri des mesures réalisées sur les métacarpes de la population totale, par CV décroissant.....	97
Figure 37 : Tri des mesures réalisées sur les métatarses de la population totale, par CV décroissant.....	97
Figure 38 : Courbe de corrélation entre le poids de la carcasse de la population globale et le poids du métacarpe $r = 0,93$ .....	109
Figure 39 : Courbe de corrélation entre le poids de la carcasse de la population globale et le poids du métatarse $r = 0,91$ .....	110
Figure 40 : Courbe de corrélation entre le poids du métacarpe et celui du métatarse (PMT ; PMC) $r = 0,96$ .....	110
Figure 41: Distribution de $ r $ pour les mesures et rapports des métacarpes .....	112
Figure 42 : Courbe de corrélation entre GL et e/GL, $r = 0,30$ . .....	116
Figure 43 : Courbe de corrélation entre Bp et Dp, $r = 0,94$ . .....	116
Figure 44 : Courbe de corrélation entre d et e, $r = 0,92$ .....	117
Figure 45: Courbe de corrélation entre d et e, $r = 0,94$ . .....	117
Figure 46: Distribution de $ r $ pour les mesures et rapports des métatarses .....	118
Figure 47: Distribution de $ r $ pour les mesures et rapports des métacarpes et métatarses (histogramme).....	122
Figure 48: Courbe de corrélation entre GL et GLT, $r = 0,99$ .....	126
Figure 49 : Courbe de corrélation entre d et dT, $r = 0,96$ .....	126
Figure 50 : Courbe de corrélation entre e et eT, $r = 0,96$ .....	127
Figure 51 : Courbe de corrélation entre Bd et BdT, $r = 0,97$ .....	127
Figure 52 : Courbe de corrélation entre le poids de carcasse et GL, $r = 0,92$ .....	128
Figure 53: Courbe de corrélation entre PMC et d, $r = 0,96$ .....	129

Figure 54 : Courbe de corrélation entre PMT et eT, $r = 0,94$ .....	129
Figure 55: Évolution de la gracilité des métacarpes en fonction de la longueur de l'os, selon le sexe. ....	132
Figure 56 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des femelles : $Bp = f (GL)$ .....	138
Figure 57 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des mâles : $Bp = f (GL)$ .....	138
Figure 58 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des femelles : $d/GL = f (GL)$ .....	140
Figure 59 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des mâles : $d/GL = f (GL)$ .....	141

# *La liste des tableaux*

Tableau 1 : Grille des critères de classification des ressources génétiques caprines africaines .....	10
Tableau 2 : nomenclature des ressources génétiques africaines utilisant les différents critères de classification.....	11
Tableau 3 : Evolution du cheptel caprin dans le monde (en millions de tête).....	13
Tableau 4 : estimation du cheptel.....	14
Tableau 5 : Répartition du cheptel caprin en Algérie.....	15
Tableau 6 : Caractéristiques biométriques de la de la population caprine locale (en cm).....	18
Tableau 7 : caractéristiques biométriques de quelques populations en Algérie.....	22
Tableau 8 : caractéristiques zootechniques de quelques populations en Algérie.....	22
Tableau 9 : âge d'apparition des dents.....	34
Tableau 10: Classes d'âge (première proposition).....	65
Tableau 11: Classes d'âge (deuxième proposition).....	66
Tableau 12 : Origines des mesures, classées par source bibliographique.....	73
Tableau 13 : Classement des mesures selon leur axe de réalisation et la partie du métapode Concernée.....	75
Tableau 14 : Valeurs du poids de la carcasse de la population totale.....	86
Tableau 15 : Valeurs du poids de la carcasse des jeunes adultes et des adultes.....	87
Tableau 16 : Valeurs du poids de la carcasse des Mâles et des Femelles.....	87
Tableau 17 : Valeurs du poids de la carcasse en fonction de l'âge et du sexe.....	88
Tableau 18 : Valeurs du poids de la carcasse de toutes les catégories.....	90
Tableau 19 : Résultats des tests de kolmogorov-Smirnov à un échantillon utilisant une distribution normale. ....	93
Tableau 20 : Paramètres mesurés et indices calculés pour les métacarpes.....	94
Tableau 21: Paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses.....	96
Tableau 22 : Variabilité des quelques rapports calculés entre le métacarpe et le Métatarse .....	98
Tableau 23 : Paramètres mesurés pour les métacarpes mâles.....	101
Tableau 24 : Paramètres mesurés pour les métatarses mâles.....	101
Tableau 25 : Paramètres mesurés pour les métacarpes femelles.....	101
Tableau 26 : Paramètres mesurés pour les métatarses femelles.....	101

Tableau 27 : Paramètres mesurés pour les métacarpes mâles jeunes adultes.....	102
Tableau 28 : Paramètres mesurés pour les métatarses mâles jeunes adultes.....	102
Tableau 29 : Paramètres mesurés pour les métacarpes mâles adultes.....	102
Tableau 30 : Paramètres mesurés pour les métatarses mâles adultes.....	102
Tableau 31 : Paramètres mesures pour les métacarpes femelles jeunes adultes.....	103
Tableau 32 : Paramètres mesurés pour les métatarses femelles jeunes adultes.....	103
Tableau 33 : Paramètres mesurés pour les métacarpes femelles adultes. ....	103
Tableau 34 : paramètres mesurés pour les métatarses femelles adultes. ....	103
Tableau 35 : Classement décroissant des mesures en fonction de leur CV et par catégorie...104	
Tableau 36 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métacarpes (des mâles et des femelles).....	105
Tableau 37 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métatarses (des mâles et des femelles).....	105
Tableau 38 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métacarpes (des mâles jeunes adultes et des mâles adultes). ....	105
Tableau 39 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métatarses (des mâles jeunes adultes et des mâles adultes).....	106
Tableau 40 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métacarpes (des femelles jeunes adultes et des femelles adultes).....	106
Tableau 41 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métatarses (des femelles jeunes adultes et des femelles adultes).....	106
Tableau 42: la répartition des coefficients de corrélation (r) des différentes matrices.....	111
Tableau 43: Présentation détaillée des couples de variables satisfaisant à la condition $ r $ dans l'intervalle $[0,9 -1]$ pour les métacarpes.....	114
Tableau 44: Présentation détaillée des couples de variables satisfaisant à la condition $ r $ dans l'intervalle $[0,9 -1]$ pour les métatarses.....	119
Tableau 45: Coefficient de corrélation entre mesures homologues réalisées sur le métacarpe et le métatarse.....	124
Tableau 46: Régression linéaire entre les mesures homologues du métacarpe (variable explicative) et du métatarse (variable expliquée).....	125
Tableau 47: Valeurs des coefficients de corrélations de Pearson (ne sont mentionnés que les paires de variables pour lesquelles $r > 0,6$ ) pour les 23 variables ostéo-biométriques.....	130
Tableau 48 : Valeurs des indices de gracilité des métapodes en fonction du sexe (en %)....	131
Tableau 49 : Dimorphisme sexuel pour les paramètres des métacarpes.....	134
Tableau 50 : Dimorphisme sexuel pour les paramètres des métatarses.....	134
Tableau 51 : Variabilité maximale des Métacarpes.....	135
Tableau 52 : Variabilité maximale des Métatarses.....	135

# *La liste des photos*

Photo 1 : la chèvre Arabe. ....	19
Photo 2 : La race Kabyle.....	20
Photo 3 : La race M'zabit.....	21
Photo 4 : La race alpine.....	23
Photo 5 : La race Saanen.....	24
Photo 6 : La race maltaise.....	25
Photo 7 : Chèvre de la population autochtone.....	60
Photo 8 : Chèvre de la population autochtone.....	61
Photo 9 : Chèvre de la population autochtone.....	61
Photo 10 : Mâle de la population autochtone.....	62
Photo 11: Mâle de la population autochtone.....	62
Photo 12 : Les métapodes d'un mâle adultes.....	107
Photo 13 : Les métapodes d'une femelle adultes.....	107
Photo 14 : Métapodes du mâle adulte le plus trapu.....	133
Photo 15 : Métapodes de la femelle adulte la plus trapue.....	133
Photo 16 : Métapodes de la femelle adulte la plus gracile.....	133

# *Introducción*

## **Introduction**

La chèvre, « parent pauvre » des Ruminants domestiques (Chatelain., 1987) et l'animal qui a pu, depuis sa domestication, manifester une importance économique dans les différents modes d'élevage (Chemineau & al., 1991). Les caprins restent parmi les animaux d'élevage les plus répandus sur le globe (FAO., 2007), d'ailleurs ils se trouvent depuis l'équateur jusqu'aux zones climatiques les plus froides (Maudet., 2001), dans les régions les plus difficiles, milieux très humides ou très arides (Gaddour & Najari ., 2008 ; Gaddour & al ., 2008 a & b).

Le cheptel caprin constitue une population animale rustique possédant une assez large variabilité de caractéristiques et de performances (Baghel & Gupta., 1979 ; Boyazoglu & Morand-Fehr., 2001 ; De Cremoux., 1995 ; Haenlein., 1992 ; Jash & al., 2001).

En Algérie, la chèvre a connu un déclin durant l'application de la 2<sup>ème</sup> phase de la révolution agraire où elle a été confinée dans les zones montagneuses, les zones steppiques et de parcours.

Cependant avec les nouvelles orientations de la politique agricole et plus particulièrement depuis 1997, à l'issue du premier Salon National sur les Caprins tenu à la wilaya de Laghouat, cet élevage connaît un essor qui demeure faible par rapport aux autres secteurs (3 millions de têtes) et localisé à certaines régions spécialisées dans la fabrication du fromage telles que la Kabylie, Tlemcen, Blida...(Hafid., 2006).

Pour faire le point sur cette espèce qui a été relativement marginalisée et demeure méconnue pour la plupart des vétérinaires et zootechniciens, nous nous sommes fixés comme objectifs d'étudier des données des caprins.

L'étude des métapodes chez les caprins, tout comme chez les autres artiodactyles tels le bovin, le mouton ou le dromadaire est particulièrement riche en enseignements (Guintard., 1998a ; Lallemand., 2002).

Chez les ruminants, le métapode, ou os canon, constitue un matériel d'étude particulièrement intéressant à plusieurs titres. Tout d'abord, il s'agit d'os solide fréquemment retrouvé entier (ou peu altéré) lors des fouilles archéologiques. Par ailleurs, il constitue la base anatomique de la région du canon qui, sur le plan

culinaire, n'a que peu d'intérêt donc les métapodes peuvent être récupérés sans altérer la carcasse.

De nombreux auteurs ont donc analysé cet élément osseux dans le but d'essayer de trouver des relations entre l'os et l'animal parce que son analyse ostéométrique donne des renseignements intéressants sur le type morphologique de l'animal, sur son sexe, sur sa hauteur au garrot, ou encore sur son poids vif (**Tekkouk & Guintard., 2007 ; Guintard & Tekkouk., 2010**)

L'archéozoologie, à son niveau peut sans aucun doute contribuer à apporter une information de type nouveau sur l'histoire des hommes et des animaux (**Audoin-Rouzeau 1993 ; Guintard., 1996 ; Guintard 1994b ; Guintard., 1998 ; Lasota., 1980 & 1982 ; Muzzolini., 1985**).

Dans ce contexte, de quelle manière l'animal réagit-il au niveau de sa conformation et donc laisse-t-il des traces pour l'archéozoologue, face à tous ces bouleversements ?

A l'inverse, les modifications observables sur les os d'un site à un autre, d'une époque à une autre, résultent-elles forcément de l'action des hommes ?

Qu'est-on en droit d'attendre de l'archéozoologie dans cette perspective ?

On pense bien sûr en premier lieu à une modification de la forme générale de l'animal liée à la sélection par l'homme d'un type d'animal en relation avec de nouvelles exigences, modifications qui se répercutent sur l'ostéologie (**Guintard.,1998**).

Les mesures ostéométriques ont été développées depuis plusieurs décennies sur de nombreuses espèces dont l'homme. Elles sont de nos jours encore très utilisées. Leur emploi est répandu dans différents domaines (**Lamy., 2003**).

Cette étude fait suite à des travaux réalisés sur des différentes espèces et races visant à analyser la variabilité morphologique de métapodes des ruminants domestiques. Ils ont pour but d'améliorer nos connaissances sur la variabilité au sein d'espèce ou de race rustique, mais aussi de proposer des équations de régression linéaire adaptée à ce morphotype. Il conviendra bien sûr, avant d'utiliser les équations proposées, de s'assurer que l'on est bien dans la race, ou pour des populations fossiles, dans des populations morphologiquement proches.

La fiabilité des extrapolations proposées à partir des modèles actuels est d'autant meilleure que les ossements issus des fouilles sont comparés à ceux de races qui en

sont proches morphologiquement. La recherche de modèles, les plus proches possibles des populations anciennes, a été depuis longtemps un souci de l'archéozoologue (Tekkouk & Guintard., 2007 ; Guintard & Tekkouk., 2010).

Il semble cependant qu'il y ait une inégalité sur l'étendue des connaissances pour les différentes espèces considérées, et que l'on n'ait pas cherché à obtenir des données standardisées (Lamy., 2003).

Notre étude se propose donc de faire une approche ostéométrique des métapodes de caprins, regroupant des types morphologiques très différents en tenant compte de certains paramètres dont l'âge, le sexe, le poids de la carcasse, et de mettre l'accent sur les variations individuelles ou collectives de cette région particulière des membres thoracique et pelvien.

La nature des mesures réalisées permettra d'appréhender le métapode dans sa globalité et de préciser la variabilité de ses différentes parties ainsi que les liens de corrélation qui existent entre elles.

Elle permet d'apprécier les variations les plus fines mesurées sur les os et donc de mettre en évidence des différences de taille et de forme des différentes structures osseuses.

Premièrement on a fait une présentation générale de l'histoire et la domestication de caprins, et des rappels zootechnique (races caprines algériennes), anatomique et histologique des métapodes.

Ensuite, une seconde partie s'attachera à la présentation du matériel et de la méthode employée.

Enfin, les résultats de cette étude seront exposés dans la troisième partie qui elle-même permettra de discuter les résultats obtenus. Il sera alors possible de comparer des données à celles de la littérature, en particulier archéozoologiques, et d'apprécier les profils ostéométriques de diverses populations, qui renseigneront sur l'évolution du caprin, de sa domestication à nos jours.

# *Chapitre 1*

## *Rappels*

## 1. RAPPELS ZOOTECHNIQUES

Comme l'a remarqué **Stephen Jay Gould (2000)** : « les bons naturalistes sont par nécessité des historiens ». En effet, toute recherche d'une loi générale concernant les êtres vivants implique la reconnaissance du caractère unique de ceux-ci, ce qui fait de leur histoire un élément clé de la compréhension de leur développement. Dans le cadre de cette étude, centrée sur la variabilité des métopodes au sein de l'espèce caprine, la connaissance de l'histoire du cheptel caprin, en particulier les affinités généalogiques des races, permettrait d'élargir les conclusions de l'étude : les caractéristiques actuelles du cheptel découlent d'une évolution qui s'est opérée depuis la domestication : la connaissance de ces derniers, couplée à celle de l'histoire des races caprines, permettrait de mieux comprendre cette évolution.

### 1.1. Histoire des caprins

L'histoire des ressources zoo génétiques a débuté entre 12 000 et 14 000 ans, au cours de la révolution agricole du début du Néolithique, par la domestication des principales espèces de cultures et d'élevage (**Diamond., 2002**).

#### 1.1.1. Origine des caprins

##### 1.1.1.1. L'origine de la chèvre domestique

L'espèce sauvage ancêtre de la chèvre domestique *Capra hircus* serait *Capra aegagrus* (ou *Capra hircus aegagrus* selon les auteurs) également appelée à *bézoard* ou *égagre*; on la trouve encore actuellement dans les montagnes du Moyen-Orient (**Isaac., 1970 ; Harris., 1960-1961**) et d'Asie centrale (**Luikart & al., 2001**).

L'existence de *Capra prisca*, supposée être l'espèce ancestrale des chèvres européennes d'après (**Adametz., 1915**) n'est plus reconnue depuis (**Zeuner., 1963**). En l'absence de preuves archéozoologiques de leur domestication, l'hypothèse de la contribution d'autres espèces sauvages du genre *Capra* est désormais rejetée par la plupart des auteurs, en raison de la différence entre la forme des chevilles osseuses des cornes de ces espèces et de celles de nos chèvres domestiques (**Helmer., 1992 ; Vigne., 1988**). Cependant des doutes subsistent en ce qui concerne *Capra falconeri* ou (*Capra hircus falconeri*) qui pourrait être partiellement à l'origine de certaines populations caprines asiatiques à cornes torsadées (**Bökönyi., 1974 ; Epstein., 1971 ; Vigne., 1988**).

Mais les données de la génétique ont révélé la présence de trois lignées maternelles principales bien distinctes (plus trois secondaires), preuves qu'il y a eu au moins trois événements de domestication (Luikart & al., 2001).

### 1.1.1.2. L'origine de la chèvre en Afrique

Pour (Muzzolini., 1989 ; Muzzolini., 1991 ; Muzzolini., 1992 ; Muzzolini., 1993), qui se base sur l'analyse de documents archéozoologiques et picturaux et sur leur datation, ainsi que sur des éléments de glottochronologie, la thèse d'une domestication en Afrique à partir de chèvres sauvages autochtones ou existant à une certaine époque serait plausible.

Toutefois si, d'après Muzzolini, la présence de caprins sauvages était attestée au Paléolithique au Maghreb et si de nombreux restes de caprins ont été retrouvés par les archéozoologues en Afrique, (Chaix., 1984 ; Driesch & Boessneck., 1985) on est loin encore de disposer de preuves de l'existence d'un processus de domestication analogue à celui qui a été mis en évidence au Moyen-Orient.

D'autre part le seul caprin sauvage existant actuellement en Afrique est une forme de bouquetin du genre *Ibex* localisé en Ethiopie (Harris., 1960-1961 ; Nievergelt., 1981). Ainsi, après (Mason., 1981 ; Gautier., 1990 ; Nozawa., 1991 ; Helmer., 1992) il semble raisonnable de penser que les premiers caprins domestiques sont apparus au Moyen-Orient.

### 1.1.2. La domestication des caprins

De l'étude et la compréhension du phénomène de la domestication animale découlent des résultats régulièrement apportés par l'archéozoologie et qui sont loin d'être terminés (Moutou & Pastoret., 2010).

L'émergence de l'agriculture au début du Néolithique représente une phase clé de l'évolution humaine, avec notamment la domestication de la vache, du mouton, de la chèvre, et du porc.

La chèvre (*Capra hircus*) est probablement le premier ongulé à avoir été domestiqué (Vigne & Taberlet., 2008).

Si des auteurs comme (Geoffroy-Saint-Hilaire., 1861) situaient l'origine de la domestication de la chèvre en Orient et si d'après (Sanson., 1910), indépendamment de cette domestication asiatique la chèvre avait été domestiquée dans les Alpes d'où elle se serait répandue en Europe et en Afrique, les études archéozoologiques amorcées par (Rüttimeyer., 1860) et qui ont commencé à être efficaces avec (Reverdin.,

1928-1929) ont montré que cette domestication était essentiellement survenue au Moyen-Orient il y a environ 8500 à 9000 ans (Helmer, 1992 ; Vigne, 1988) ou même plus, environ 1000 ans d'après d'autres auteurs (Shkolnik & al., 1980 ; Zeder & Hesse., 2000). Anciennement les scientifiques considéraient que la chèvre avait été domestiquée indépendamment dans deux régions ;

- le haut bassin du Tigre et de l'Euphrate (1er centre de domestication), il y a environ 10 500 ans,
- le centre-nord du massif du Zagros iranien (2e centre de domestication), il y a environ 10 000 ans (Vigne & Taberlet., 2008).



Figure 1 : Ancienne hypothèse de la domestication de la chèvre (Vigne & Taberlet., 2008).

Mais grâce à des études génétiques chez l'aegagre, l'ancêtre de la chèvre Vigne et Taberlet proposent un nouveau scénario de domestication de la chèvre. Dans cette étude, les scientifiques ont comparé la diversité génétique de la chèvre avec celle de son ancêtre sauvage, l'aegagre (*Capra aegagrus*), ils ont analysé des échantillons d'ADN provenant de 473 aegagres répartis sur l'ensemble de son aire de distribution actuelle (Proche et Moyen-Orient) et échantillonnés dans des réserves naturelles où cette espèce vit encore, du Pakistan à la Turquie (Vigne & Taberlet., 2008).

Les résultats obtenus confirment partiellement les données archéozoologiques et clarifient de manière significative le scénario de la domestication. Ils ont ainsi permis de localiser un seul centre de domestication au niveau de l'Est de l'Anatolie et du Nord-Ouest de l'Iran. Une domestication plus à l'Est, parfois suggérée par des données archéozoologiques, est ainsi définitivement exclue. Plus important encore, les résultats de l'étude remettent en cause l'hypothèse de plusieurs foyers indépendants de domestications (Vigne & Taberlet., 2008).

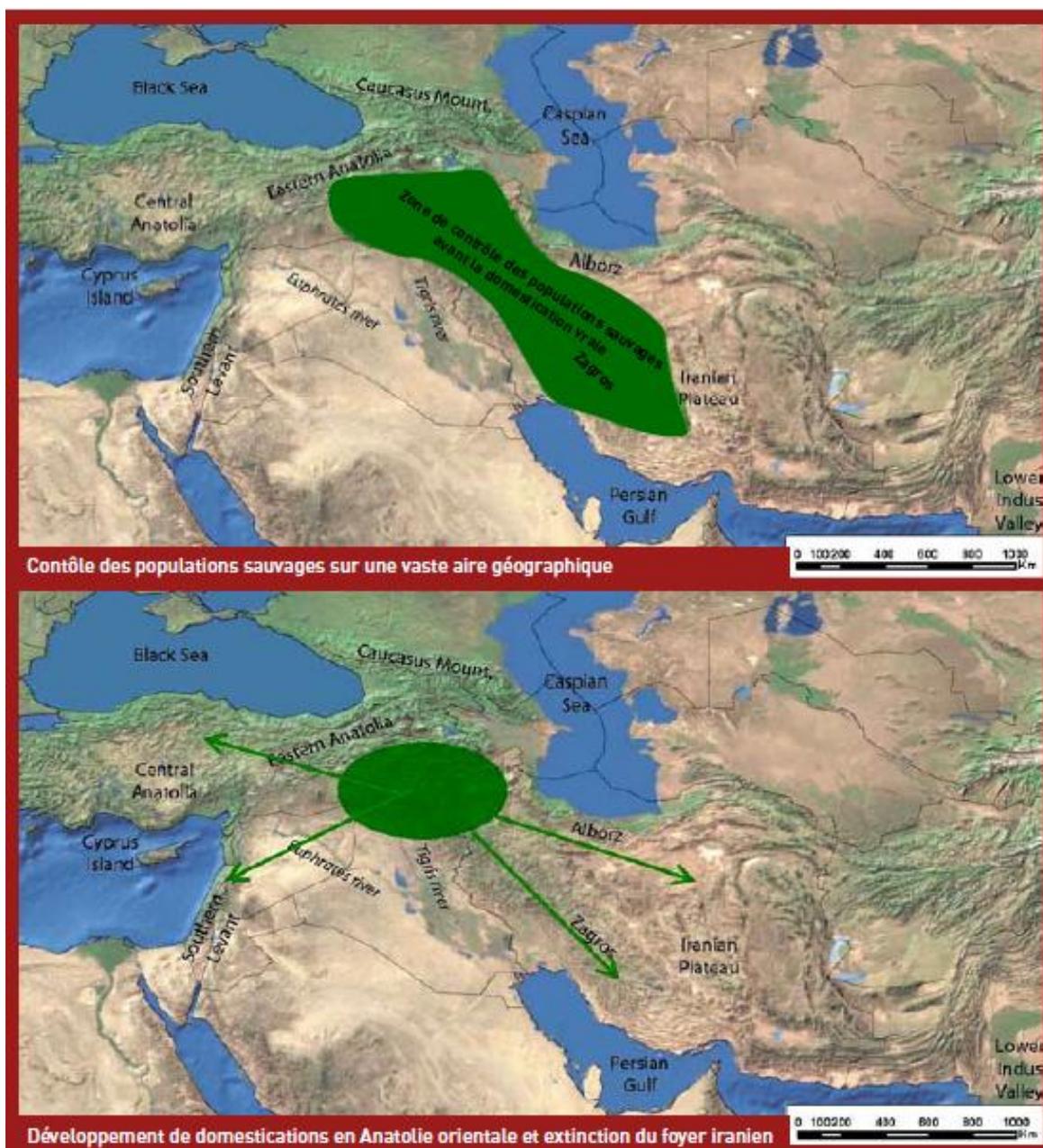


Figure 2 : Nouvelle hypothèse de la domestication de la chèvre (Vigne & Taberlet., 2008).

L'analyse fine du polymorphisme de l'ADN mitochondrial chez l'aegagre indique que des individus sauvages ont été contrôlés et probablement déplacés par l'homme dans une très vaste région comprenant l'Anatolie orientale et tout le Zagros « une longue phase de gestion ». Il s'agirait d'un contrôle de ces populations au sens d'une protection et d'une chasse raisonnée, portant sur les jeunes et les mâles afin de ne pas affaiblir leur potentiel reproductif. Et ceci avant même que la domestication effective ne soit engagée (Vigne & Taberlet., 2008). Certaines de ces régions, telle l'Anatolie sud-orientale, ont ensuite joué un rôle majeur dans l'émergence des lignées domestiques (Naderi & al. 2008).

### 1.1.3. Systématique (taxonomie)

Selon (Holmes-Pegler., 1966 ; Mourad., 1986 ; Babo., 2000 ; Fantazi., 2004) la chèvre domestique dont le nom scientifique *Capra hircus* appartient à :

- Embranchement des vertèbres du règne animal.
- Classe : *Mammifères*.
- Sous classe : *Placentaires*.
- Ordre : *Artiodactyles*.
- Sous ordre : *Ruminants*.
- Famille : *Bovidae*.
- Sous famille : *Caprinés*.
- Genre : *Capra*.
- Espèce : *Capra hircus aegagrus*, l'aegagre ou chèvre à bézoard.

Il y a d'autres espèces de chèvres sauvages :

- *Capra ibex*, le bouquetin
- *Capra pyrenaica*, le bouquetin d'Espagne
- *Capra falconeri*, le markhor ou chèvre de falconer

Mais la chèvre domestique actuelle (*Capra hircus hircus*) est considérée comme une descendante dérivée de la chèvre à bézoard (Mourad., 1986).

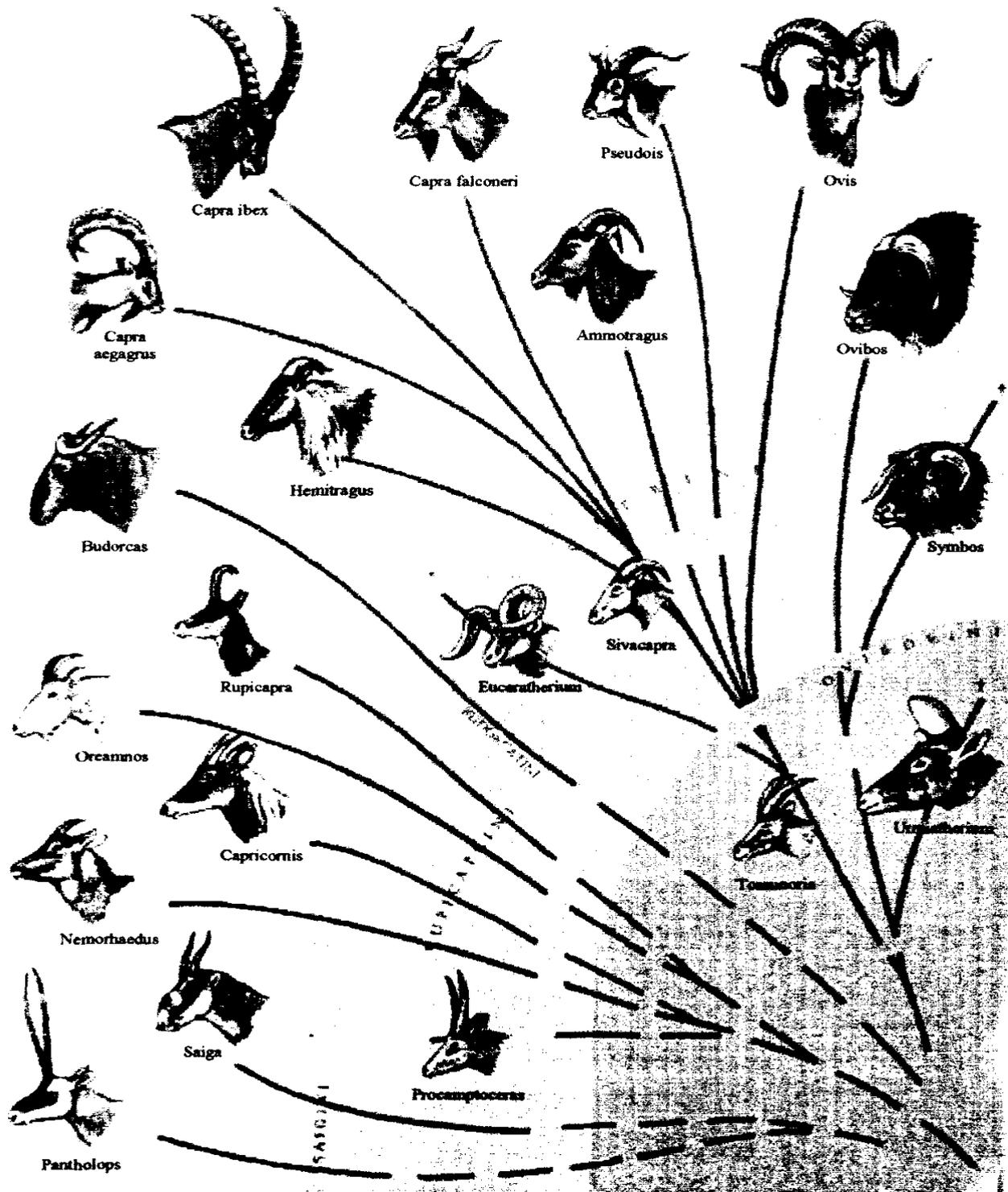


Figure 3 : Phylogénie des caprins (sous-famille des caprinés) (Mourad., 1986).

### 1.1.3.1. Classification et nomenclatures Africaines

Le premier essai de nomenclature des entités ethniques caprines africaines remonte à **Crépin (1906)** qui ne distingue que six races pour toute l'Afrique, sans utiliser de critère de classification.

Avec d'autres auteurs apparaissent, à côté d'énumérations purement géographiques des nomenclatures basées sur divers critères descriptifs ou zootechniques. Le tableau 1 montre la grille et les codes des classifications non géographiques utilisées par les Auteurs.

Dans le tableau 2 sont énumérées les nomenclatures dressées selon ces divers critères. (**Bouchel & Lauvergne., 1996**).

**Tableau 1 : Grille des critères de classification des ressources génétiques caprines africaines (Bouchel & Lauvergne.1996).**

Critère		Catégorie du critère	
N°	Nom	Code	Nom de la catégorie
1	Degré d'évolution post-domesticoire	A	Critères évolutifs
2	Hauteur au garrot	B	Critères descriptifs
3	Trigramme signalétique	//	//
4	Gracilité (proportions jambe/thorax)	//	//
5	Développement de l'oreille	//	//
6	Phanéroptique	//	//
7	Crâniologie	//	//
8	Aptitudes	C	Critères zootechniques

Tableau 2 : Nomenclature des ressources génétiques africaines utilisant les différents critères de classification (Bouchel & Lauvergne.1996).

Auteurs	Références	Dates	Critère de la classification	
			N°	Catégorie
Pierre	93	1905	2	B
Pécaud	95	1927	2	B
Roth	107	1933	2, 3, 6	B
Doutressoulle	29	1947	2, 3	B
Anonyme	63	1950	2	B
Masson	77	1951	2	B
Robinet	103	1957	2, 6	B
Devendra et Burns	26	1970	2	B
Epstein	35	1971	2, 3	B, C
Dumas et Raymond	33	1974	2	B
Leclercq	65	1975	2	B
Dumas	31	1977	2	B
Dumas et De Mieulle	32	1977	2	B
Trall et coll	112	1979	2	B
Devendra et Meleroy	27	1932	2	B
Bourzat	12	1935	2, 3	B
Wilson	116	1991	2	B
Charray et coll	19	1992	2	B
Sanson	109	1910	7	B
Baron	7	1993	3	B
Curasson	24	1935	3	B
Anonyme	99	1950	3, 2	B
Henrotte	51	1951	3	B
Robinet	104	1971	3, 2, 6	B
Charray et coll	18	1980	3, 2	B
Blanchon	10	1905	8	C
Crépin	22	1905	8, 2	C, B
Masson	76	1951	1, 4	A, B
Masson	79	1969	1, 4	A, B
Masson	83	1988	1, 4	A, B
Lauvergne et coll	63	1993	1, 4, 5	A
Bourzat et coll	13	1993		B
Masson et Maule	85	1960	5	B
Masson	81	1981	5, 4	B
Masson	84	1991	5, 4	B

#### **1.1.4. Etude des caryotypes :**

D'après les études cytologiques, toutes les races caprines ont 30 paires de chromosomes ( $2n = 60$ ).

Au vu des connaissances actuelles, il apparaît en effet que toutes les espèces du genre *Capra*, sauvages ou domestiques, sont interfertiles et possèdent soixante chromosomes acrocentriques, à l'exception de l'hétérosome Y petit et métacentrique (Moullin., 1980).

### **1.2. Evolution et répartition des caprins**

#### **1.2.1. Dans le monde**

Dans le monde, le caprin montre une progression de 70% depuis 1985 jusqu'à 2005 (FAO., 2006) et 47% depuis 1990 jusqu'à 2009 où le cheptel a perdu 11% de ses effectifs en UE et s'établit désormais à 13,1 millions de têtes. Dans l'ensemble des autres grands bassins caprins, le cheptel a progressé : +44% en Afrique, +50% en Chine, +8% en Inde (PAC., 2011).

Selon les statistiques de la FAO ; en l'an 2000, l'Asie détenait 453 millions de caprins, soit 63% de l'ensemble du cheptel caprin mondial, la Chine et l'Inde, se partagent à eux seuls respectivement 21% et 17% du cheptel mondial, en seconde position, vient le continent Africain avec 29% du cheptel mondial, l'Amérique et l'Europe viennent clore ce classement avec respectivement 5% et 3% (tableau 03). En 2003, le cheptel est évalué environ 768 millions de tête, sous réserve des incertitudes évidentes de ce type d'estimation. Poursuivant son évolution et expansion, il aurait encore progressé de près de 2% par rapport à 2002 (Barbin & al., 2005).

En 2009, le monde compte environ 868 millions de caprins, soit une proportion d'un caprin pour 7 habitants (PAC., 2011).

Tableau 3 : Evolution du cheptel caprin dans le monde (en millions de tête) (FAO., 2010).

	2000	2005	2008
<b>Monde</b>	<b>747</b>	<b>827</b>	<b>864</b>
▪ <i>Asie</i>	456	491	511
✓ <i>dont Chine</i>	148	152	149
✓ <i>dont Inde</i>	124	125	126
▪ <i>Afrique</i>	234	275	295
▪ <i>Amériques</i>	35	38	37
▪ <i>Europe</i>	19	18	18

### 1.2.2. Dans le grand Maghreb

Pour les trois pays du Maghreb, l'élevage caprin est pratiqué par la quasi-totalité des foyers ruraux, les chiffres suggèrent que plus d'un tiers des foyers tunisiens, la moitié des foyers marocains et trois quarts des foyers algériens sont concernés (Chiche., 1999).

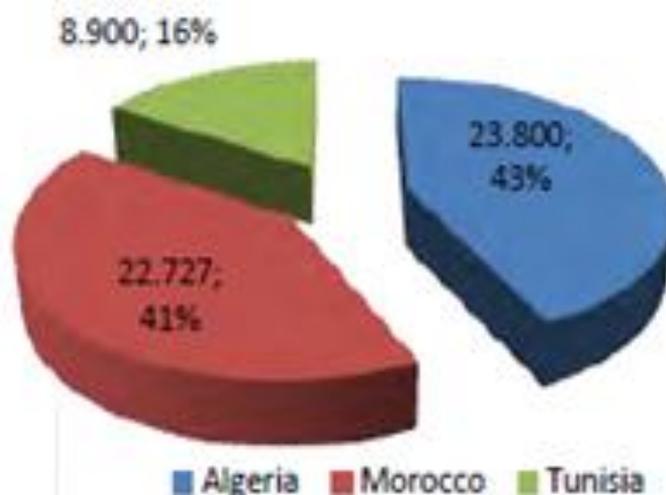


Figure 4 : Effectif des Ovins-caprins 2009 (\*1000) (FAO stat 2012 cité par Alaoui., 2012).

### 1.2.3. Dans l'Algérie

Le cheptel caprin algérien comprend environ 3 186 878 de têtes caprines dont les chèvres 1 275 871 (DSASI., 2003), il représente 13% à 14% du cheptel global et vient après le cheptel ovin qui représente 26%, avec une lente évolution (Badis & al., 2005 ; Fantazi., 2004).

Le cheptel est réparti sur 206 391 exploitations (dont 185 709 centres de reproduction) ;

- 87,6% des effectifs « chèvres » sont repartis entre 98,9% des exploitations qui en comptent moins de 50 têtes dans leur troupeau.
- 12,5% du capital « reproductrices » caprin est détenu par 1,05% des exploitations comptant de 50 à plus de 200 chèvres dans leur troupeau (DSASI.,2003).

Tableau 4 : Estimation du cheptel (ministère de l'agriculture 1998 cité par Khaldoune & al., 2001).

Zone		UGB					
		Bovins		Ovins	Caprins	Camelins	Equidés
		Vaches	Total				
Tell	Littoral	194.230	397.810	1.556.540	<b>328.640</b>	0	68.710
	H. Plateau	294.770	550.240	4.525.440	<b>596.020</b>	0	91.570
	<b>Total</b>	489.000	948.050	6.081.980	<b>924.660</b>	0	160.280
Montagne		106.550	216.730	899.360	<b>437.880</b>	90	41.230
Steppe		76.260	143.190	9.578.440	<b>1.027.120</b>	13.870	38.960
Sud		3.920	8.200	1.329.360	<b>866.920</b>	140.350	37.830
<b>National</b>		675.730	1.316.170	17.889.140	<b>3.256.580</b>	154.310	278.300

Le cheptel caprin, est concentré dans les zones difficiles qu'elle exploite dans le cadre de systèmes d'élevage à caractère pastoral et/ou sylvopastoral. En effet, plus de 90% de l'effectif est localisé dans les zones montagneuses et surtout broussailleuses (piémonts des montagnes), dans les zones steppiques et le sud saharien (oasis) que dans la zone littorale où l'espèce est faiblement présente.

Tableau 5 (Badis & al., 2005 ; Feliachi., 2003).

Tableau 5 : Répartition du cheptel caprin en Algérie (Feliachi, 2003).

Zone	Effectif	%
Littoral et sub-littoral	212.801	8.26
Atlas tellien	462.831	8.75
Haute plaines telliennes	439.611	17.81
Haute plaines steppiques	531.495	21.54
Atlas saharien et sahara	820.726	33.26

L'évolution du cheptel caprin est représentée dans la figure 5, ce cheptel a marqué une légère évolution, qui, est liée aux essais d'intensification par l'introduction des races améliorées.

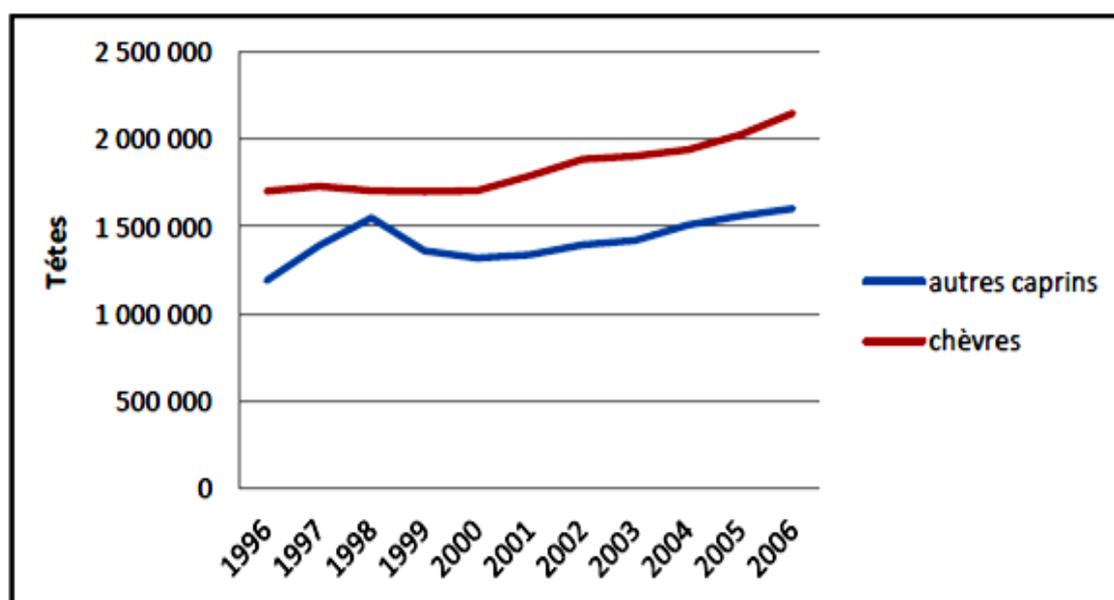


Figure 5 : Evolution de l'effectif en Algérie ( DSA., 2011).

La conduite d'élevage caprin est généralement extensive, la chèvre ayant déjà la réputation de rusticité qui lui permet de tirer le meilleur profit des régions et parcours pauvres. En milieu steppique, la chèvre est conduite sur parcours avec le mouton (Madani & al., 2003) où elle a un rôle de guide les troupeaux (Khelifi., 1997). Au niveau des Oasis, elle constitue un élément clé de l'agriculture de part son apport de fumier et de lait pour la famille (Madani & al., 2003). Selon Madani (2000), les

troupeaux des parcours sylvopastoraux du Nord du pays sont de taille plus élevée (50 à 80 mères), alors sur les parcours du Sahara et dans les Oasis les effectifs sont réduits. Le caprin est présent également dans les exploitations agricoles des régions plus favorables comme les hautes plaines, les plaines intérieures et les piémonts de montagnes du Nord (Abbas & al., 2002 ; Feliachi., 2003).

### **1.3. Les races caprines**

#### **1.3.1. Les populations caprines méditerranéennes**

Les populations caprines de la Méditerranée ont subi au cours des siècles des infusions caractéristiques, car dans cette zone les échanges par mer sont nombreux. Les grands rameaux d'animaux de 3 continents : Asie, Afrique et même Europe occupent leur propre zone (Charlet & Le Jaouen., 1977), mais il existe selon Geoffroy (1919) dans certaines régions, des métissages avec les races méditerranéennes, comme la Maltaise, la Damasquine, la Murciana, la Toggenburg, et plus récemment avec l'Alpine et la Saanen selon (Madani, 2001) créant de nouvelles populations parfois peu homogènes. Il faut enfin noter la disparition de certaines populations locales devant l'invasion de races ou le métissage (Charlet & Le Jaouen., 1977).

##### **1.3.1.1. Les rameaux méditerranés**

D'après (Charlet & Le Jaouen ., 1977 ; Fantazi., 2004), la chèvre domestique existe en Méditerranée depuis très longtemps, et se répartit à trois rameaux assez différents, qu'il s'agisse de rameaux autochtones ou venus par invasion.

###### **1.3.1.1.1. Le rameau kurde**

Le groupe le plus important appartient au rameau Kurde formé de sujets de taille moyenne à poils longs et de bonne qualité, à cornes spiralées, à oreilles moyennes; l'aptitude à la production de la viande est assez bonne, mais faible pour le lait. Les principaux sujets de ce rameau appartiennent à la race **Angora** et la population de type **Balkanique**.

###### **1.3.1.1.2. Le rameau nubio-syrien**

Ces sujets se distinguent nettement des précédents par une taille assez élevée, un profil busqué chez le mâle et de longues oreilles tombantes. L'aptitude laitière est en général assez remarquable.

Le rameau Nubien est en général à poils courts. De nombreuses races qui appartiennent à ce rameau et localisées à différentes régions, un noyau Algérien existe : la **Mzabite**, peut être croisée de Maltaise.

#### **1.3.1.1.3. Le rameau pyrénéen**

La chèvre pyrénéenne, à poils longs, de grande taille, au fort squelette, assez trapue, aux cornes longues, productrice à la fois de viande et de lait, mais leur importance va en diminuant devant le métissage avec les races améliorées. La **Serrana**, une variété localisée dans les zones montagneuses de l'Espagne, a été améliorée pour la production de la viande en recherchant des sujets de grande taille, à forte précocité.

#### **1.3.1.2. La population nord-africaine**

Il existe ici une population indigène autrefois très importante en Afrique du Nord, formée de sujets de taille moyenne, aux poils longs, assez gros et très résistants, généralement noirs. Les cornes et les poils la rapprochent du type Kurde, mais les oreilles un peu tombantes ont un air Nubio-Syrien.

Son aptitude est surtout la viande, mais également le lait, ce qui permettait, comme dans toute la zone méditerranéenne extensive, d'alimenter la famille, du pasteur. Avec les poils, on tissait les tentes et aussi des cordes très solides.

#### **1.3.2. Les races caprines Algériennes**

Les populations existantes en Algérie sont de types traditionnels, dont la majorité d'entre elles sont soumises uniquement à la sélection naturelle (**Madani., 2000**).

La race locale caractérisée par son corps anguleux, taille appréciable, mamelle développée et des poils longs et des robes de différentes couleurs. Le poids des chevreaux à la naissance est de 2 kg 500 g et à 5 mois 25 kg (**Khelifi., 1997**). Bien que relativement homogène, mais selon plusieurs auteurs comme (**Feliachi ., 2003 ; Madani & al., 2003 ; Fantazi., 2004 ; Bey & Laloui ., 2005**) la population locale est divisée en trois sous populations :

- la chèvre arabe divisée en deux races : l'Arabia et la Makatia.
- La naine de Kabylie
- la M'zabit

Auxquelles s'ajoutent le cheptel importé et les produits de croisements, selon le milieu d'élevage, le format et la morphologie.

Tableau 6 : Caractéristiques biométriques de la population caprine locale (en cm) (Manallah & Dekhili., 2011).

	Variables	Moyenne Ecart type (en cm)	Coefficient de variation
Mesures en longueur	Longueur de la tête	18.68 ± 2.82	15.07
	Longueur du cou	37.41 ± 7.03	18.81
	Longueur du corps	94.48 ± 14.25	15.09
	Longueur du bassin	20.49 ± 3.79	18.47
	Longueur des oreilles	18.54 ± 3.79	20.42
	Longueur de poil	10.05 ± 3.58	35.62
	Longueur de la queue	18.38 ± 4.76	25.91
Mesures de périphérie	Tour de poitrine	74.94 ± 9.43	12.58
	Tour de canon antérieur	8.15 ± 1.05	12.89
Mesures en largeur	Largeur de poitrine	24.19 ± 5.54	22.92
	Largeur aux hanches	15.69 ± 2.48	15.84
	Largeur aux ischions	13.46 ± 2.42	17.97
Mesures en hauteur	Hauteur au garrot	66.89 ± 8.48	12.67
	Hauteur au dos	68.41 ± 8.53	12.47
	Hauteur au sacrum	68.26 ± 8.49	12.44
Mesures en profondeur	Profondeur du flanc	38.13 ± 6.07	15.91
	Profondeur de poitrine	24.19 ± 5.54	22.92

### 1.3.2.1. La chèvre Arabe

C'est une population dite Sahélienne, la plus répandue, 810 000 têtes, représente environ 30 % du cheptel national, appelée aussi Touareg, Fulani, Bariolée du Sahel, elle se rattache à la race Nubienne. Elle domine sur les hauts plateaux et les zones steppiques, semi-steppiques, et les régions septentrionales du Sahara.

Sa taille atteint 70 cm, pourvue d'oreilles longues et pendantes. Sa robe est polychrome et présente fréquemment du blanc associé à du roux, du noir et du gris, à poils longs. La chèvre Arabe à une production laitière moyenne de 1.5 litre. Cette race est très sensible à la trypanosomiase et ne peut être élevée que dans les

zones qui ne sont pas infectées. Ce sont des animaux très rustiques qui peuvent rester deux jours sans boire (Feliachi., 2003 ; Madani & al., 2003 ; Bey & Laloui., 2005).

#### **1.3.2.1.1. Race Arabia**

Race domestique localisée dans la région de Laghouat. Elle se subdivise en deux sous-types : l'un sédentaire et l'autre transhumant. Comparativement au type transhumant, le type sédentaire a les poils plus longs 14-21 cm contre 10-17 cm pour le type transhumant (Feliachi., 2003 ; Madani & al., 2003).

#### **1.3.2.1.2. Race Makatia**

Ou Beldia, se localise dans les hauts plateaux et la région Nord de l'Algérie. C'est une race de grande taille, se caractérise par un corps allongé, une robe polychrome (beige, grise, blanche, brune) à poils ras et fins, et des oreilles tombantes. Elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et spécialement pour la peau et le cuir (Feliachi., 2003 ; Madani & al., 2003 ; Bey & Laloui., 2005).



**Photo 1 : La chèvre Arabe (Feliachi., 2003).**

### **1.3.2.2. Race Kabyle**

La chèvre de Kabylie est de petite taille. Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Elle est robuste, massive, et de petite taille d'où son nom «Naine de Kabylie», son poil est long de couleur généralement brun foncé, parfois noir ; la tête de profil courbé, avec des oreilles longues, est surmontée de cornes.

L'effectif total est d'environ 427.000 têtes avec 307.000 femelles reproductrices et 23.500 mâles utilisés pour la reproduction.

Sa production laitière est mauvaise, elle élevée généralement pour la production de viande qui y est de qualité appréciable (Feliachi., 2003 ; Madani & al ., 2003 ; Bey & Laloui., 2005).



**Photo 2 : La race Kabyle (Feliachi., 2003).**

### 1.3.2.3. Race M'zabit

Appelée également Touggourt, M'zab, et la chèvre rouge des oasis, cette chèvre est originaire de M'tlili dans la région de Ghardaïa. Elle peut toutefois se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara.

L'effectif total est de 607 500 têtes avec 395 000 femelles reproductrices et 30 400 mâles reproducteurs. Cette race représente 22.5% du total des chèvres dans le pays.

L'animal est de taille moyenne (65 cm), son corps allongé, droit et rectiligne. Sa tête est fine et cornée, alors que sa robe est à poil court et présente trois couleurs : le chamois, le blanc et le noir. Le chamois est le plus dominant, avec une ligne noire régulière sur l'échine alors que le ventre est tacheté par le noir et le blanc.

Cette race réalise deux mises bas en moyenne par an et des taux de prolificité et de fécondité respectifs de 200 et 250%, elle est principalement laitière par excellence (2-3 litres/jours), elle présente indéniablement d'immenses intérêts zootechniques et économiques (Feliachi., 2003 ; Madani & al ., 2003 ; Bey & Laloui., 2005).



Photo 3 : La race M'zabit (Feliachi., 2003).

Tableau 7 : Caractéristiques biométriques de quelques populations en Algérie (Kerba., 1995)

<i>Races</i>	<i>Principale localisation</i>	<i>Hauteur au garrot moyen (cm) Mâle</i>	<i>Hauteur au garrot moyen (cm) Femelle</i>	<i>Couleurs principales</i>	<i>Caractères particuliers</i>
<i>La ABRIA</i>	<i>Région de Laghouat</i>	70	67	Noire	<i>Front droit poils longs Oreilles tombantes</i>
<i>La MAKATIA</i>	<i>Hauts plateaux</i>	72	63	<i>Couleurs variés</i>	<i>Taille grande Poils courts Pendeloques et barbe courantes</i>
<i>La KABYLE</i>	<i>Montagne de Kabylie et dahra</i>	68	55	<i>Unicolore et multicolores Noire et brune</i>	<i>Petite taille Poils longs Oreilles longues</i>
<i>La MOZABITE</i>	<i>Metliti et région de Ghardaïa</i>	68	65	<i>Unicolore chamoisée dominante</i>	<i>Type nubien Oreilles longues et tombantes</i>

Tableau 8 : Caractéristiques zootechniques de quelques populations en Algérie (Kerba., 1995).

<i>Races</i>	<i>Durée de lactation (en jours)</i>	<i>Production laitière par lactation (en Kg)</i>
<i>La ABRIA</i>	150	220
<i>La MAKATIA</i>	120	80
<i>La KABYLE</i>	150	105
<i>La MOZABITE</i>	180	460

### 1.3.3. La population introduite

Globalement les populations locales de caprins gardent intact leur variabilité génétique bien que des populations étrangères (qui n'étaient pas encore des races standardisées), ces dernières ont commencé à être introduites à partir du début du 20ème siècle pour les essais d'adaptation et d'amélioration des performances zootechniques de la population locale. Parmi celles-ci, il y a lieu de citer la Maltaise, l'Espagnole de Murcie, la Toggenbourg et la chèvre Angora. Signalons également l'importation au cours des dernières décennies de quelques milliers de têtes caprines de race standardisées (la Saanen et l'Alpine principalement) (Madani & al., 2003).

Selon (Madani., 2001) la Saanen et l'Alpine ont fait l'objet de tentatives d'élevage en race pure, spécialisée en production laitière dans la région de Kabylie. Toutefois, il n'existe que peu d'informations sur le renouvellement des troupeaux à long terme.

### **1.3.3.1. La race alpine**

C'est la race la plus répandue, originaire du massif alpin de France et la Suisse. C'est une race de moyen format ; un bouc de 80Kg à 100Kg, une chèvre de 50 à 70Kg. La tête est triangulaire et le plus souvent cornue, la tête peut avoir ou non des pampilles et une barbiche. Les oreilles sont longues, portées, dressées vers l'avant, et en cornet relativement fermé. Le cou est fin, les yeux saillants et le profil concave. Le corps est profond, l'encolure dégagée, le dos droit, la croupe large un peu inclinée. Les membres sont solides et les aplombs sont bons. La robe est à poil ras et de couleur très variée : allant de rouge clair au rouge foncé et même au noir. La mamelle est grosse, un peut inclinée, avec une peau fine et souple. La chèvre alpine est une très bonne et très forte laitière qui supporte bien les différentes formes d'élevage, une chèvre fournit de 730 à 1000Kg de lait par lactation (Charron ., 1986 ; Benalia .,1996 ; Babo., 2000 ; Gilbert., 2002 ; Fantazi, 2004).



**Photo 4 : La race alpine (Babo., 2000).**

### 1.3.3.2. La race Saanen

Originnaire de la vallée de la sarine dans la Suisse. C'est une race de grand format ; un bouc de 80Kg à 120Kg, une chèvre de 50 à 90Kg. Sa robe à poil court blanc, dense et soyeux ; d'ailleurs appelée la blanche de Gessenay. La tête souvent motte, avec ou sans barbiche, a le profil droit, la poitrine est profonde. Les membres sont forts et bien d'aplomb. La mamelle globuleuse et large, avec une peau souple, une femelle donne plus de 770 kg par lactation, avec régulièrement 2 chevreaux par an. En plus c'est une race rustique, facile à élever et mener, pouvant supporter sans problème tous les différents modes d'élevage possibles (Holmes-Pegler .,1966 ; Quittet., 1977 ; Charron., 1986 ; Benalia.,1996 ; Babo., 2000 ; Gilbert., 2002 ; Fantazi., 2004).



Photo 5 : La race Saanen (Babo., 2000).

### 1.3.3.3. La race Maltaise

Dite aussi la chèvre de Malte. Elle est rencontrée dans les régions des littoraux d'Europe, a un format moyen et une robe généralement blanche à poils longs. Sa tête est longue, a profil droit, et souvent sans cornes avec des oreilles tombantes. C'est une bonne productrice du lait, elle serait à la base de certaines

chèvres laitières d'Italie, d'Afrique du Nord et même de Grèce (Holmes-Pegler., 1966 ; Charlet et Le-Jaowen., 1977 ; Fantazi., 2004).



Photo 6 : La race maltaise (Anonyme., 2009).

#### **1.3.4. Produit de croisement**

Les essais sont très limités. Les produits ont une taille remarquable, une carcasse pleine, souvent des gestations gémellaires et une production laitière appréciable. Les poils sont généralement courts (Khelifi., 1997).

#### **1.4. Les produits de la chèvre**

Les chèvres ont un potentiel économique encore inexploité et ceci surtout à cause du manque de réseaux de commercialisation des produits et ressources des caprins.

L'importance économique des caprins en Afrique et notamment pour les populations les plus défavorisées est souvent sous estimée. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette méconnaissance : d'abord les chèvres sont difficiles à compter car, dans les élevages traditionnels qui constituent l'énorme majorité en Afrique, elles sont laissées en liberté, ensuite leur commerce se fait le plus souvent à l'intérieur de circuits informels. Pourtant, elles sont très présentes dans la vie quotidienne.

La chèvre joue donc souvent un rôle de réserve, de « tirelire » en quelque sorte. Les chèvres sont aussi une source de plusieurs produits de valeur : en dehors de la viande dont la consommation est très répandue, il y a bien sûr le fumier, mais surtout le lait et leurs peaux pour l'industrie du cuir, .... (Jansen & Burg., 2002 & 2006).

#### **1.4.1. La viande**

L'un des produits les plus importants de la chèvre est la viande et pour l'instant la seule ressource vraiment exploitée.

La viande de chèvre est moins grasse que la viande de mouton parce que la chèvre a surtout de la graisse autour des organes et pas entre les muscles, comme le mouton. La viande de bouc adulte a une forte odeur que l'on apprécie ou non.

#### **1.4.2. Le lait**

La chèvre peut donner jusqu'à 5 litres de lait par jour et la valeur nutritionnelle du lait de chèvre est supérieure à celle du lait de vache : en effet il contient beaucoup plus de vitamine A et est beaucoup plus facilement digéré à cause de sa haute teneur en acides gras. On a su également que le lait de la chèvre ne renferme jamais de bacille de koch. Les arabes font aussi une boisson fermentée, le Kéfir (qui veut dire délice), cette boisson soigne très bien certaines affections gastro-intestinales. Beaucoup d'efforts sont fait en ce moment en Afrique pour promouvoir la consommation du lait et bien que la consommation du fromage soit encore très peu répandue, le yaourt est en revanche de plus en plus apprécié et commence à se généraliser dans les villes.

#### **1.4.3. Le cuir**

Les peaux servent à toutes sortes d'usages pratiques, traditionnellement les femmes appartenant à certaines ethnies s'occupaient de sa transformation et de son commerce, par exemple elles fabriquent les guerbis, des outres légères et isolantes, faciles à transporter etc.....

#### **1.4.4. Le sang**

Le sang de la chèvre représente environ 5 % de son poids, une chèvre de 35 kg donne donc environ 1,75 kg de sang. Il s'agit d'un aliment de qualité pour les humains et les animaux car il contient beaucoup de protéines.

Seul le sang de bêtes en bonne santé est propre à la consommation.

**1.4.5. L'os**

Une grande partie de la carcasse se compose d'os qui contiennent des minéraux importants, à savoir du calcium (Ca) et du phosphore (P).

On les utilise pour l'alimentation du bétail ou comme engrais. Les os séchés et dégraissés contiennent 32% de Ca et 15% de P et d'autres minéraux en petite quantité.

**1.4.6. Fumier**

Le fumier de chèvre est un bon engrais. Il est préférable d'en faire du compost plutôt que de l'utiliser frais (Jansen & Burg., 2002, 2006).

## 2. RAPPELS ANATOMIQUES

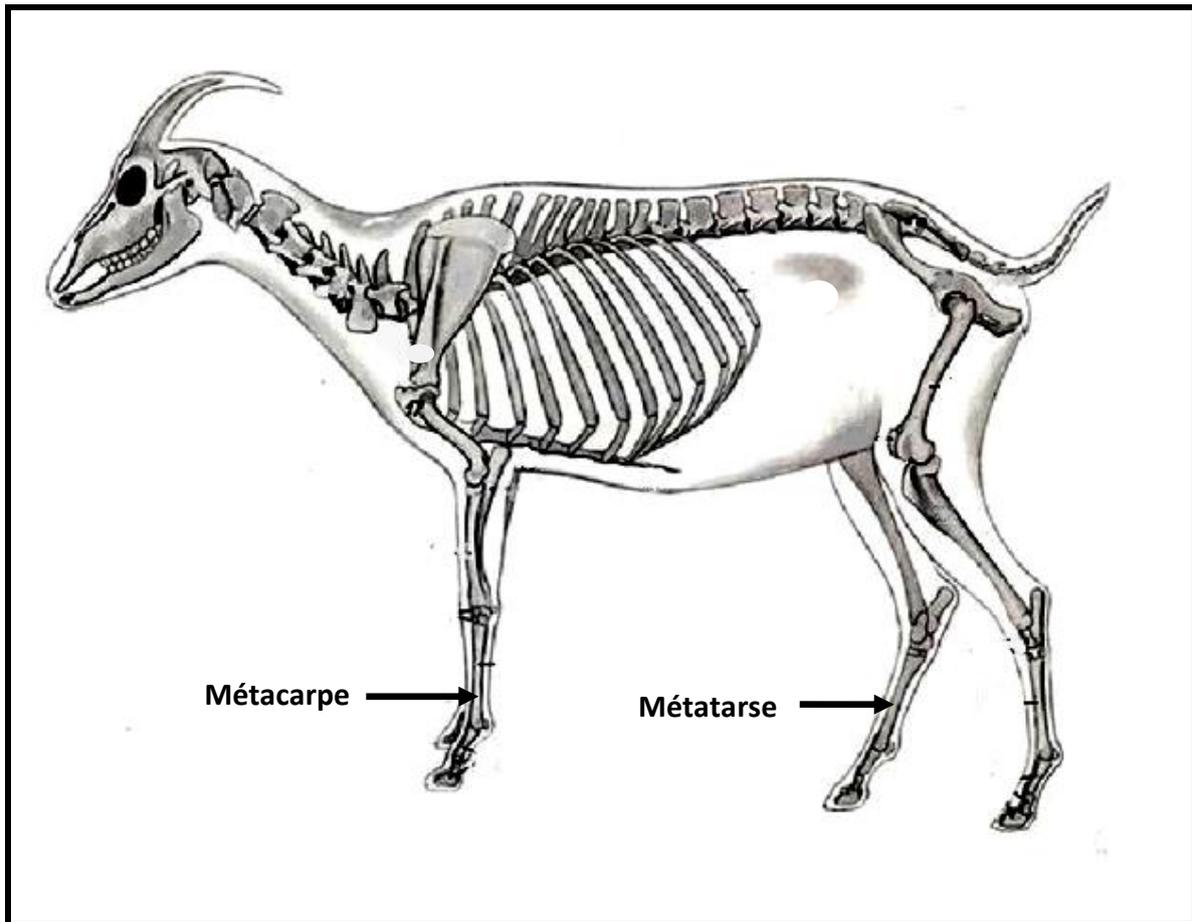


Figure 6 : Squelette de caprin (Popesko., 1980).

### 2.1. La tête

C'est un massif complexe constitué par l'ensemble des os de la tête, il présente des reliefs et des anfractuosités dont beaucoup sont composites et n'appartiennent pas en propre à un seul os.

La partie caudale du massif osseux est formée par le crâne et la partie rostrale par la face. Ces parties fondamentales de la tête se raccordent par des régions intermédiaires, formées à la fois par des os du crâne et de la face (Barone., 1986).

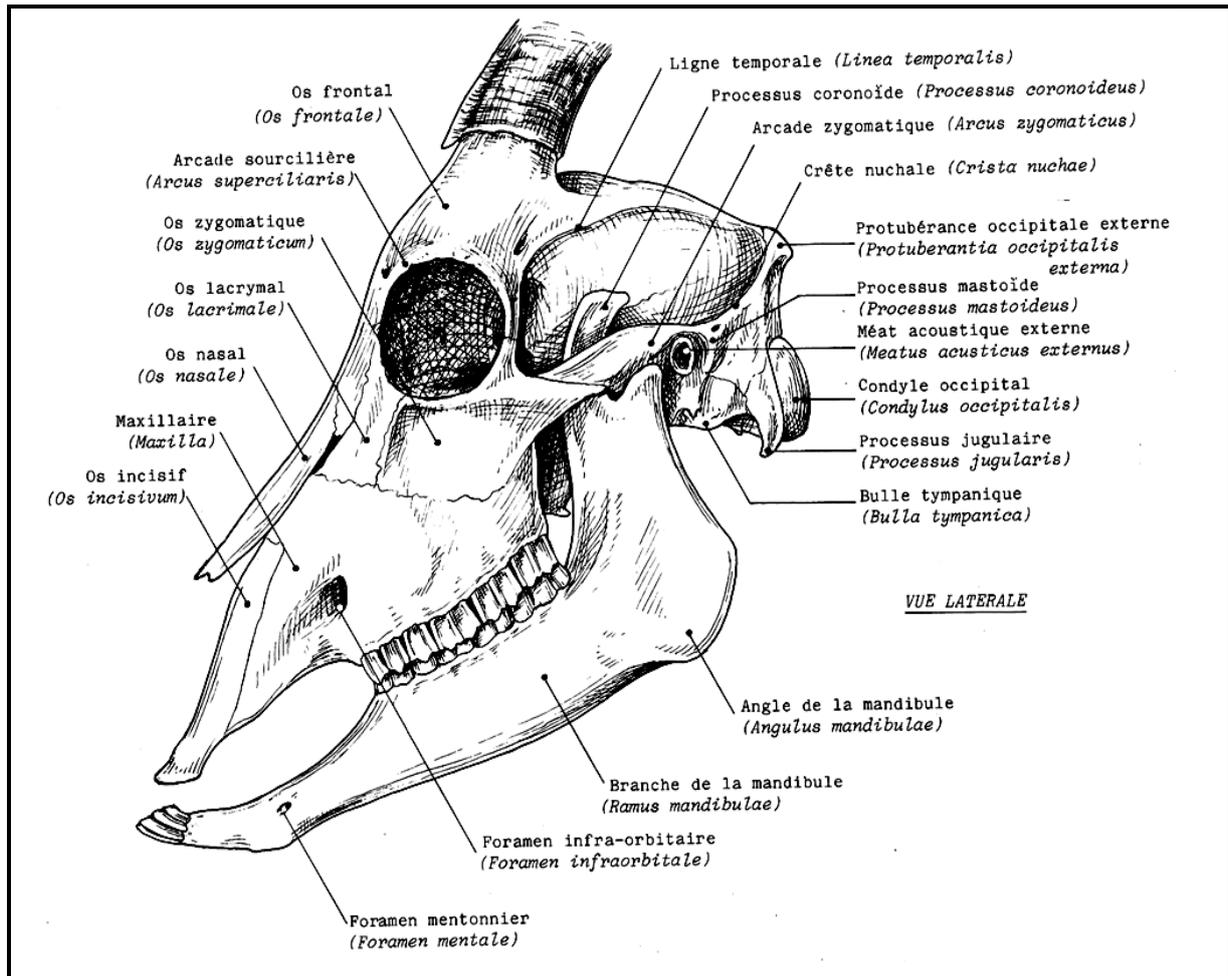


Figure 7 : Tête osseuse d'une chèvre (Chatelain., 1987).

La tête de la Chèvre se différencie de celle du Mouton par de multiples caractères de détail, les principaux de ces caractères peuvent être résumés comme suit.

- \* La suture des os occipital et pariétaux dessine un angle à sommet rostral, dont l'interpariétal se soude à l'os occipital, et celle des os pariétaux avec l'os frontal est rectiligne.
- \* Les fosses temporales sont plus étendues chez la Chèvre et envahissent plus la face dorsale, de sorte que, dans cette espèce, le planum pariétale n'a guère plus de 2 cm à son niveau le plus étroit.
- \* Le méat acoustique externe est beaucoup plus large chez la Chèvre que chez le Mouton. D'autre part, la face endocrânienne du rocher est à peu près aussi haute que large.

\* Dans les races pourvues de cornes, les processus cornuaux, insérés plus près l'un de l'autre chez la Chèvre que chez le Mouton, sont en outre plus aplatis et plus tranchants au bord rostral. Leur structure est plus compacte, mais le sinus frontal y pénètre beaucoup plus que chez le Mouton ; le diverticule atteint 6 ou 7 cm de long. Quand les cornes sont absentes, leur emplacement est toujours marqué par une forte protubérance.

\* La fosse larmière fait défaut chez la Chèvre, qui présente par contre une discontinuité entre les os lacrymal et nasal.

\* Chez cet animal d'autre part, les os nasaux sont plus courts, plus plats et pourvus de deux pointes rostrales dont la disposition, toutefois variable. Enfin, le processus nasal de l'os incisif arrive toujours au contact de l'os nasal, ce qui est très exceptionnel chez le Mouton. Les fissures palatines sont un peu plus courtes et plus larges chez la Chèvre que chez le Mouton.

Considérée dans son ensemble, la tête de la Chèvre présente un crâne plus long par rapport à la face que celle du Mouton (**Barone., 1986**).

### **2.1.1. La dentition**

Les dents sont des éléments du squelette, dures, fortement minéralisées, implantées sur les bords libres des mâchoires et saillantes dans la bouche. Elles s'alignent à chaque mâchoire selon une courbe parabolique ouverte caudalement pour constituer les arcades supérieure et inférieure.

Ce sont des organes passifs de la préhension, de la contention et de la mastication des aliments.

Elles servent en outre au tact et à la défense des individus (**barone., 1984**)

#### **2.1.1.1. La structure des dents**

Les dents dérivent d'une double ébauche épidermique et mésodermique et sont constituées d'une matière caractéristique : la dentine (ivoire).

Chez les petits ruminants, toutes les dents sont radiculées; les incisives possèdent une racine qui est la partie interne de la dent (enchâssée) et une couronne qui est externe (libre), les deux étant liées par le collet.

Au niveau de la couronne l'ivoire est recouvert par l'émail, cependant, dans la racine, il est revêtu par le ciment. Tous ces derniers sont les constituants durs de la dent et

il y aussi les constituants mous : pulpe dentaire et ligament alvéolodentaire (barone.,1984).

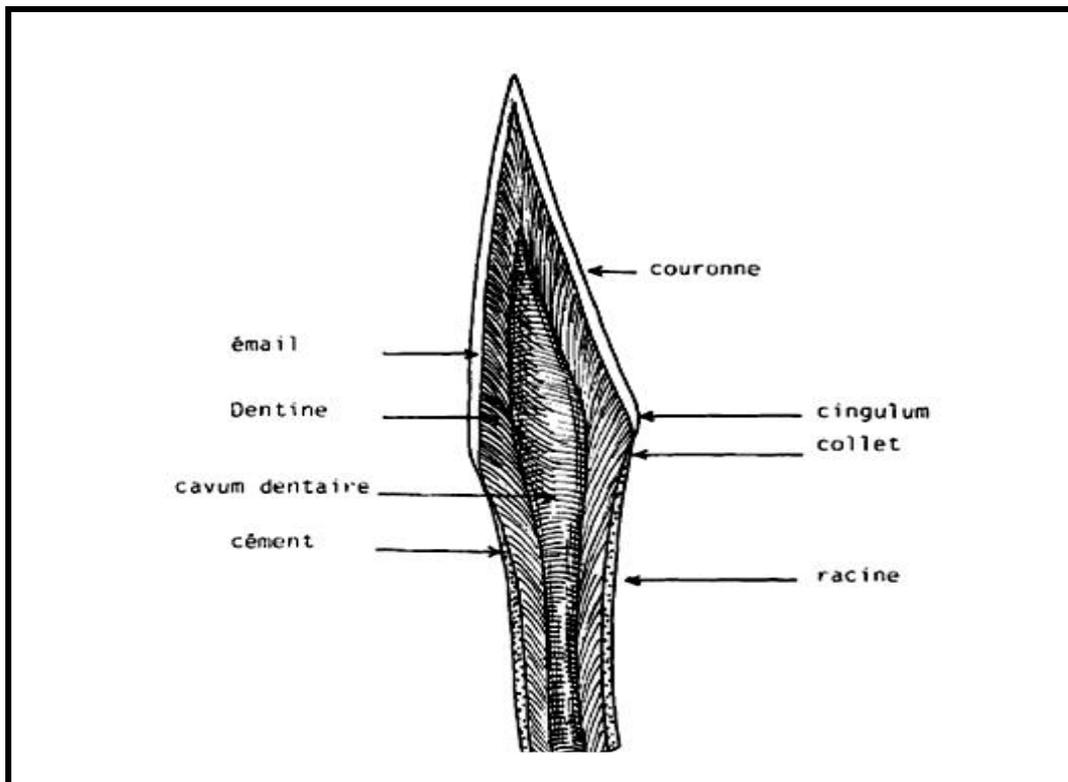


Figure 8 : Structure d'une incisive de petit ruminant (pince gauche, vue par la face linguale) (barone., 1976).

### 2.1.1.2. La formule dentaire

Le nombre de dents est fixe dans chaque espèce et pour chaque dentition ; la dentition temporaire (dents de lait) et la dentition permanente.

La nature des dents qui figurent à chaque arcade est précisée par la formule dentaire, sorte de tableau synoptique où chaque catégorie de dents est représentée par sa lettre initiale :

I pour les incisives, C pour les canines, P ou PM pour les prémolaires et M ou AM pour les molaires encore appelées arrière-molaires.

Il ya donc chez le caprin adulte trente deux dents, mais chez le jeune, il n'existe que vingt dents seulement.

- la formule dentaire lactéale :

$$I = 0/1234 \quad C = 0/0 \quad PM = 0234/0234$$

- la formule dentaire permanente :

$$I = 0/I \quad II \quad III \quad IV \quad C = 0/0 \quad PM = 0 \quad II \quad III \quad IV \quad / \quad 0 \quad II \quad III \quad IV \quad M = I \quad II \quad III/I \quad II \quad III$$

Les petits ruminants disposent donc de huit incisives, toutes situées sur la mâchoire inférieure, ces dents sont nommées, du centre à la partie distale : pince, première mitoyenne, deuxième mitoyenne et coin. A leur place sur la mâchoire supérieure, se développe un fort bourrelet fibreux revêtu d'une muqueuse épaisse : le coussinet dentaire qui donne appui dans l'occlusion à l'arcade incisive inférieure (barone.,1976).

### 2.1.1.3. Connaissance de l'âge des caprins

Il est très rare dans les élevages traditionnels, de connaître la date de naissance précise des animaux. Ainsi donc, pour toute opération nécessitant la connaissance de l'âge, il faut compter sur la mémoire de l'éleveur ou dans la plupart des cas se baser sur les modifications anatomiques intervenues sur l'animal au cours du temps. En effet, de la naissance à la vieillesse, les différents organes subissent des modifications d'importance variable, dont le déroulement est souvent en liaison avec l'âge. Il s'agit essentiellement des dents et particulièrement les incisives qui subissent au fur et à mesure que l'animal vieillit, des modifications progressives et irréversibles. C'est aussi le cas des productions cornées (cornes et onglons), de l'état des gencives, la conformation etc...(Cuq., 1975).

#### 2.1.1.3.1. La chronologie dentaire

Chez les caprins, l'évaluation de l'âge par la dentition repose sur des observations minutieuses de l'usure des incisives caduques, de l'éruption et la croissance des incisives définitives et enfin de l'usure de ces dernières donc de la chronologie dentaire (barone., 1984).

Quoique le développement molaire est un indicateur précis de l'âge, il est très difficile sur l'animal vivant de l'utiliser et l'examen de l'incisive reste la seule méthode pratique pour déterminer l'âge des petits ruminants (Holst & Denney., 1980).

- **à la naissance** : pas d'éruption

- **éruption des incisives de lait** :

Pinces : 5 à 7 jours (1ère semaine)

Premières mitoyennes : 10 à 12 jours (2ème semaine)

Deuxièmes mitoyennes : 12 à 15 jours (2ème semaine)

Coin : 20 à 25 jours (4ème semaine)

Croissance et arrivée à la table : 25 jours à 3 mois

- **usure des incisives** : de 3 mois à 15 mois

- **éruption des incisives permanentes** :

Les pinces : 15 mois

Les premières mitoyennes : 21 mois

Les deuxièmes mitoyennes : 28 mois

Les coins : 42 mois

Toutes les incisives d'adulte sont en place à 4 ans. Les coins sont vierges

- **usure des incisives d'adulte** : l'éminence de l'avale disparaît dans l'ordre suivant :

Les pinces : 5 à 6 ans

Les premières mitoyennes : 6 à 7 ans

Les deuxièmes mitoyennes : 7 à 8 ans

Les coins : 9 ans

- **éruption des prémolaires déciduales** : 1 mois à 3 mois

- **éruption des prémolaires permanentes** ; vers 20 mois, souvent un peu plus tôt chez la chèvre et un peu plus tard chez le Mouton.

- **éruption des molaires permanentes**

La première molaire : 3 mois,

La seconde molaire : 9 mois

La dernière molaire : 18 mois, leur sortie est souvent un peu plus tardive chez la Chèvre (Barone., 1984 ; Faugere & al., 1988).

Le tableau 9 indiquant l'âge d'apparition des dents, temporaires et permanentes, permet d'approximer l'âge de l'animal à partir de sa dentition. On rappelle que les incisives sont constituées des pinces (1ère paire), des premières et deuxièmes mitoyennes (2ème et 3ème paires) et des coins (4ème paire), en partant du plan sagittal.

Tableau 9 : Age d'apparition des dents (Barone., 1976 ; Smith et Sherman., 2009 ; Matthews., 2009).

Paire de dents		Temporaires (semaines)	Permanentés (années)
I	1 <sup>ère</sup>	0 - 1	1 - 1 ½
	2 <sup>e</sup>	1 - 2	1 ½ - 2
	3 <sup>e</sup>	2 - 3	2 ½ - 3
	4 <sup>e</sup>	3 - 4	3 ½ - 4
P		0 - 4	1 ½ - 2
M	1 <sup>ère</sup>		3- 5 (mois)
	2 <sup>e</sup>		9-12 (mois)
	3 <sup>e</sup>		1 ½ - 2

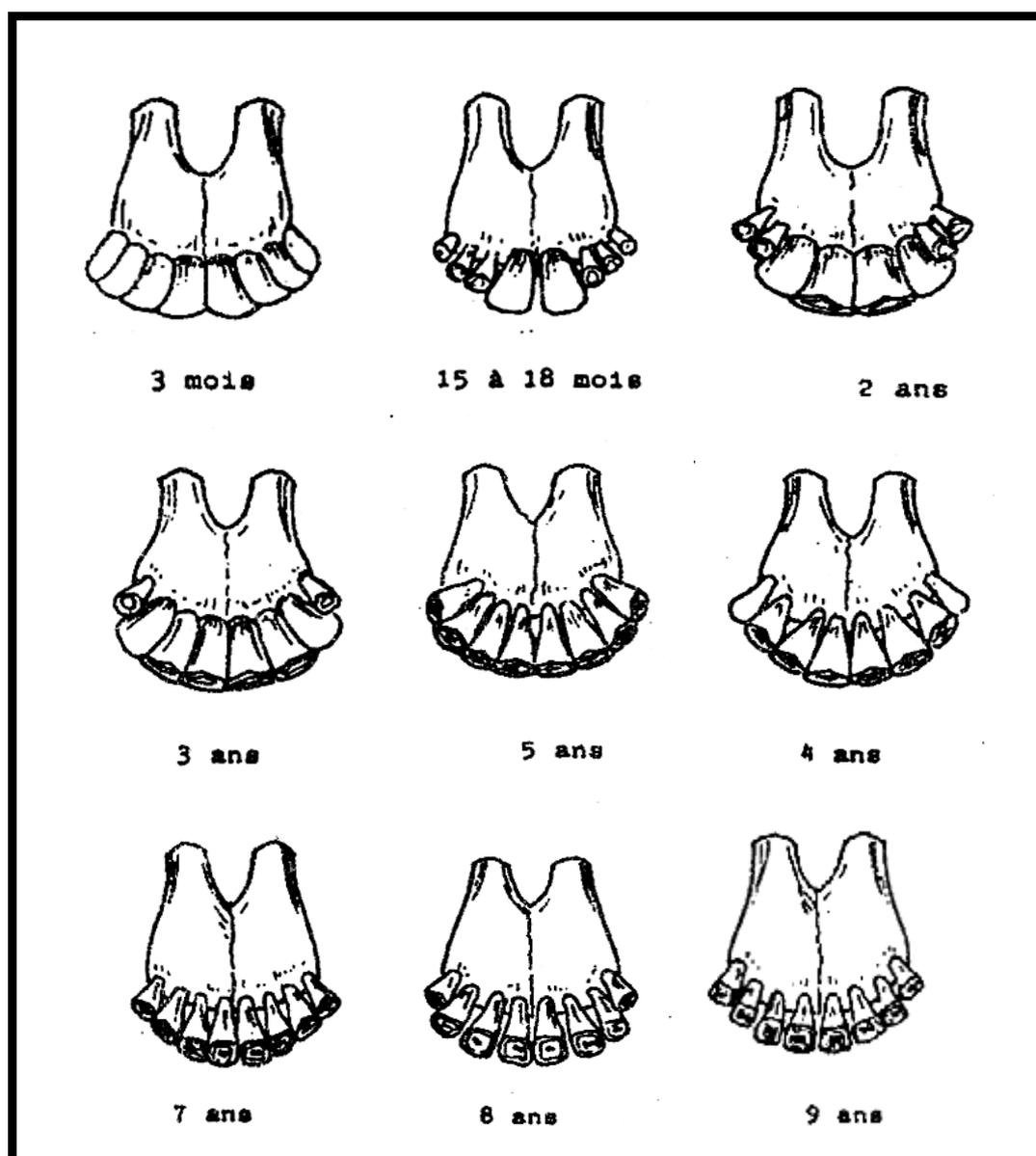


Figure 9 : Age des petits ruminants (Tekkouk-Zemmouchi., 2002).

## 2.2. Métapode du membre thoracique

### 2.2.1. Les os métacarpiens

- **Description**

Second segment ou **métapode** de la main, le **métacarpe** (Metacarpus) est formé en principe de cinq os métacarpiens, dont chacun répond par son extrémité proximale à l'un des os de la rangée distale du carpe et porte un doigt à l'autre extrémité. Le nombre d'os métacarpiens se réduit à la suite de celui des doigts dans l'onguligradie (Grassé., 1955 ; Barone., 1986).

- **Conformation**

Les **os métacarpiens** sont des os longs et asymétriques, disposés à peu près parallèlement les uns aux autres et articulés entre eux par leur extrémité proximale. A chacun d'eux on reconnaît une partie moyenne ou corps et deux extrémités.

#### **Partie moyenne**

Le **corps** (Corpus) de chaque os métarpvien est cylindroïde, plus ou moins aplati dans le sens dorso-palmaire. On lui reconnaît ainsi :

- une **face dorsale**, lisse et convexe d'un côté à l'autre.
- une **face palmaire**, planiforme et large chez les Ongulés.
- deux **bords, médial et latéral**, épais et arrondis.

#### **Extrémité proximale**

Cette extrémité, encore appelée **base** de l'os métarpvien, est élargie et porte une grande **surface articulaire** pour répondre au carpe. Cette surface, planiforme chez les Ruminants, est divisée par une crête dorso-palmaire en deux facettes inégales lorsque l'os métarpvien prend accessoirement contact avec un os carpien voisin de celui qui lui correspond.

L'extrémité proximale porte en outre, sur ses côtés, de petites facettes qui s'articulent avec les os métarpviens voisins, facettes qui font évidemment défaut du côté abaxial des métarpviens extrêmes. Elle présente enfin des surfaces rugueuses ou tubéreuses sur ses faces dorsale et palmaire. Sur certains os métarpviens, ces surfaces peuvent se soulever en véritables tubérosités d'insertion.

## Extrémité distale

Cette extrémité, qualifiée de **tête** chez l'Homme, mérite mal ce nom chez les Mammifères domestiques, où elle est cylindroïde à axe transversal, formant un double **condyle**. Elle répond à la phalange proximale du doigt correspondant et éventuellement aux os grands sésamoïdes qui complètent celle-ci du côté palmaire, par une conformation caractéristique : deux surfaces cylindroïdes ou **condyles**, convexes dans le sens dorso-palmar, séparées par un relief sagittal. Ce relief est très accusé et les condyles, régulièrement cylindroïdes, bien distincts chez les Ongulés.

De chaque côté, à l'extrémité de l'axe articulaire, se trouve une fossette d'insertion ligamentaire, surtout marquée dans les os métacarpiens les plus gros.

La surface articulaire distale de l'os métacarpien du pouce présente deux petits condyles séparés par une gorge médiane (**Barone., 1986**)

### 2.2.2. Particularités des caprins (figure 10)

Le métacarpien comprend un os principal ou os canon, très volumineux, qui résulte de la soudure des os métacarpiens **III** et **IV** et un os métacarpien **V**, rudimentaire et très petit.

L'os canon de la Chèvre est un os long proportionnellement plus grêle et plus long que celui du Bœuf, mais relativement un peu plus court et surtout plus large et moins aplati dans le sens dorso-palmar que celui du Mouton.

**La partie moyenne** présente deux faces, deux bords et deux extrémités :

-**la face dorsale** est convexe d'un côté à l'autre

-**la face palmaire** est plane ;

Les sillons longitudinaux des deux faces sont peu marqués, souvent effacés.

-**les bords**, l'un médial et l'autre latéral sont épais et lisses.

#### L'extrémité proximale

porte une surface articulaire planiforme pour répondre à la rangée distale du carpe. Cette surface est divisée par une petite crête en deux parties, l'une latérale, la plus petite, pour l'os crochu, l'autre médiale plus grande, pour l'os capitato-trapézoïde. (**Grassé., 1955 ; Barone., 1986**).

Cette surface pourvue d'une fossette synoviale centrale et n'est habituellement pas échancrée du côté palmaire.

La face dorsale présente du côté médial, juste en dessous de la surface articulaire, une forte tubérosité d'insertion tendineuse ; A la face palmaire, se trouve une surface large et rugueuse pour des insertions ligamentaires et latéralement, une petite surface rugueuse pour l'union avec l'os métacarpien rudimentaire **V**.

### **L'extrémité distale**

Est divisée par une profonde incisure en deux éminences articulaires, latérale et médiale, symétriquement conformées.

Chacune de ces dernières répond à la phalange proximale et aux os grands sésamoïdes du doigt correspondant par une surface formée de deux condyles dont l'abaxial est beaucoup plus grand que l'axial, séparés par un relief intermédiaire presque tranchant.

Elle montre en outre sur chacune de ses faces abaxiale et axiale, une forte dépression à insertion ligamentaire.

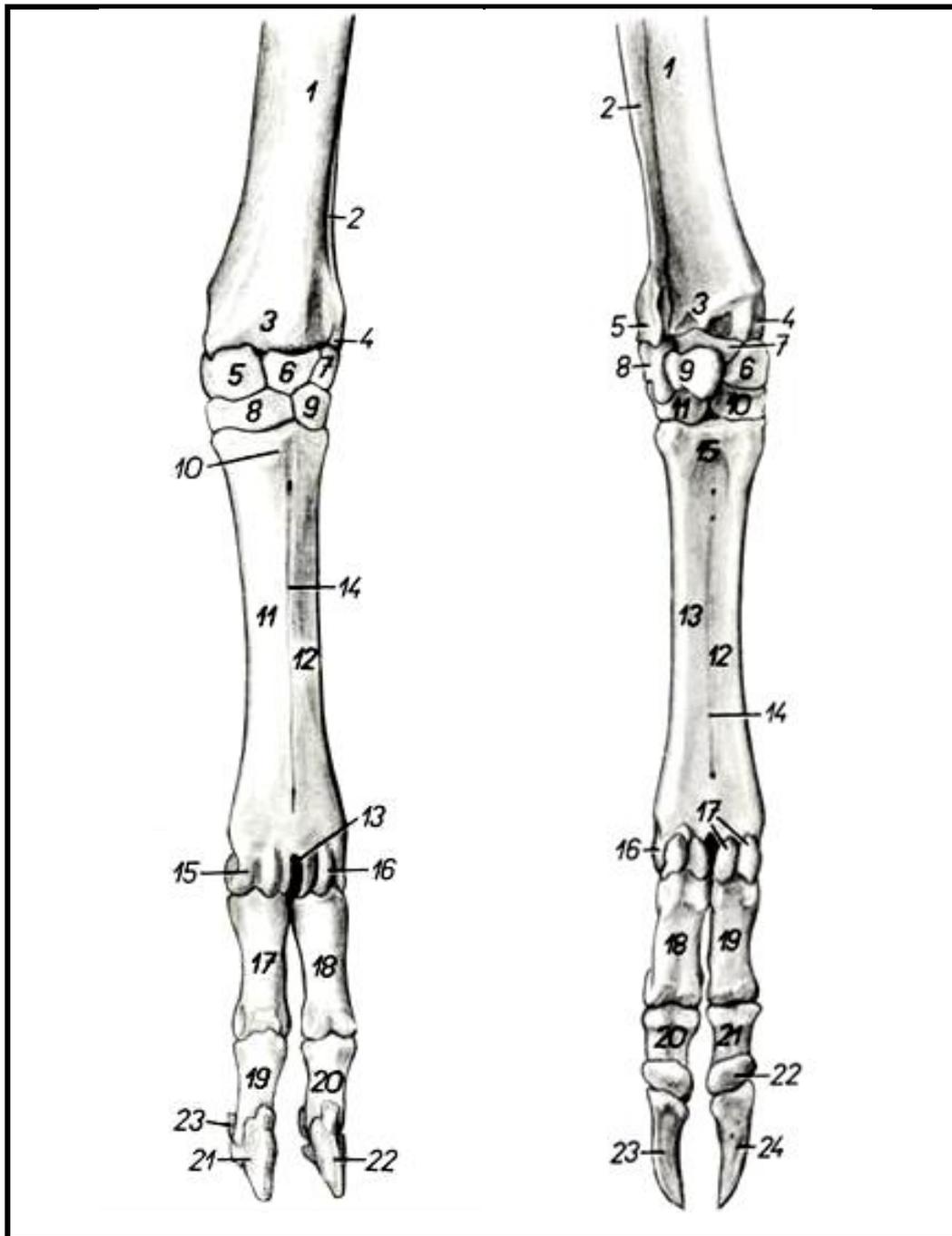
Les deux os métacarpiens qui constituent l'os canon sont d'abord distinctement et simplement accolés pendant la vie foetale ; il est encore possible sur le nouveau-né de les séparer l'un de l'autre. Mais bien vite, la soudure devient totale, et même, les deux cavités médullaires confluent en une seule par leur partie moyenne et leur extrémité proximale, à la faveur d'une active résorption des parties adjacentes des deux os soudés.

Cette communication est établie vers l'âge de trois mois et demi.

### **L'os métacarpien rudimentaire V**

Est constant mais faible. C'est un petit osselet styloïde, long de quelques centimètres à peine, uni à l'extrémité proximale de l'os canon par du tissu fibreux mais dépourvu d'articulation avec le carpe.

Il existe parfois un grêle os métacarpien rudimentaire **II**, développé dans un petit cordon fibreux, seul vestige d'une ébauche mieux représentée chez le fœtus (**Barone.,1986**).



A Vue dorsale

B Vue palmaire

Figure 10 : Squelette de la main de la chèvre (Popesko., 1980).

**A :** 8.capitato-trapézoïde, 9.os crochu, 10.tubérosité dorso-médiale, 11.métacarpien III, 12. métacarpien IV, 13.échancrure interarticulaire, 14.sillon médian dorsale, 15.éminence articulaire du métacarpien III, 16.éminence articulaire du métacarpien IV.

**B :** 10. capitato-trapézoïde 11. os crochu, 12. métacarpien III, 13. métacarpien IV, 14. sillon médian palmaire 15.extrémité proximale du métacarpe, 16. éminence articulaire du métacarpien IV 17.les grands sésamoïdes.

## 2.3. Métapode du membre pelvien

### 2.3.1. Les os métatarsiens

- **Description**

Second segment ou métapode du pied, le **métatarse** (Metatarsus) est formé des os métatarsiens, os longs dont chacun répond en principe par son extrémité proximale à l'une des pièces de la rangée distale du tarse et porte un doigt (ou orteil) à l'extrémité opposée. L'évolution du pied étant très généralement parallèle à celle de la main, la réduction du nombre de doigts s'accompagne d'une évolution des os métatarsiens comparable à celle des métacarpiens. Toutefois, le pouce est en général moins bien conservé dans le pied que dans la main, il fait défaut chez les ongulés.

- **Conformation**

Les **os métatarsiens** présentent chez les Mammifères domestiques de grandes analogies avec les métacarpiens. Comme ces derniers, ce sont des os longs et asymétriques, disposés à peu près parallèlement les uns aux autres et articulés entre eux par leur extrémité proximale ou base. Ils sont également numérotés de I à V en allant du côté médial au côté latéral. L'os métarsien I est absent ou rudimentaire comme le pouce lui-même chez les Mammifères domestiques.

Chacun de ces os présente un corps et deux extrémités, dont la morphologie est fort comparable à celle des métacarpiens. Toutefois, les os métatarsiens sont, d'une façon générale, plus étroits d'un côté à l'autre et nettement plus épais dans le sens dorso-plantaire que les os métacarpiens, surtout à leur extrémité proximale. De la sorte, les bords sont remplacés par de véritables faces, ce qui porte à quatre le nombre de celles-ci (dorsale, plantaire, médiale et latérale). Ces caractères sont particulièrement manifestes chez les grands Ongulés, dont les coupes transversales des os métatarsiens sont plus ou moins circulaires ou quadrangulaires, alors que celles des os métacarpiens sont fortement aplaties à leur face palmaire. Les surfaces articulaires des extrémités, surtout distales, ressemblent à celles des os métacarpiens et présentent les mêmes variations. Enfin, à rang égal, les os métatarsiens sont en général nettement plus longs que les métacarpiens (**Barone., 1986**).

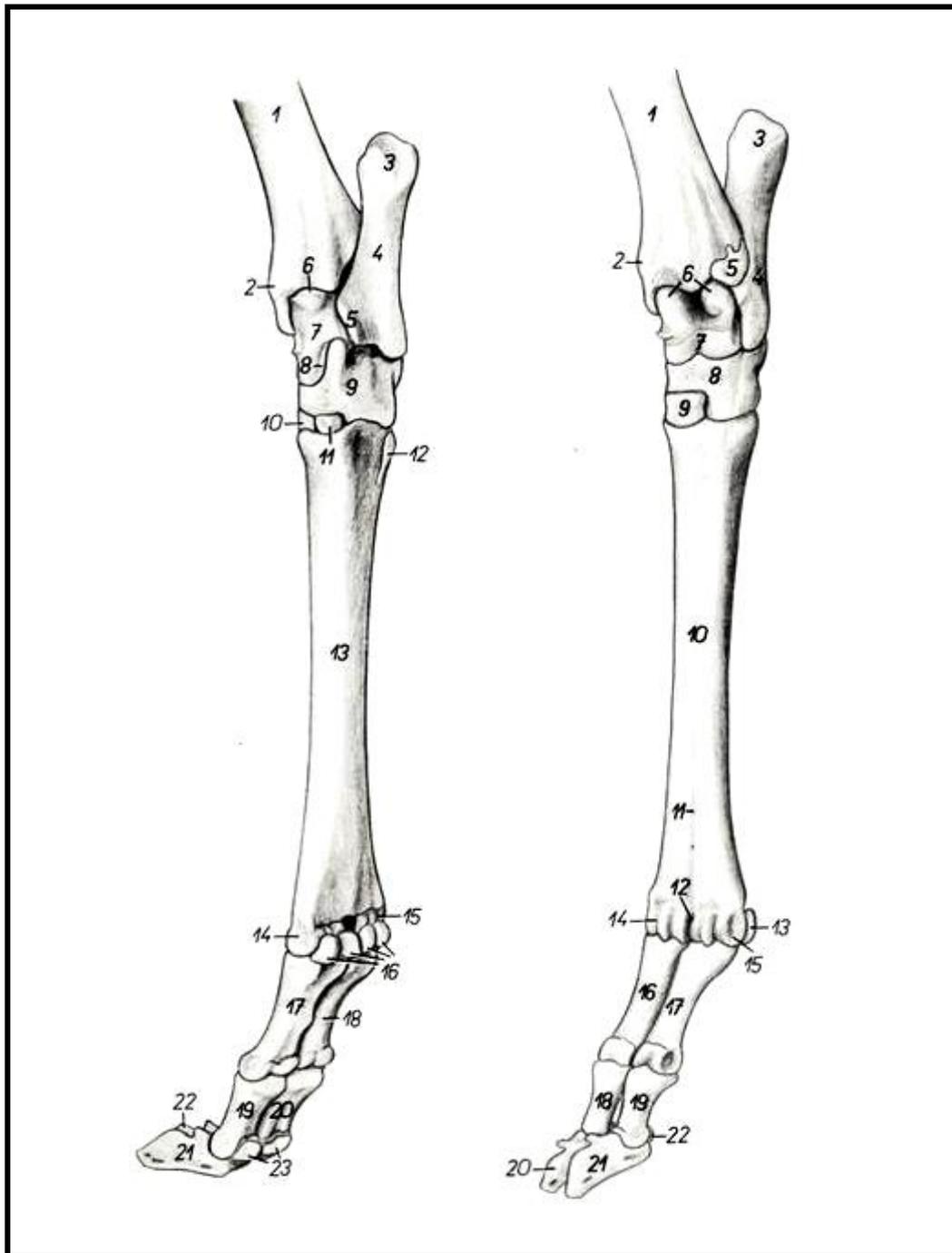
### 2.3.2. Particularités des caprins (figure 11)

Chez le **caprin**, la constitution du métatarse est comme celui du Bœuf, toutefois il est très élargi à son extrémité distale. Il existe dans cette espèce un os canon volumineux et un minuscule osselet situé au côté médio-plantaire de l'extrémité proximale du précédent. L'os canon représente évidemment les os métatarsiens III et IV fusionnés comme leurs homologues de la main. Mais **Retterer** a montré qu'il s'annexe en outre au cours du développement des ébauches cartilagineuses qui pourraient être interprétées comme des vestiges des os métatarsiens II et V. Quant à l'osselet accessoire, qui fait quelquefois défaut, il a été parfois considéré comme un vestige de l'os métatarsien I : **Smith** a montré qu'il s'agit en fait d'un petit os sésamoïde (**Barone., 1986**).

L'os canon (os metatarsale III et IV) est bien plus long, plus épais mais plus étroit que celui de la main. Dans ses deux tiers proximaux, il est nettement prismatique à quatre faces, la face dorsale étant un peu plus étroite que les autres.

L'extrémité proximale répond aux os naviculo-cuboïde, grand cunéiforme et petit cunéiforme et du côté plantaire et médial à l'os sésamoïde métatarsien par une petite surface articulaire.

Sa surface articulaire proximale est dépourvue du trou vasculaire. Le sillon longitudinal de la face dorsale est large et profond et celui de la face plantaire au contraire peu distinct. Le canal distal du métatarse est absent. L'extrémité distale ressemble en tout point à celle du métacarpe et les surfaces articulaires distales présentent les mêmes particularités que dans le métacarpe. L'os canon de la Chèvre est proportionnellement un peu plus court que celui du Mouton, ce qui peut être mis en évidence en comparant sa longueur à celle du tibia ou à celle du fémur (**Barone., 1986**).



A Vue oblique médio-plantaire

B Vue oblique dorso-latérale

Figure 11 : Squelette du pied de la chèvre (Popesko., 1986).

**A :** 9.scapho-cuboïde, 10.os tarsale II et III (grand cuneïforme), 11.os tarsale I (petit cuneïforme), 12. sésamoïde métatarsien, 13.métatarsien principal, 14.trochlée du métatarsien III, 15.trochlée du métatarsien IV, 16.les grands sésamoïdes.

**B :** 8. scapho-cuboïde, 9. os tarsale II et III (grand cuneïforme), 10.métatarsien principal, 11.sillon médian dorsal, 12.échancrure interarticulaire, 13.les grands sésamoïdes.

### **3. RAPPELS HISTOLOGIQUES**

#### **3.1. Etude macroscopique des os**

##### **3.1.1. Généralités**

Les os sont des pièces dures, solides et résistantes, d'aspect blanc mat chez l'adulte, légèrement jaunâtre chez les sujets très âgés. Ils forment la charpente du corps en s'unissant à leur voisin par les articulations et reçoivent les insertions des muscles qui les déplacent ou les maintiennent.

Comme tous les autres organes, les os sont constitués par l'agencement de plusieurs tissus qui appartiennent à la lignée conjonctive, donc la structure de l'os n'est pas homogène et comporte des régions formées d'os cortical ou compact, et d'autres, plus centrales où existent de très nombreuses cavités séparées par de minces cloisons : c'est l'os spongieux ou l'os trabéculaire, l'ensemble étant entouré d'une enveloppe externe, le périoste, sauf au niveau du cartilage articulaire et aux endroits d'insertion de tendons et de ligaments. Les cavités internes, sont tapissées par une fine membrane conjonctive, l'endoste (**Balas & Philip., 2001 ; Toppetts & al., 2004 ; Prugnonne & Thoreau., 1996**).

##### **3.1.2. Les os longs (figure 12)**

Ce sont ceux dont la longueur est supérieure à la largeur et à l'épaisseur. Sur le plan anatomique, ils présentent une partie moyenne, la diaphyse creusée de la cavité médullaire et deux extrémités généralement renflées mais de forme variable : les épiphyses.

Diaphyse et épiphyses sont reliées par des parties intermédiaires généralement évasées : les métaphyses.

Dans la partie moyenne se trouve une grande cavité remplie de moelle rouge ou jaune : la cavité médullaire, allongée dans l'axe de l'os et entourée d'un épais cylindre d'os compact (**Barone., 1986**). Ce dernier est entouré par le périoste en dehors et bordé de l'endoste en dedans.

Dans les extrémités des os longs, le tissu compact s'étale en une mince couche superficielle, qui enveloppe une masse d'os spongieux.

D'une manière générale, les deux extrémités sont articulaires, le périoste en continuité avec la capsule articulaire mais il ne recouvre pas le cartilage articulaire, il sert d'attache aux insertions musculaires et tendineuses.

Pour les os non épiphysés, on note une zone de cartilage qui sépare les deux versants osseux, cette zone est dite donc cartilage articulaire qui sert à augmenter la taille de l'os en longueur lors des processus d'édification (Bossy., 1993).

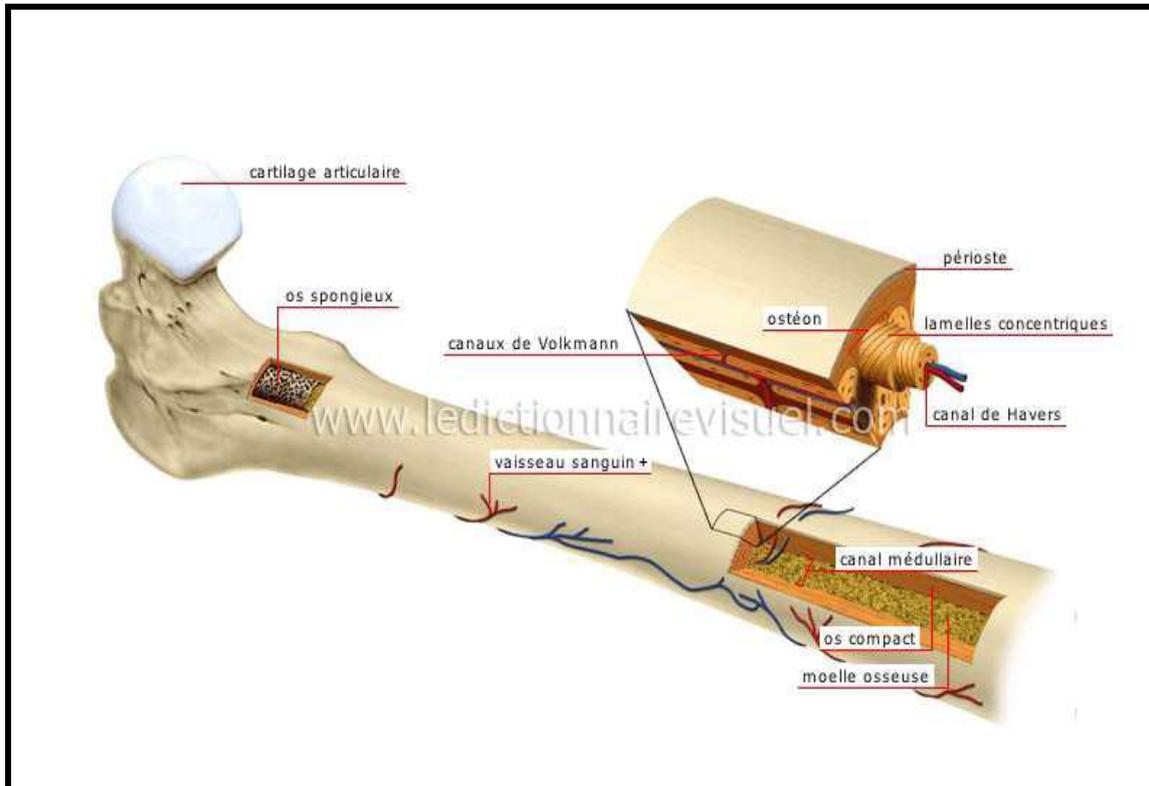


Figure 12 : Structure d'un os long ( Anonyme., 2014).

## 3.2. La structure macroscopique des os

### 3.2.1 Le périoste

Le périoste est un tissu séreux, richement innervé et vascularisé mesurant maximum 1 à 2 mm, il est semi-transparent, et présente une coloration blanc jaunâtre, recouvre la totalité des os sauf au niveau des surfaces articulaires (où l'on trouve les cartilages). Il est présent autour de tous les types d'os mais son épaisseur varie suivant les os, il est épais sur les os longs. Son adhérence à l'os sous-jacent est très inégale ; il est en général peu adhérent au niveau de la diaphyse des os

longs, il est par contre très adhérent au niveau des crêtes, des tubérosités, etc... (Barone R., 1999 ; Toppetts & al., 2004).

L'organisation est en bicouche :

➤ une couche externe fibreuse : constituée d'un réseau dense de fibres de collagène dont les fibres sont entrecroisées, avec une orientation longitudinale dans les os longs.

Les fibres collagéniques des tendons et des ligaments se mêlent à celles du périoste et les traversent pour s'insérer sur le tissu osseux sous-jacent (Toppetts & al, 2004). Au niveau d'une insertion musculaire, la couche fibreuse du périoste est plus épaisse, permettant ainsi d'assurer une liaison mécanique forte et difficile à rompre. Il sert ainsi de support aux insertions musculaires (Barone ., 1999 ; Mathon, 2009).

➤ une couche interne ostéoformatrice : porte le nom de périoste cellulaire ou la couche ostéogène parce qu'elle abrite des cellules mésenchymateuses, des cellules ostéoprogénitrices, des ostéoblastes et des ostéoclastes (Toppetts & al, 2004).

Dans cette couche la forme et la quantité des cellules dépend de l'âge de l'individu (Barone ., 1999).

Pendant le développement et la croissance, les ostéoblastes du périoste permettent l'accroissement en épaisseur de l'os par des dépôts successifs d'os lamellaire. Chez l'adulte, elles assurent l'entretien des couches osseuses sous-jacentes, le remodelage osseux et la réparation en cas de fractures (Toppetts & al, 2004 ; Turner ., 1987).

### **3.2.2. L'endoste**

C'est une couche de cellules aplaties reposant sur un conjonctif peu abondant (Gringnon., 1996) qui recouvre la face interne de la cavité médullaire (endoste cortical) et le tissu spongieux (endoste trabéculaire) (Barone ., 1999).

Sur le plan métabolique, l'endoste a un rôle dans le métabolisme phosphocalcique (c'est une zone où transitent les signaux chimiques régulateurs du métabolisme P/Ca). Il est doté d'un double potentiel ostéogénique et hématopoïétique, en effet il forme les cellules précurseurs des ostéoblastes et a donc un rôle important dans la cicatrisation et le turn over osseux. Cette couche est capable de s'épaissir en cas de lésions (Mathon ., 2009)

### **3.2.3. Le tissu osseux**

L'os est un tissu conjonctif hautement spécialisé, formé d'un assemblage de cellules et d'une matrice extra cellulaire particulière (Mathon., 2009).

### **3.2.4. Tissu cartilagineux**

Lorsque les ossifications enchondrales diaphysaires et épiphysaires ont atteint un certain degré d'évolution, il ne reste plus entre l'os diaphysaire et l'os épiphysaire qu'une mince lame cartilagineuse appelée : cartilage épiphysaire, dont l'épaisseur et l'aspect sont variables suivant les os.

Sur une coupe longitudinale de l'os, on peut lui distinguer trois zones qui sont :

- Au contact de l'os épiphysaire, une couche blanc-bleuâtre homogène, finement granuleuse, du cartilage hyalin.
- Au dessous, une couche jaunâtre, dense, transparente, d'aspect strié faite de cartilage dégénéré et calcifié : c'est la zone de dégénérescence et de calcification.
- Enfin, au contact de l'os diaphysaire, une couche de coloration rougeâtre renfermant de nombreux vaisseaux sanguins : c'est la zone d'ossification au niveau de laquelle s'amorce le dépôt osseux (zone d'ostéogénèse).

Pendant toute la période de croissance osseuse, le cartilage épiphysaire persiste.

Son rôle est double :

- \* Par sa présence, il maintient l'union de l'épiphyse à la diaphyse.
- \* Par sa prolifération osseuse, il assure la croissance de l'os en longueur (Balas & Philip., 2001 ; Prugnolle & Thoreau., 1996 ; Toppetts & al., 2004).

### **3.2.5. Moelle osseuse**

C'est un tissu conjonctif délicat qui occupe, sous des aspects divers, toutes les cavités des os.

Il existe trois variétés de moelles : moelle rouge, moelle jaune et moelle grise. Elles diffèrent par l'abondance ou l'absence de certains de leurs constituants cellulaires, ainsi que par leurs fonctions (Barone., 1986).

- La moelle rouge, génératrice de cellules sanguines, persiste chez l'adulte là où la matière osseuse a conservé sa consistance spongieuse. Dans l'os spongieux la moelle rouge comporte deux zones, au centre la moelle hématopoïétique ou hématogène et en périphérie, au contact de l'os, la moelle ostéogène, qui se confond avec l'endoste.
-

- Moelle jaune, avec la formation de la cavité médullaire, la moelle rouge se transforme dans la diaphyse en moelle jaune par accumulation d'adipocytes. En cas de nécessité, la moelle adipeuse se transforme à nouveau en moelle hématogène. **(Balas & Philip, 2001).**

- Moelle grise ou gélatineuse : n'est qu'une variété de la précédente, mais dépourvue de graisse. Elle existe normalement dans les os de la face et de la voûte crânienne **(Barone., 1986).**

### **3.2.6. Vaisseaux et nerfs**

La vascularisation est indispensable à la formation, à l'entretien et la réparation de l'os. Elle lui permet ainsi de remplir sa fonction biomécanique.

➤ Les artères sont de plusieurs sortes :

\* à l'exception des os courts, chaque pièce squelettique en reçoit une principale dite artère nourricière ; celle-ci se divise en deux ou plusieurs branches qui se ramifient finement.

Ces divisions se distribuent à la moëlle et au tissu spongieux, elles s'anastomosent aux autres subdivisions de l'os, lequel est ainsi baigné d'un réseau vasculaire continu.

\* des artères plus petites, épiphysaires et en général multiples pénètrent en divers points des extrémités des os longs. Elles se ramifient dans la substance spongieuse et leurs divisions entrent dans la constitution du réseau ci-dessus mentionné.

\* des artères périostales, très petites et nombreuses, abordent divers points du périoste, sous lequel elles forment un réseau.

Leurs divisions entrent dans l'os par les innombrables et minuscules trous de troisième ordre, pour rejoindre le réseau profond.

➤ Les veines ont généralement un trajet indépendant de celui des artères, elles baignent l'os d'un réseau intérieur plus riche encore que celui des artères.

➤ Les lymphatiques vrais sont absents dans le tissu osseux, mais des gaines péri-vasculaires y ont été décrites et peuvent en tenir lieu. Le périoste possède de véritables capillaires lymphatiques.

➤ Les nerfs suivent en général les artères. Ils sont peu nombreux dans le tissu

---

compact, plus abondants dans le tissu spongieux et distribués avec une richesse particulière dans la région sous-périostale (Balas & Philips., 2001 ; Barone., 1986).

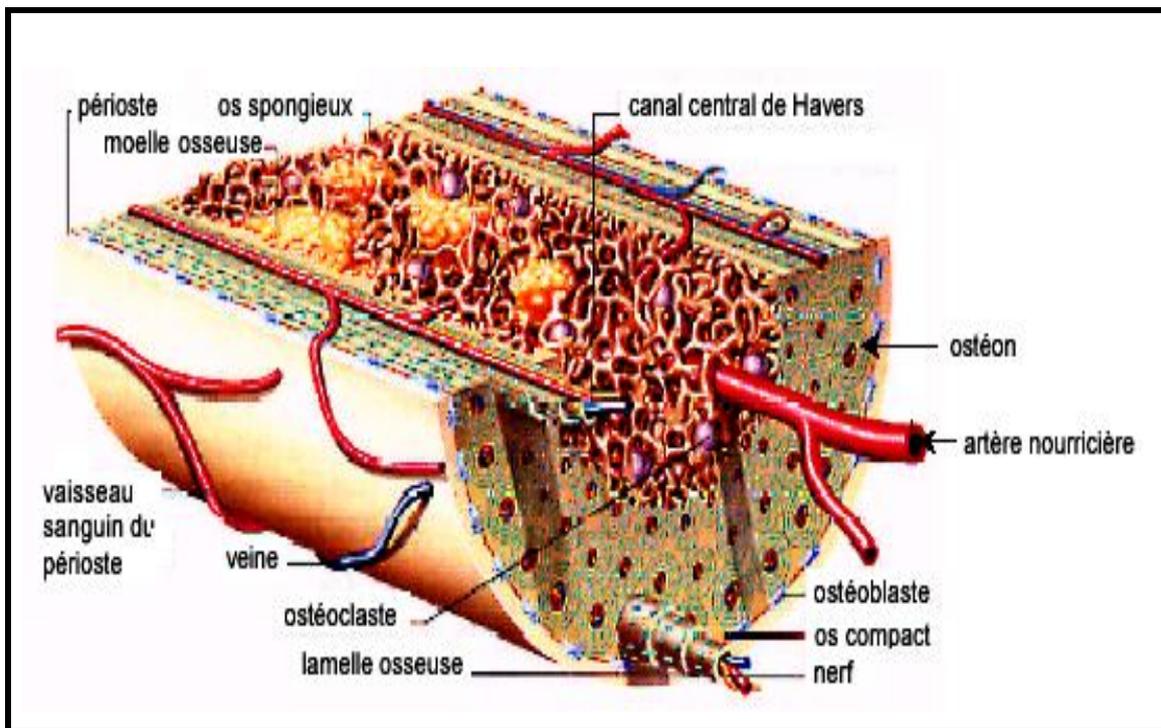


Figure 13 : Coupe d'os, vaisseaux et nerfs (Foucat, 2003).

### 3.3. La structure microscopique de tissu osseux et son rôle

#### 3.3.1. Les cellules osseuses (Figure 14, 15)

Deux lignées de cellules osseuses existent :

- la lignée stromale (cellules-souches mésenchymateuses pluripotentes) qui dérive des pré-ostéoblastes et formant les ostéoblastes, les cellules bordantes et les ostéocytes.

- la lignée hématopoïétique (cellule-souche hématopoïétique monocyttaire CFU-M) qui dérive des pré-ostéoclastes formant les ostéoclastes (Mathon ., 2009).

Les cellules bordantes, les ostéoblastes et les ostéocytes sont les cellules ostéoformatrices.

Les ostéoclastes sont ostéorésorbants. Les ostéoblastes, les ostéoclastes et les cellules bordantes de l'os se trouvent à la surface des plages de tissu osseux, alors que les ostéocytes sont situés à l'intérieur de la matrice osseuse (André & al., 2008).

### **3.3.1.1. Les ostéoblastes**

Sont des cellules cuboïdes, mononuclées, arrangées en palissade et reliées par des jonctions intercellulaires qui permettent des échanges de métabolites et signaux biologiques. Les jeunes cellules ont une grande capacité de synthèse protéique. Elles sont spécialisées dans la fabrication du tissu osseux, plus précisément la fraction organique de la matrice osseuse de ce fait, leur cytoplasme est riche en organites impliqués dans la synthèse protéique (réticulum endoplasmique granulaire abondant, appareil de Golgi volumineux).

Leur activité est couplée avec celle des ostéoclastes pour piloter les phénomènes de résorption osseuse (Mathon., 2009 ; André & al., 2008), elles secrètent également de nombreux facteurs de croissance à vocation paracrine et/ou autocrine (Balas & Philip., 2001).

Les ostéoblastes restent en surface de l'os, ils ne se déplacent pas, contrairement aux ostéoclastes. Une fois leur travail accompli, ils se transforment en cellules bordantes ou en ostéocytes ou mort par apoptose (Mathon., 2009).

### **3.3.1.2. Les ostéocytes**

Sont des anciens ostéoblastes qui ont perdu leur activité synthétique incapables de se diviser. Ces derniers se sont auto-emprisonnés dans la matrice osseuse minéralisée qu'ils synthétisaient car ils siègent le plus souvent entre les lamelles osseuses ou encore dans l'épaisseur même de celle-ci dans des logettes (ostéoplastes) d'où partent des canalicules anastomosés contenant leurs prolongements cytoplasmiques, fins, nombreux, plus ou moins longs, reliés entre eux par des jonctions communicantes. Leur corps cellulaire est de plus petite taille que celui des ostéoblastes, fusiforme, possédant moins d'organites que les ostéoblastes. Ils sont sensibles aux contraintes mécaniques du tissu osseux et, par le biais de jonctions intercellulaires, ils sont susceptibles de transmettre cette information mécanique aux cellules bordantes, qu'elles conditionnent alors les phénomènes de résorption osseuse (ostéogenèse ou ostéolyse). Les ostéocytes ne sont pas a priori impliqués directement dans la résorption osseuse (Barone ., 1999 ; Mathon., 2009 ; André & al., 2008).

Les ostéocytes, avec des capacités de synthèse et de résorption limitées, participent au maintien de la matrice osseuse et contribuent à l'homéostasie de la calcémie par

---

des phénomènes de déminéralisation et de reminéralisation sous l'influence de certains facteurs (parathormone, vitamine D, calcitonine) (André & al., 2008).

### **3.3.1.3. Les cellules bordantes**

Il s'agit de la population la plus importante d'ostéoblastes matures, la plupart sont des vieux ostéoblastes réformés ou des ostéoblastes au repos, susceptibles, s'ils sont sollicités, de redevenir des ostéoblastes actifs. Ce sont des cellules aplaties, avec peu de cytoplasme possédant peu d'organites et reliées entre elles et avec les ostéocytes voisins par des jonctions communicantes, disposées en monocouche tapissant la surface de l'endoste.

Leur capacité de synthèse est réduite mais leur rôle est très important, elles servent de relais aux signaux biologiques entre l'os et l'organisme via des jonctions intercellulaires, des récepteurs et des facteurs de croissance (Mathon., 2009 ; André & al., 2008) comme elles pourraient intervenir dans le remodelage osseux sous l'action de la parathormone, qui serait à l'origine d'une rétraction de la cellule permettant ainsi l'accès des cellules de la résorption à la surface osseuse (Marie., 1989).

### **3.3.1.4. Les ostéoclastes**

Les ostéoclastes se retrouvent partout où il y a de l'ostéolyse, par exemple lors de la fermeture du cartilage de croissance ou au niveau des foyers de résorption (Mathon., 2009).

Elles sont rares, ne représentant que 1% de la surface osseuse. Ce sont de grandes cellules polynucléées (2 à 10 noyaux), et de 50 à 100 micromètres, issues de la fusion de précurseurs mononucléés et sont à un stade terminal de différenciation, incapables de se diviser. Ce sont des cellules polaires avec un pôle basal régulateur et un pôle apical en bordure en brosse qui va sécréter des phosphatases acides et des collagénases. Grâce à ces enzymes et à une activité de phagocytose, les ostéoclastes vont détruire et résorber le tissu osseux.

Leur fixation à la surface de l'os va ainsi entraîner la constitution d'une lacune de résorption osseuse (aussi appelée lacune de Howship), après avoir creusé cette lacune, l'ostéoclaste se détache et circule jusqu'au prochain site de résorption osseuse donc ce sont des cellules mobiles, migratrices. Le P et le Ca libérés sont remis à la disposition de l'organisme (Barone., 1999).

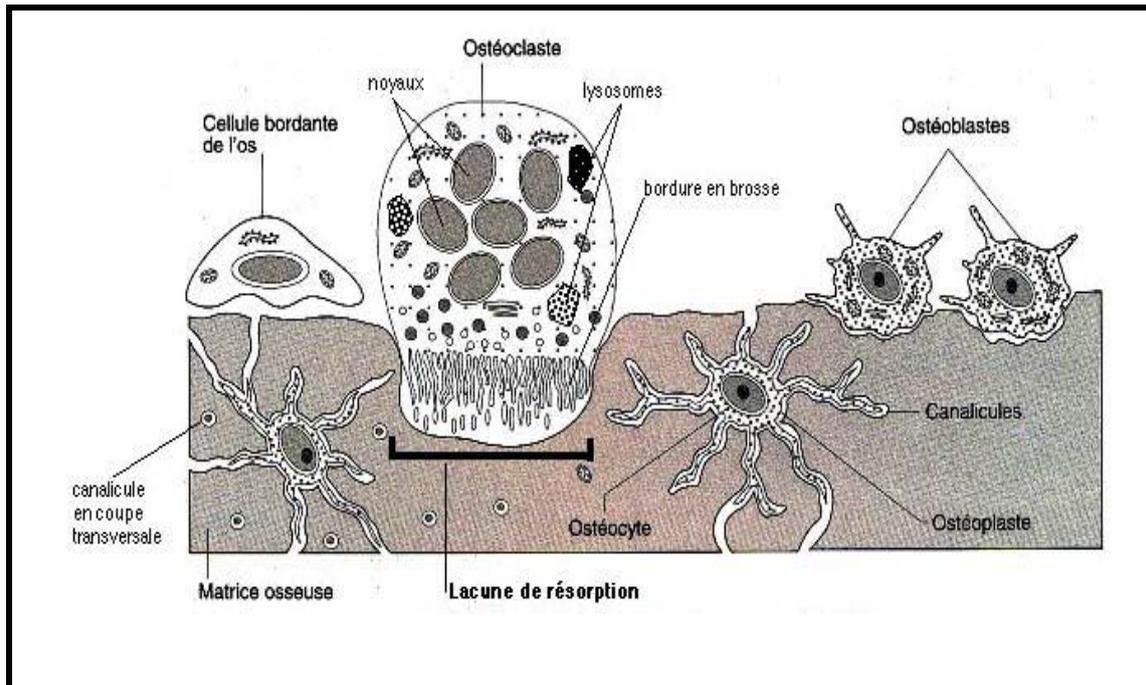


Figure 14 : Schéma montrant les différentes cellules et la matrice du tissu osseux (Balas & Philip., 2001).

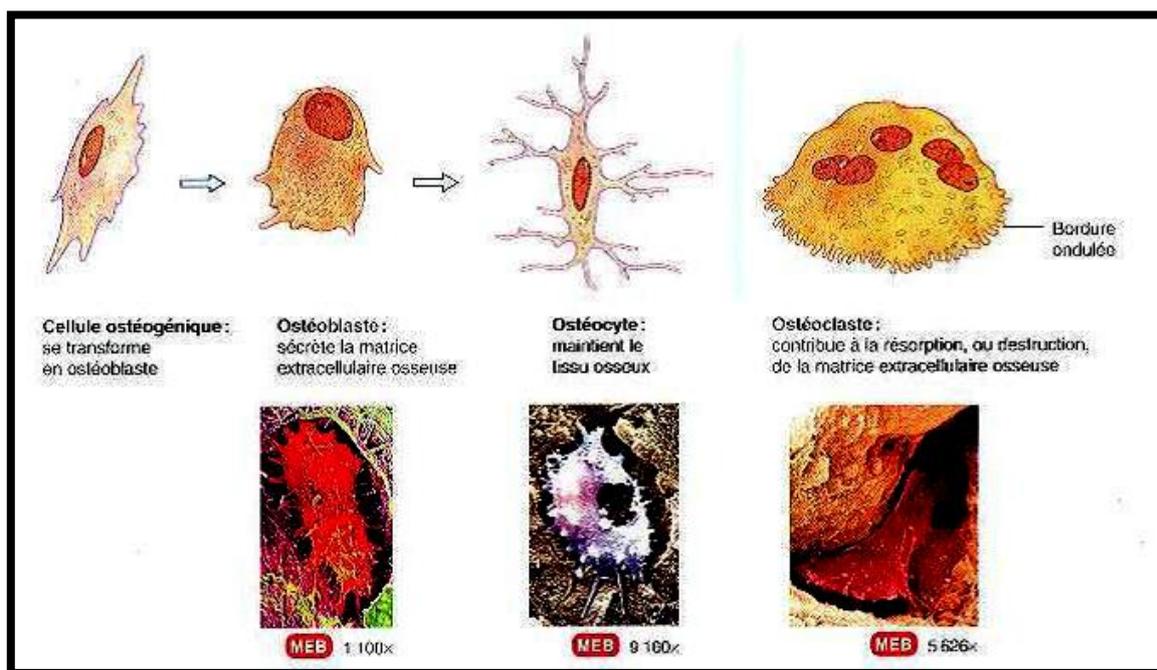


Figure 15 : Les types cellulaires dans le tissu osseux (Tortora & Derrickson ., 2007, cité par Saez., 2013).

### **3.3.2. La matrice extracellulaire osseuse**

La matrice extracellulaire est une trame conjonctive qui entoure les cellules, elle constitue la charpente de l'os occupe entre 92 à 95 % du volume tissulaire. Elle se compose de deux fractions : une fraction minéralisée représente (69-70%) de la matrice extracellulaire et une fraction protéique représente (21-22%) de la matrice extracellulaire et il y a aussi l'eau environ 9%, sa teneur est très variable en fonction de l'âge et du degré de minéralisation (**Barone., 1999 ; Mathon., 2009 ; Toppetts & al., 2004**).

#### **3.3.2.1. La phase minérale**

Elle est constituée de phosphate de calcium cristallisé (CaP) dont la principale forme est l'hydroxyapatite. On trouve également des phosphates tricalciques et des impuretés type carbonates en quantités réduites. Ces cristaux sont visibles en ME entre les fibres de collagène et/ou à l'intérieur de celles-ci, sous la forme de petites aiguilles hexagonales, denses aux électrons.

L'os, qui contient 98 % du calcium de l'organisme, représente un réservoir de calcium et joue un rôle primordial dans le métabolisme phosphocalcique. La minéralisation de la MEC osseuse rend compte de la dureté de l'os (**Barone., 1999 ; Mathon., 2009 ; André & al., 2008**).

#### **3.3.2.2. La matrice organique**

Nommée aussi la fraction protéique ou organique, elle est formée en majorité de collagène type I disposé en treillis et baignant dans une substance fondamentale composée d'eau, d'électrolytes et de protéines non collagènes comme les protéoglycanes, les glycoprotéines, des enzymes (**Barone R., 1999 ; Mathon., 2009**), l'ostéopontine (reliant l'hydroxy-apatite aux cellules osseuses), d'ostéonectine (intervenant dans la minéralisation par son affinité pour le collagène I et le calcium), d'ostéocalcine (marqueur des ostéoblastes matures, intervenant dans la minéralisation), de sialoprotéine osseuse et de thrombospondine (permettant l'attache des cellules osseuses à la MEC via un récepteur membranaire de la famille des intégrines).

La MEC osseuse contient des cytokines et facteurs de croissance sécrétés par les ostéoblastes et jouant un rôle fondamental dans la régulation du remodelage du tissu osseux et de la minéralisation de la MEC osseuse.

Les molécules de procollagène et de glycoprotéines sécrétées par les ostéoblastocytes s'assemblent en fibrilles de collagène (Sharir & al., 2008 ; Rho & al., 1998).

Les fibrilles de collagène, de 0,5  $\mu\text{m}$ , sont associées à des cristaux d'hydroxyapatite, et s'assemblent parallèlement et de façon solidaire en fibres de collagène (Sharir & al., 2008 ; Rho & al., 1998 ; Barone., 1986).

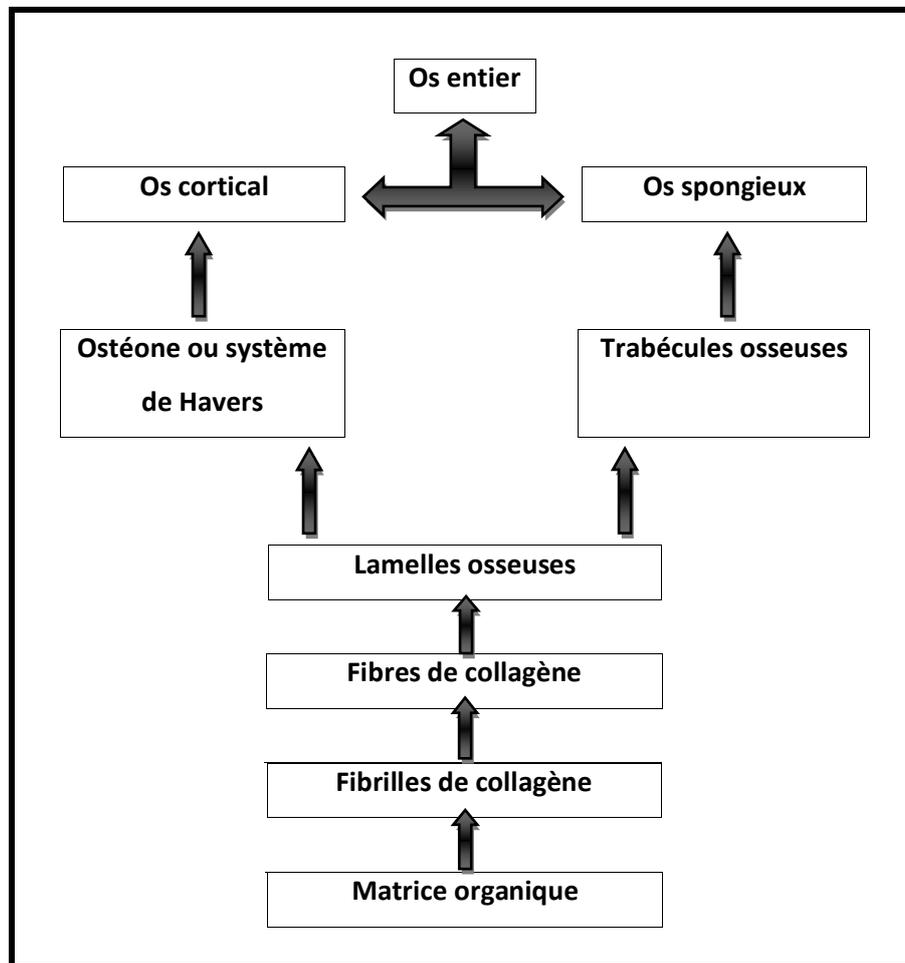


Figure 16 : Les différents niveaux d'organisation de l'os (Sharir & al., 2008).

Deux organisations différentes de la matrice extracellulaire sont rencontrées (Barone., 1999 ; Mathon, 2009).

### 3.3.2.2.1. L'os non lamellaire ou os réticulaire

Est un os immature et embryonnaire se rencontre dans les os en croissance ou en reconstruction où la minéralisation est directe sur la trame entrecroisée de fibres générées par les cellules mésenchymateuses. La matrice ne se dispose pas

en lamelles régulières, est alors non-organisée, anarchique et sans orientation fonctionnelle des fibres de collagène. On y trouve également des cellules en abondance. Ce type de structure n'est pas mécaniquement compétent et sera remanié par la suite en os lamellaire.

L'os réticulaire persiste dans les régions d'implantation des tendons et des ligaments, au niveau de la racine des dents (cément) (Barone., 1999 ; Mathon., 2009 ; Balas & Philip., 2001), comme il peut réapparaître en grande quantité dans les territoires où la néoformation de tissu osseux est très rapide : cals de fracture, foyers inflammatoires de l'os, les tumeurs ostéogéniques (Barone., 1986 ; Banks., 1993).

### **3.3.2.2.2. Le tissu osseux lamellaire**

Il est quasi présent dans le squelette adulte (Balas & Philip., 2001), il résulte de l'ossification secondaire du précédent (Prugnotte & Thoreau., 1996), les lamelles sont superposées concentriques avec un arrangement des fibres de collagène en différents plans dans lesquels les fibres et les microcristaux sont disposés dans le même sens.

C'est l'organisation définitive, structurée et mécaniquement compétente qui constitue la base de l'architecture de l'os spongieux et de l'os compact (Barone ., 1999 ; Mathon., 2009 ; Bobadilla Barrios., 1981)

#### **3.3.2.2.2.1. Le tissu osseux compact (ou cortical ou haversien) (Figure 17)**

L'os compact est présent dans la diaphyse et en fine couche dans les épiphyses des os longs, on le retrouve également dans les os plats et les os courts. Il présente la plus haute valeur mécanique avec un agencement concentrique des lamelles, formant des unités cylindriques, appelées ostéons, au centre desquels se trouve un canal nommé le Canal de Havers contenant un axe vasculaire (Barone ., 1999) et des filets nerveux amyéliniques enrobés d'un peu de tissu conjonctif lâche d'où la douleur ressentie lors des traumatismes ou des fractures. Les canaux de Havers sont reliés entre eux, avec la cavité médullaire et avec la surface de l'os par des canaux transversaux ou obliques, les canaux de Volkmann (André & al., 2008 ; Bernaudin ., 1997).

On observe donc une organisation concentrique avec les ostéoblastes en périphérie de l'axe vasculaire, puis une succession de lamelles, jusqu'à mesurer 2 mm de long

sur 200 µm de large. On a ainsi un empilement d'ostéons, selon l'axe diaphysaire. (Barone., 1999)

Entre les ostéones se trouvent des lamelles osseuses, vestiges d'ostéones anciens partiellement résorbés et constituant les systèmes interstitiels. La diaphyse des os longs est bordée extérieurement et intérieurement par des lamelles osseuses circonférentielles, réalisant le système circonférentiel externe et le système circonférentiel interne (André & al., 2008).

#### **3.3.2.2.2. Le tissu osseux spongieux (ou trabéculaire) (Figure 17)**

L'os spongieux ou trabéculaire est localisé dans les épiphyses des os longs et dans les os plats et courts. Il présente des ostéons moins épais, plus courts, irréguliers et plus flexueux et des lamelles organisées selon un schéma différent (Barone., 1999), donc l'os spongieux est formé par un lacis tridimensionnel de spicules ou trabécules de tissu osseux, ramifiés et anastomosés, délimitant un labyrinthe d'espaces intercommunicants occupés par de la moelle osseuse et des vaisseaux (André & al., 2008).

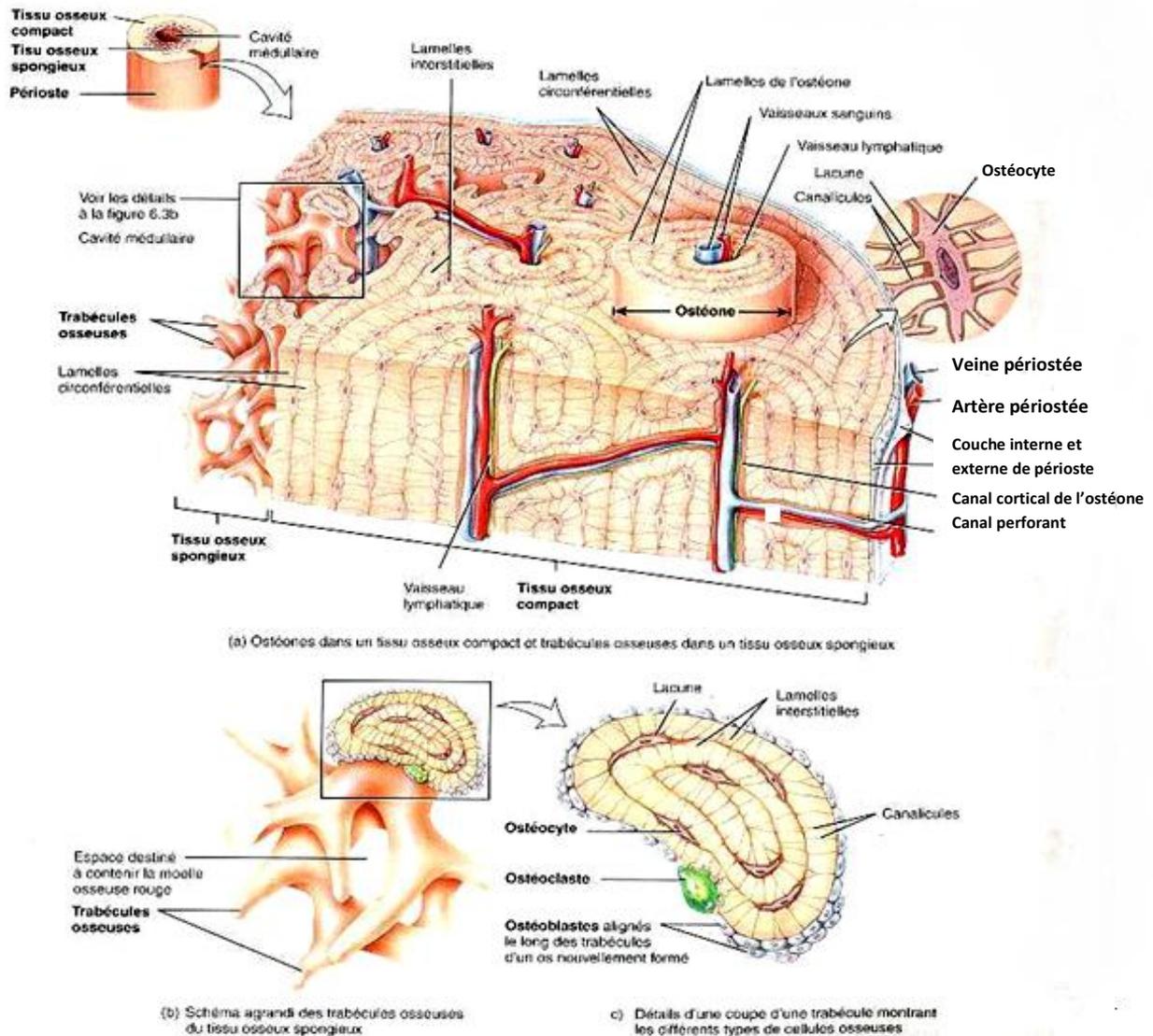


Figure 17 : Histologie du tissu osseux compact (a) et du tissu osseux spongieux (b et c).  
(Tortora & Derrickson ., 2007, cité par Saez., 2013).

### 3.4. La fonction de tissu osseux

Le tissu osseux, comme le tissu cartilagineux, est un « tissu squelettique », caractérisé par la nature solide de la MEC qui a la particularité de se calcifier, ce qui la rend opaque aux rayons X et permet l'étude des os par radiographie.

Le squelette a 3 fonctions.

- **Fonction mécanique** : le tissu osseux est un des tissus les plus résistants de l'organisme, capable de supporter des contraintes mécaniques, donnant à l'os son rôle de soutien du corps et de protection des organes.
- **Fonction métabolique**: le tissu osseux est un tissu dynamique, constamment remodelé sous l'effet des pressions mécaniques, entraînant la libération ou le stockage de sels minéraux, et assurant ainsi dans une large mesure (conjointement avec l'intestin et les reins) le contrôle du métabolisme phosphocalcique.
- **Fonction hématopoïétique** : les os renferment dans leurs espaces médullaires, la moelle hématopoïétique, dont les cellules souches, à l'origine des 3 lignées de globules du sang, se trouvent au voisinage des cellules osseuses. Les cellules stromales de la moelle osseuse fournissent un support structural et fonctionnel aux cellules hématopoïétiques. Certaines d'entre elles sont des cellules-souches multipotentes susceptibles de se différencier dans de multiples lignages différents (fibroblastes, chondrocytes, ostéoblastes, adipocytes...) (André & al., 2008).

### 3.5. Structure des os métacarpiens et métatarsiens (figure 12)

Les os métacarpiens et métatarsiens principaux ou os canon sont constitués sur le type structural des os longs (Barone., 1986).

**Le tissu compact** est épais et très dense. Il est remarquablement plus épais le long de la face dorsale. On peut dire que la paroi dorsale de l'os canon forme le pilier diaphysaire ; cet os reçoit des chocs considérables lors de grandes allures et y résiste par sa structure très compacte.

**Le tissu spongieux de l'extrémité proximale** est composé de travées qui partent de la lame compacte de la surface articulaire proximale pour aller prendre appui sur la paroi diaphysaire.

**Le tissu spongieux de l'extrémité distale** présente une disposition comparable à celle de l'extrémité proximale.

Du point de vue mécanique, les os métacarpiens et métatarsiens sont donc remarquablement organisés pour résister principalement aux pressions. Les lignes de résistance que l'on retrouve dans son tissu spongieux sont dirigées de façon à diviser ces pressions et à les faire agir sur de massifs piliers de tissu compact pouvant résister à des charges considérables (Barone., 1986).

## 4. RAPPELS SUR L'OSTEOMETRIE

### 4.1. L'ostéométrie

#### 4.1.1. Définition

À la fin du XIXe siècle apparaît une des formes de scientisme, par laquelle des chercheurs européens tentent de mettre en place un système ayant pour but de prouver la supériorité des Blancs. Le plus célèbre de ces savants est sans aucun doute Paul Broca, fondateur de la Société d'anthropologie de Paris en 1859 et inventeur d'une «science» étonnante, la crâniométrie, qui découle de la crâniologie. On rassembla des collections de crânes et on mesura sans relâche. Avec la crâniométrie, les savants de l'époque établissent une sorte de palmarès des intelligences. En 1882, le collègue et principal disciple de Broca, le Dr Paul Topinard, dresse le tableau d'années de recherches et de mesures : en moyenne, la capacité crânienne chez les hommes européens est de 1560 cm<sup>3</sup> ; chez les asiatiques, de 1510 ; chez les Noirs d'Océanie, de 1460; enfin, chez les Noirs d'Afrique, de 1405. Les recherches portèrent également sur les diverses parties du squelette, colonne vertébrale, ceintures scapulaires et pelviennes, os longs des membres et extrémités (mains et pieds), bien que, dans ce domaine, les différences raciales furent en général moins accusées qu'en crâniométrie. C'est ce qu'on nomma **l'ostéométrie**. L'ostéométrie est la science « qui étudie la mesure de l'ensemble des os du squelette »

On calcula également la taille et les proportions du corps et des membres sur le sujet vivant. La variabilité suivant l'âge, le sexe, la race fut soumise au contrôle rigoureux des mensurations. Des silhouettes schématiques furent dressées et leurs superpositions permirent la comparaison rapide de la constitution générale des types ethniques et l'étude des variations sexuelles ou individuelles au sein d'un même groupe. C'est ainsi que l'anthropométrie devint une branche scientifique de l'anthropologie (Patry., 2008 ; PAIR., 2011).

#### 4.1.2. Intérêt

L'ostéométrie présente plusieurs intérêts en archéozoologie.

➤ Elle peut aider à la détermination d'espèces proches, à la détermination du sexe, ou encore les pathologies de l'animal.

- Elle peut être mise à contribution pour estimer l'âge d'abattage.
- Elle permet également de décrire certaines caractéristiques des animaux, notamment la stature et la gracilité.

La stature est estimée à partir de la longueur totale des os longs du membre, mais peut aussi être estimée avec moins de précision cependant pour d'autres pièces (talus, calcaneum). La gracilité est décrite au moyen de l'indice de gracilité (rapport entre la largeur minimale de la diaphyse et de la longueur totale de l'os). Elle s'inscrit dans un cadre beaucoup plus large que celui de l'étude d'un seul site archéozoologique. Ainsi la synthèse de résultats obtenus sur différents sites ou différentes périodes permet de suivre l'évolution staturale des espèces animales dans l'espace ou le temps (Chaix & Meniel., 2001).

La stature, estimée par le calcul de la hauteur au garrot, est un concept plus concret à comprendre que l'analyse des données ostéométriques brutes. Mais ce calcul est entaché de nombreuses imprécisions (Forest., 1998).

Afin de pouvoir rendre exploitables les données ostéométriques, il est important de suivre les procédures normalisées qui définissent des points de repère clairs et des manières de prendre les mesures.

## **4.2. L'achéozoologie**

### **4.2.1. Définition**

L'achéozoologie est la science « qui étudie les relations de l'homme avec le monde animal dans le passé ». Plus concrètement, c'est une discipline qui s'intéresse aux restes animaux découverts lors de fouilles archéologiques (Chaix & Meniel., 2001).

Depuis le milieu du XXe siècle, l'achéozoologie s'est développée et les études fauniques sont devenues systématiques et codifiées dans les études des sites archéologiques de toute période. Petit à petit, les ossements furent mesurés selon diverses méthodes en fonction des chercheurs et des données ostéométriques furent enregistrées pour un certain nombre de sites (Arbogast., 1994 ; Bönkönyi., 1974 ; Hachem., 1995 ; Müller., 1964 ; Meniel., 1984 ; Poulain., 1984 ; Tresset., 1996).

#### **4.2.2. Intérêt**

L'achéozoologie permet, à travers l'étude des ossements des animaux retrouvés sur les sites archéologiques, de nous renseigner sur les principales espèces auxquelles les hommes ont eu à faire, sur leur utilisation, leur gestion et sur le mode de vie des groupes humains, comme elle permet d'approcher les habitudes alimentaires et les techniques d'élevage des populations passées (**Chaix & Meniel., 2001 ; Vigne., 2004**).

L'archéozoologie est un champ de recherches en pleine activité. Le Conseil international pour l'archéozoologie (ICAZ) organise une conférence internationale tous les quatre ans, réunissant de nombreux scientifiques autour de divers sujets ; la domestication, son histoire, sa compréhension, en représentent l'un des piliers. Cette histoire peut aider à identifier les cheminements ayant conduit aux peuplements et à la diversité actuels des espèces domestiques et à une meilleure interprétation de leurs impacts sur les écosystèmes peu à peu envahis. C'est sans doute aussi une possible introduction à l'épidémiologie des micro-organismes associés à ces espèces et à ces mouvements (**Moutou & Pastoret., 2010**).

# *Chapitre 2*

## *Matériel & Méthode*

## 1. MATERIEL EXPERIMENTAL

### 1.1. Animaux (photos 7. 8. 9.10.11.12)

Cette étude a porté sur les métapodes des caprins appartenant de la population autochtone. Cette dernière est en général caractérisée par son corps anguleux, sa taille appréciable, sa mamelle développée, ses poils longs et ses robes de différentes couleurs (khelifi., 1997) (voir chapitre 1).



Photo 7



Photo 8



Photo 9

Photos 7. 8. 9 : Chèvres de la population autochtone.



Photo 10



Photo 11

Photos 10. 11 : Mâles de la population autochtone.

Avant d'entrer dans le vif de l'étude, il nous semble intéressant de fournir une présentation succincte des caractéristiques du métapode ainsi que l'étendue des informations accessibles à partir de son étude.

### **1.1.1. Caractères généraux des métapodes chez les caprins**

#### **1.1.1.1. Propriétés anatomiques**

Elles ont été abordées en détail dans les rappels anatomiques.

Chez les Artiodactyles, le membre assure les fonctions de support et de déplacement du corps de l'animal, comme chez tous les vertébrés terrestres en étant pourvus (**Barone., 1986**).

Au sein de ce membre, le métapode correspond au second segment de l'autopode, formé chez les caprins d'un os unique, l'os canon, résultant de la soudure des os métacarpiens et métatarsiens III et IV, caractère fondamental des artiodactyles. Cette soudure s'accompagne de l'onguligradie (**Barone ., 1986; Grasse., 1955 et 1967**).

#### **1.1.1.2. Importance scientifique**

Ce segment, on ne cesse de le répéter, supporte le poids de l'animal, à l'exception des phalanges et en subit les contraintes mécaniques. Chez les bovins, **Guintard (1996)** a pu montrer que la morphologie de cet os renseigne sur le poids, le sexe, l'âge de l'animal, la hauteur au garrot. Il le considère d'ailleurs comme un pilier de l'archéozoologie, d'une part pour les raisons déjà évoquées, d'autre part parce qu'il est souvent bien conservé dans les champs de fouille (**Guintard., 1998**).

Bovin, ovin et caprin ayant une parenté phylogénétique récente et le métapode exerçant chez ces espèces des fonctions identiques, il apparaît raisonnable de considérer que les mêmes informations peuvent être tirées du métapode de caprin. Ce dernier est d'ailleurs utilisé dans bon nombre d'études archéozoologiques. Parmi les informations essentielles accessibles à partir du métapode, on signalera la hauteur au garrot qui constitue pour **Audouin-Rouzeau (1991)** un véritable « fait d'Histoire » pertinent et riche en enseignements.

**Guintard (1998)** inclut d'ailleurs tout naturellement l'archéozoologie dans une « approche pluridisciplinaire du fait historique ».

De nombreux auteurs se sont aussi attachés à déterminer les relations reliant la longueur des os longs à la hauteur au garrot chez les différentes espèces

domestiques (Zalkin, 1961 ; Haak, 1965 ; Teichert, 1975; Driesch von den & Boessneck, 1974). Chez les grands ongulés, Guintard (1996), s'inspirant de Nickel et al (1961), souligne que toute variation de la grande longueur de l'os entraîne une variation quasi-identique de la hauteur au garrot, de part la position quasi-verticale de l'os. Le calcul d'un coefficient, constitué par le rapport entre la hauteur au garrot et la grande longueur du métapode, permet donc de retrouver la hauteur au garrot à partir de la grande longueur du métapode, pour peu que le coefficient reste constant. On conçoit donc facilement l'intérêt d'un tel calcul pour les archéozoologues, qui accèdent à une caractéristique majeure du phénotype de l'animal, à partir d'un simple paramètre osseux.

Sans s'appesantir sur la question, il faut toutefois préciser que le problème réside dans la constance du rapport que l'on vient de définir. En effet, celui-ci varie selon de nombreux paramètres dont la race, chez les bovins comme chez les ovins (Guintard., 1996), s'en référant à Hammond (1932).... Il faut donc rester vigilant et s'assurer d'utiliser des rapports définis pour des populations de type morphologique proche de celles étudiées.

### **1.1.2. Matériel osseux**

#### **1.1.2.1. Répartition**

La chèvre algérienne autochtone a été très peu étudiée et cette étude a pour objectif de réaliser pour la première fois une approche ostéométrique des métapodes (os canon). Un échantillon a été formé de 62 métacarpiens droits de caprins. Pour chaque animal, le poids de la carcasse, l'âge et le sexe ont été enregistrés. Une fois préparé par ébullition, chaque os a été mesuré (7 mesures linéaires) et les indices de la finesse de l'extrémité proximale et de l'axe ont été calculées. Les résultats préliminaires de ces travaux sont basés sur un échantillon de 26 mâles âgés de 4 mois à 4 ans dont le poids varie de 6 à 32 kg, et 36 femelles, âgées de 3 mois à plus de 5 ans dont le poids varie de 5 à 16 kg. Un effectif total de 56 individus âgés de plus de 6 mois qui sont donc considérés comme ayant atteint leur taille adulte est considérée.

Deux propositions sont faites pour la répartition des individus et qui sont présentées dans les tableaux 10 et 11. Cette répartition se fait en fonction du sexe et de l'âge dans les deux tableaux.

Tableau 10 : Classes d'âge (première proposition).

Age	Classe	Mâles	Femelles	Total
0 < âge ≤ 2 ans	juvénile	18	19	37
2 ans < âge ≤ 3 ans	Jeune adulte	4	5	9
3 ans < âge ≤ 7 ans	adulte	4	12	16
Population totale		26	36	62

Pour chacun des deux sexes, trois classes d'âges ont été constituées : des animaux âgés moins de 2 ans, dits juvéniles (J), les animaux de 2 à 3 ans, dits jeunes adultes (JA), et des animaux de 3 à 7 ans, dits adultes (A).

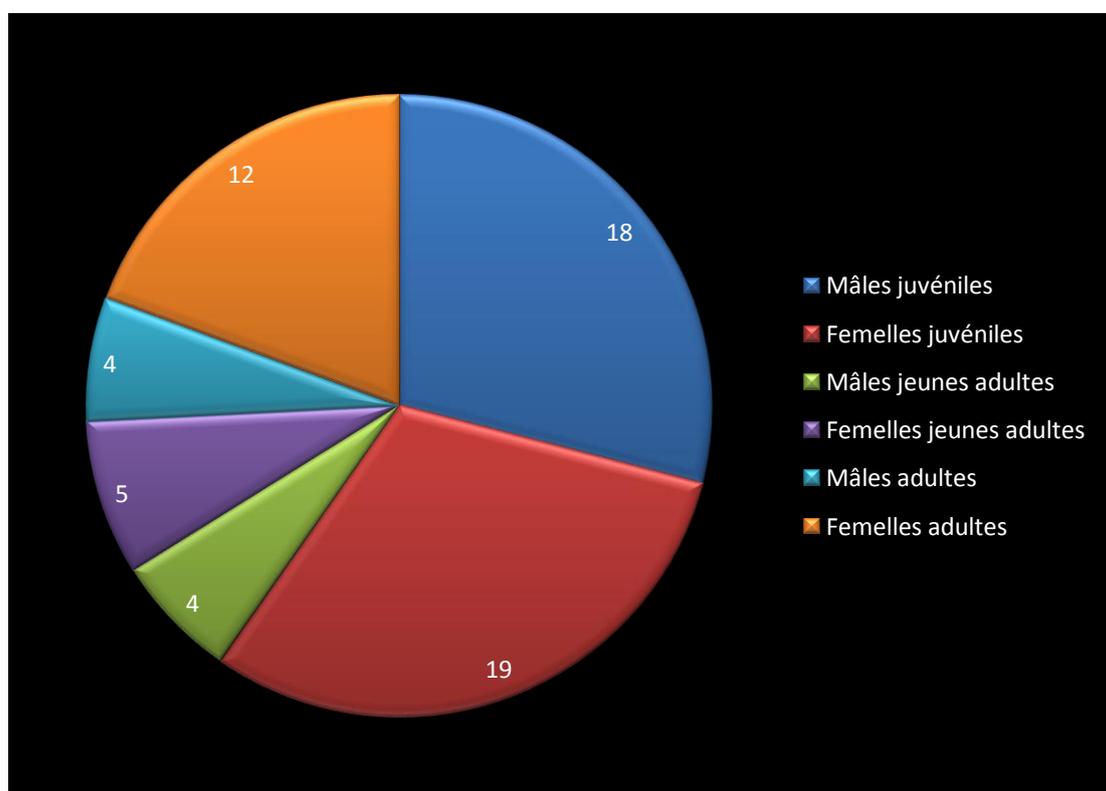


Figure 18 : Répartition des animaux.

Tableau 11 : Classes d'âge (deuxième proposition).

Age	Classe	Mâles	Femelles	Total
âge < 3 ans	Jeune adulte	19	20	39
3 ans ≤ âge < 7 ans	adulte	7	16	23
Population totale		26	36	62

Dans cette proposition, nous avons divisé l'effectif en deux classes d'âges : des animaux âgés de moins de 3 ans, dits jeunes adultes (JA), et des animaux âgés de 3 à 7 ans, dits adultes (A).

❖ C'est cette proposition qui a fait l'objet des études statistiques.

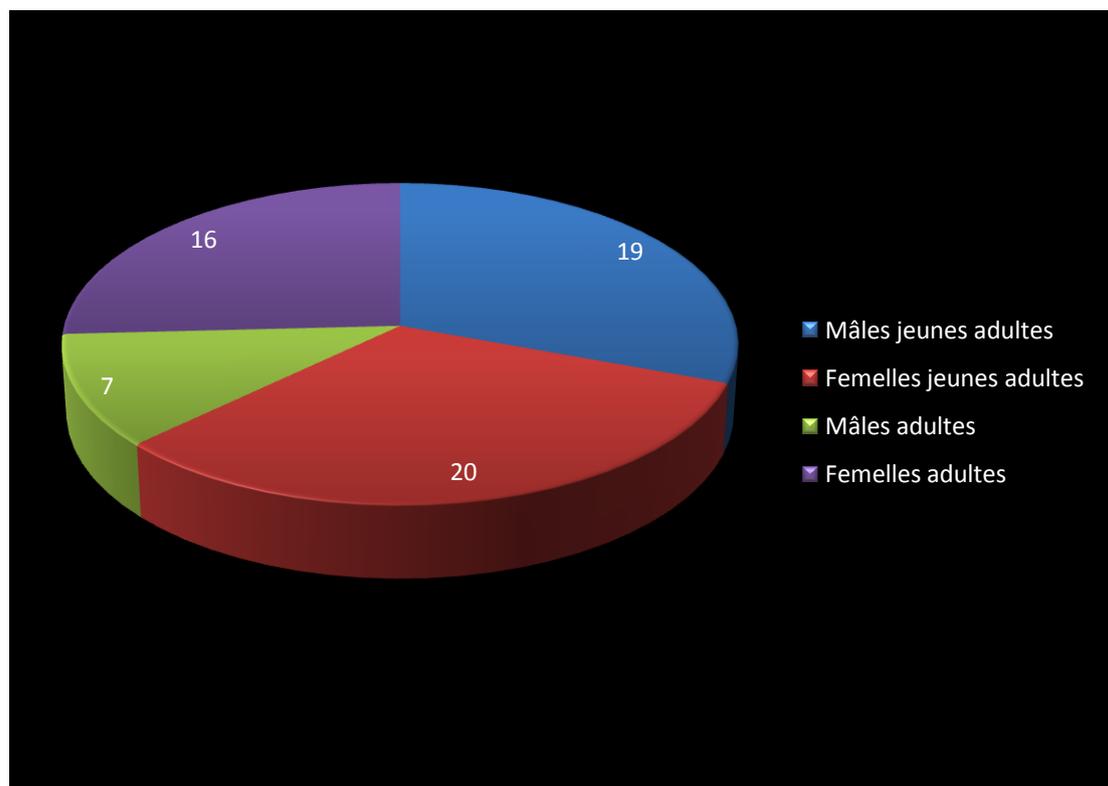


Figure 19 : Répartition des animaux.

La séparation des individus en classes est basée sur deux critères :

- le premier nécessite la maîtrise de la chronologie dentaire
- le second, est celui du degré d'ossification (synostose de l'épiphyse distale).

**NB** : Pour la détermination de l'âge, nous avons eu recours à l'expérience des éleveurs et des bouchers grâce à l'examen de la dentition qui reste la méthode la plus couramment utilisée par les éleveurs.

La traduction de la chronologie dentaire chez les petits ruminants conduit à des appellations locales telles que, theni (01 ans), rebaa (02 ans), sdass (03 ans), jamel (04 ans). A partir de 4 ans, l'âge est déterminé approximativement par le degré d'usure des dents (voir le rappel de dentition).

### 1.1.2.2. Origine

En ce qui concerne leur l'origine, les métapodes étudiés proviennent de sources variées que l'on peut classer ainsi :

- Animaux dont les membres ont été prélevés aux divers abattoirs
- Animaux d'origines diverses, récupérés ponctuellement

L'annexe III récapitule de façon précise les origines du matériel osseux de chaque individu.

Ces mêmes métapodes ont été récupérés sans choix préalable de la provenance des animaux. L'origine des animaux est méconnue ou volontairement ignorée, parfois inventée ou vaguement située par les éleveurs ou bouchers. Les métapodes prélevés sont tous des droits.

### 1.1.3. Matériel utilisé pour l'obtention des métapodes (annexe I)

Tous les métapodes ont suivi le traitement suivant.

- **Détachement** : Un matériel de dissection sommaire (bistouri, ciseaux droits, gants) a permis la séparation des membres du reste du corps.
- **Cuisson** : Elle permet de séparer le tissu osseux des tissus mous associés, avec un maximum de confort et d'efficacité. Cette opération a nécessité l'usage d'une marmite de grande capacité, adaptée à la cuisson des pièces anatomiques.
- **Dissection** : Le même matériel de détachement que celui utilisé précédemment (Bistouris, ciseaux droits, pinces) est utilisé pour l'extraction de l'os hors de son enveloppe de tissus mous, après la cuisson.

### 1.1.4. Matériel de mesure

Pour les mesures ostéométriques, un «  *pied à coulisse*  » a été utilisé digitale.

#### **1.1.4.1. Caractéristiques techniques du pied à coulisse**

- Échelle mesurée : 0-150 mm / 0-6 in.
- Sensibilité : 0.01 mm.
- Résolution : 0.01 mm / 0.0005 in.
- Précision : +-0.03 mm / 0.001in.
- Repeatability: 0.01mm/0.0005 in.
- Système de mesure : capacité de mesure linéaire de 0-150 mm.
- Affichage : LCD.
- Vitesse maximale de mesure : 1.5 m/sec.
- Température du travail : 5°-40°c.
- Influence d'humidité : pas d'effet à une humidité relative inférieure à 80%.

#### **1.1.5. Matériel de la pesée des métapodes**

Une balance alimentaire électronique a servi pour réaliser les mesures pondérales des os (précision le g).

La balance est de marque Zinati Electronics (min : 200g, max : 30kg)

#### **1.1.6. Matériel utilisé pour le traitement statistique :**

La saisie des données a été réalisée à l'aide d'un micro-ordinateur portable. L'analyse statistique, quant à elle effectuée grâce aux logiciels EXCEL 2007 et STATISTICA.

## **2. METHODE UTILISEE (annexe I)**

### **2.1. Préparation des métapodes**

Tous les métapodes recueillis dans le cadre exclusif de cette étude ont subi la préparation suivante.

#### **2.1.1. Prélèvement des membres**

Suite à l'abattage, les os canons antérieurs et postérieurs droits ont été prélevés respectivement au dessous du carpe et du tarse et mis en relation avec l'animal de départ.

Pour le prélèvement, nous avons opéré de la manière suivante : quelques coups de couteau judicieusement donnés de manière à sectionner les ligaments et tendons au niveau du carpe ou du tarse, en fonction du membre concerné, permettent une séparation aisée de la partie distale du membre : Basipode+métapode+acropode.

On obtient la portion distale du squelette appendiculaire, encore entourée des tissus musculaires, ligamentaires et cutanés, dont l'étape suivante permet de s'affranchir. Les membres sont sectionnés au niveau de l'articulation carpo-métacarpienne pour le membre thoracique et tarso-métatarsienne pour le membre pelvien. Les phalanges sont à leur tour, sectionnées au niveau des articulations métacarpo-phalangienne et métatarso-phalangienne.

Au total, 62 métacarpes droits et 62 métatarses droits ont donc constitué la base de données de l'étude. Ces 124 métapodes ont subi par la suite d'autres opérations.

### **2.1.2. Emballage et le dépouillement**

Après la séparation des métapodes de la carcasse, un sachet à usage alimentaire a été utilisé pour emballer chaque membre. Les membres sont numérotés afin d'être identifiés et seront plus tard étiquetés pour éviter une éventuelle confusion entre les différentes pièces.

A l'aide d'un couteau bien aiguisé et parfois d'un bistouri, chaque os est mis à découvert par l'enlèvement de la peau puis des parties molles environnantes. Les productions vasculaires et tendineuses de cette région ont été soigneusement sectionnées tels : l'extenseur dorsal, les fléchisseurs superficiel (perforé) et profond (perforant) des doigts ainsi que le muscle interosseux III et IV pour pouvoir faire une mise à nu correcte de l'os.

### **2.1.3. Cuisson**

Tous les membres ont été plongés séparément dans une grosse marmite adaptée à la cuisson des pièces anatomiques. La cuisson en elle-même consiste en un passage de quelques heures à ébullition.

Il n'y a pas de règle stricte quant à la durée, mais celle-ci doit être suffisante pour obtenir un ramollissement adéquat des tissus mous, et elle est plus longue pour les métapodes des individus les plus âgés à cause de la dureté de la peau. Une cuisson trop prolongée n'est pas non plus souhaitable, car le tissu osseux peut être altéré à la longue. En pratique, une durée de deux à trois heures à l'ébullition est suffisante.

La cuisson effectuée va permettre une nouvelle dissection avec un maximum de confort et d'efficacité et beaucoup plus simple cette fois-ci.

#### **2.1.4. La dissection**

L'opération se fait après cuisson, à l'aide d'un petit couteau ou bistouri permettant l'extraction de l'os hors de son enveloppe de tissus mous qui restent après la première dissection (le dépouillement).

Les tissus se dilacèrent spontanément ainsi que les morceaux de chair restants et le métapode est extrait, nettoyé à l'eau de nouveau puis séché. Il est ainsi prêt et l'identification peut se faire.

Chaque paire de métapodes sera étiquetée et numérotée (le même numéro pour métacarpe et le métatarse) pour éviter une éventuelle confusion entre les différentes pièces.

#### **2.1.5. L'étiquetage**

L'enregistrement de tous les renseignements (sexe, poids de carcasse, âge) et les différentes mesures de chaque métapode en relation avec le numéro correspondant sont rassemblés dans un tableau. (Annexe I et II)

### **2.2. Réalisation des mesures (annexe I)**

#### **2.2.1. Les mesures pondérales**

Deux mesures pondérales sont effectuées :

- le poids de chaque os après séchage, à l'aide d'une balance alimentaire (Balance électronique alimentaire de marque Zinati Electronics, précision le gramme) noté PMC et PMT soit masse du métapode entier, respectivement du métacarpe et du métatarse ;
- Le poids de carcasse, pour chaque animal, a également été enregistré, la précision est le kilogramme.

#### **2.2.2. Les mesures ostéométriques**

##### **2.2.2.1. Les repères anatomiques**

Une fois les métapodes « prêts à l'emploi », nous procédons à la réalisation des mesures ostéométriques de toutes les pièces osseuses au moyen d'un pied à coulisse en nous aidant de certains repères anatomiques.

Avant de présenter les mesures réalisées, il convient de placer les points de repères sur lesquels elles s'appuient. (Voir les figures 20 et 21)

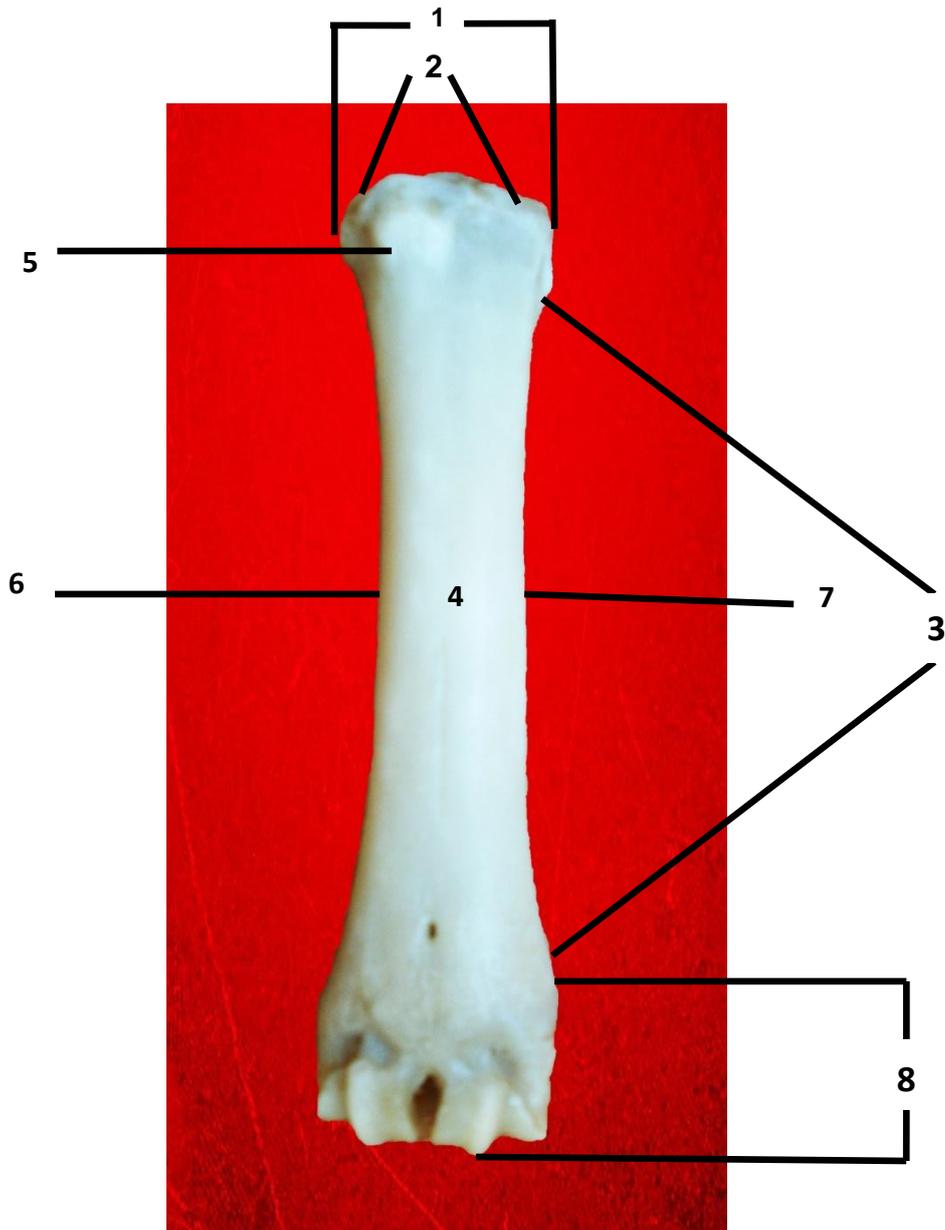


Figure 20 : Repères anatomiques sur un métacarpien de caprin.

### Légendes

1. *Basis* : Extrémité proximale de l'os
2. *Facies articularis* : Surface articulaire avec le carpe.
3. *Corpus* : Corps de l'os.
4. *Facies dorsalis* : Face dorsale de l'os.
5. *Tuberositas ossis metacarpalis III* : Tubérosité dorso-médiale située à la base de l'os métacarpien III, où s'insère le muscle extenseur radial du carpe.
6. *Margo medialis* : Bord médial.
7. *Margo lateralis* : Bord latéral.
8. *Caput* : Tête du métacarpe, c'est-à-dire son extrémité distale (Masseau et al., 2004).

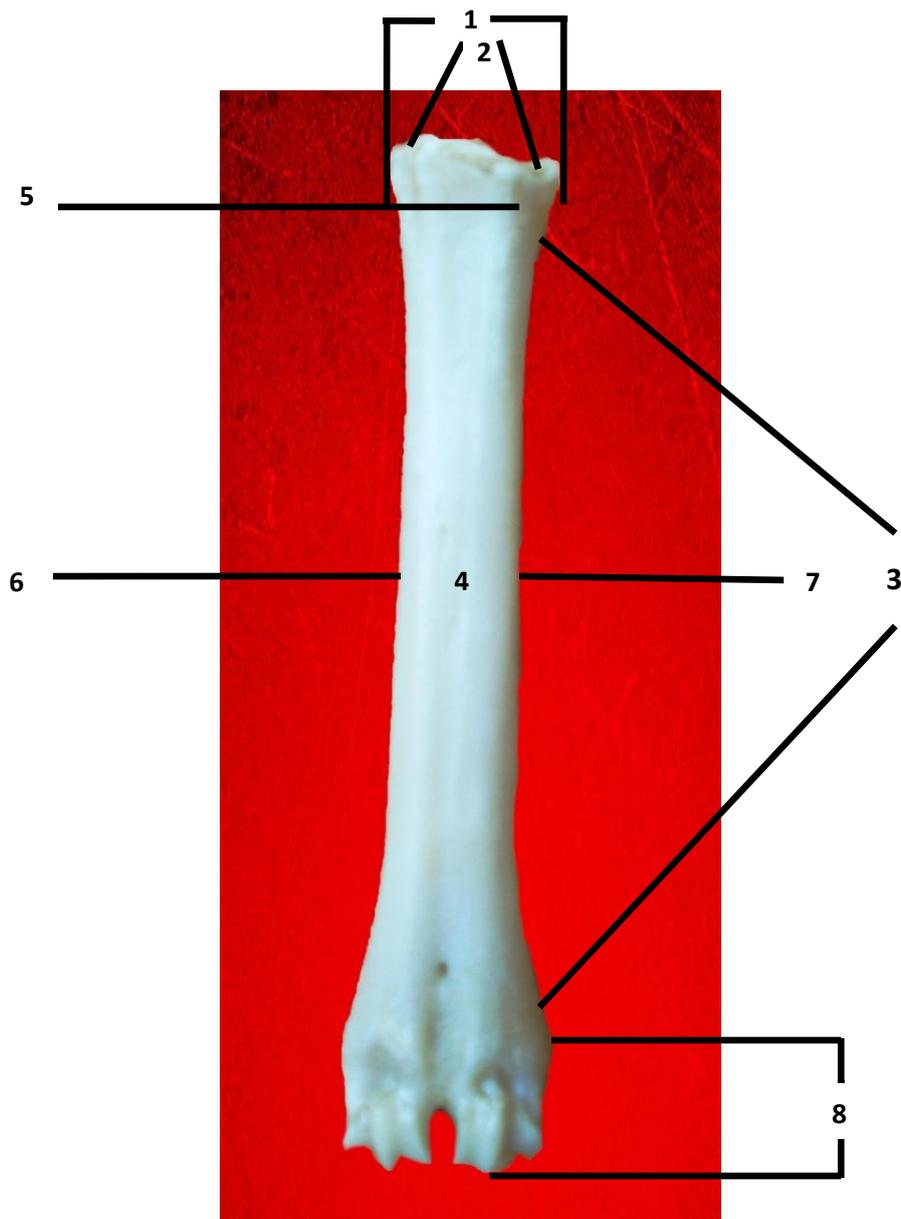


Figure 21 : Repères anatomiques sur un métatarsien de caprin.

### Légendes

1. *Basis* : Extrémité proximale de l'os.
2. *Facies articularis tarsea* : Surface articulaire avec le tarse.
3. *Corpus* : Corps de l'os.
4. *Facies dorsalis* : Face dorsale de l'os.
5. *Tuberositas ossis metatarsalis III*: Tubérosité dorsale, située à la base de l'os métatarsien III
6. *Facies lateralis* : Surface latérale.
7. *Facies medialis* : Surface médiale.
8. *Caput* : Tête du métatarse, c'est-à-dire son extrémité distale (Masseau et al., 2004).

### 2.2.2.2. Mesures effectuées

#### 2.2.2.2.1. Origines

7 mesures ont été retenues dans le cadre de cette étude. Elles englobent une partie des mesures rencontrées dans la littérature et permettent d'obtenir une « vision » globale de l'os, par des mesures de longueur, largeur, épaisseur, à tous les niveaux de l'os : base, corps et tête.

Le tableau 12 récapitule les origines bibliographiques de chaque mesure.

Tableau 12 : Origines des mesures, classées par source bibliographique (Lallemand., 2002).

Mesures	Source bibliographique
<b>GL, Bp, Bd</b>	BOESSNECK j & al. : Die Tierknochenfunde aus dem Oppidum Von Manching. Wiesbaden : Franz Steiner Verlag GMBH, 1971,280-281.
<b>GL, Bp, Bd</b>	BÖKÖNYI S.: Animal Husbandry and Hunting in TacGorsium. The Vertebrate Fauna of a Roman Town in Pannonia. Budapest: Akadémiai Kiado, 1984, 165-173.
<b>GL, Bp, Bd</b>	DAVIS S.: Measurements of a Group of Adult Female Shetland Sheep. Skeletons from a Single Flock: a Baseline for Zooarchaeologists. Journal of Archaeological Science, 1996, 23,593-612.
<b>GL, Bp, Bd, Dp, Dd</b>	DESSE J. & CHAIX L. & DESSE-BERSET N. : « OSTEO », Base-réseau de données ostéométriques pour l'archéozoologie. Procédures, codages, exploitations des données, organisation du réseau.Paris : Ed. CNRS., 1986,146-147.
<b>GL, Bp, Dp, Dd</b>	DRIESCH Avon den: A guide to the measurements of Animal Bones from Archaeological Sites. Harvard: Peabody Museum Bulletins,1,1976,1-137
<b>GL, Bp, Bd, Dp, Dd, d, e</b>	GUINTARD C.: Eude ostéométrique des métapodes des bovins : la race Charolaise. Th.Sci., Muséum National d'Histoire Naturelle : Paris, 1996,5-21.
<b>GL, Bp, Bd, Dp, Dd, d, e</b>	GUINTARD C.: Ostéométrie des métapodes des bovins. Revue Méd.Vét. 1998, 149(7), 751-770.
<b>GL, Bp</b>	GUINTARD C. & BETTI E.: Osteometry of the domestic ruminant's metapodial bones ( <i>Bos Taurus</i> and <i>Ovis aries</i> ): typology and sexing. Mondial Vet Lyon.26th World Veterinary Congress(26;1999-09-23/26;Lyon).Proceedings, Mondial Vet Lyon 99 [cédérom]

### 2.2.2.2.2. Définition

Les mesures réalisées sur chaque métapode sont les suivantes. Elles sont notées selon la nomenclature de **Driesch A.von den (1976)** et complétées par **Guintard (1996a, 1998)**.

**GL** : Longueur maximale du métapode, mesurée selon le grand axe de l'os et qui traduit son allongement général.

**Bp** : Largeur maximale de la surface articulaire proximale, mesurée selon l'axe médio-latéral. Traduit la taille générale de l'os, au sens de sa massivité.

**Dp** : Epaisseur maximale de la surface articulaire proximale, mesurée selon l'axe dorso-palmaire.

**d** : Largeur à mi-hauteur de la grande longueur de la diaphyse, mesurée selon l'axe médio-latéral.

**e** : Epaisseur à mi-hauteur de la grande longueur de la diaphyse, mesurée selon l'axe dorso-palmaire.

**Bd** : Largeur maximale de l'articulation distale, mesurée selon l'axe médio-latéral.

**Dd** : Epaisseur maximale de la surface articulaire distale, mesurée selon l'axe dorso-palmaire.

**Davis (1987 et 1996)** utilise 2 mesures supplémentaires, que nous n'avons pas jugé intéressant d'utiliser :

**DVM** (diamètre dorso-palmaire du tenon de la trochlée médiale et **DVL** (diamètre dorso-palmaire du tenon de la trochlée latérale) font double emploi avec **Dd**. D'autre part, malgré la complexité morphologique de la partie distale, nous avons jugé suffisant le nombre de mesures réalisées. La partie proximale étant plane et possède des contours uniformes.

On remarquera qu'on dispose d'au moins une mesure pour chaque segment du métapode, selon tous les axes considérés (sauf bien sur la longueur, qui concerne l'ensemble de l'os).

Un récapitulatif des mesures à réaliser pour une approche globale et simplifiée des métapodes de caprins est représentée dans le tableau qui suit.

Tableau 13 : Classement des mesures selon leur axe de réalisation et la partie du métapode concernée (Lallemand., 2002).

Partie du métapode concernée	Axe proximo distal (longueur)	Axe médio-latéral (largeur)	Axe dorso-plantaire (épaisseur)
Métapode entier	GL (T)	Bp (T), Bd (T)	Dp (T), Dd (T)
Diaphyse	-	d (T)	e (T)
Epiphyse proximale	-	Bp (T)	Dp (T)
Epiphyse distale	-	Bd (T)	Dd (T)

Les figures de 22 à 31 permettent de visualiser ces différentes mesures sous de multiples angles, pour le métacarpe et le métatarse.

L'indice **T** sera rajouté aux différentes mesures des métatarses ; ainsi GL devient GLT, Bp devient BpT, Dp devient DpT, d devient dT, e devient eT, Bd devient BdT et enfin Dd devient DdT.

❖ Toutes les mesures sont prises en millimètres.

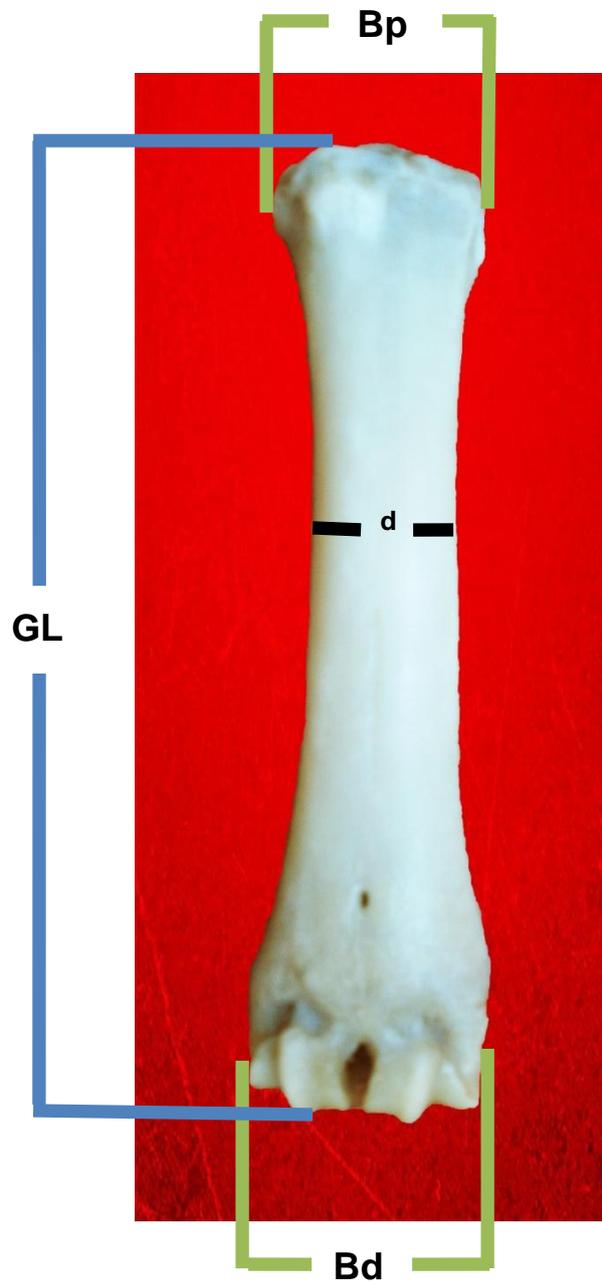


Figure 22 : Vue dorsale d'un métacarpe droit de caprin  
Mesures de GL, Bp, Bd et d.

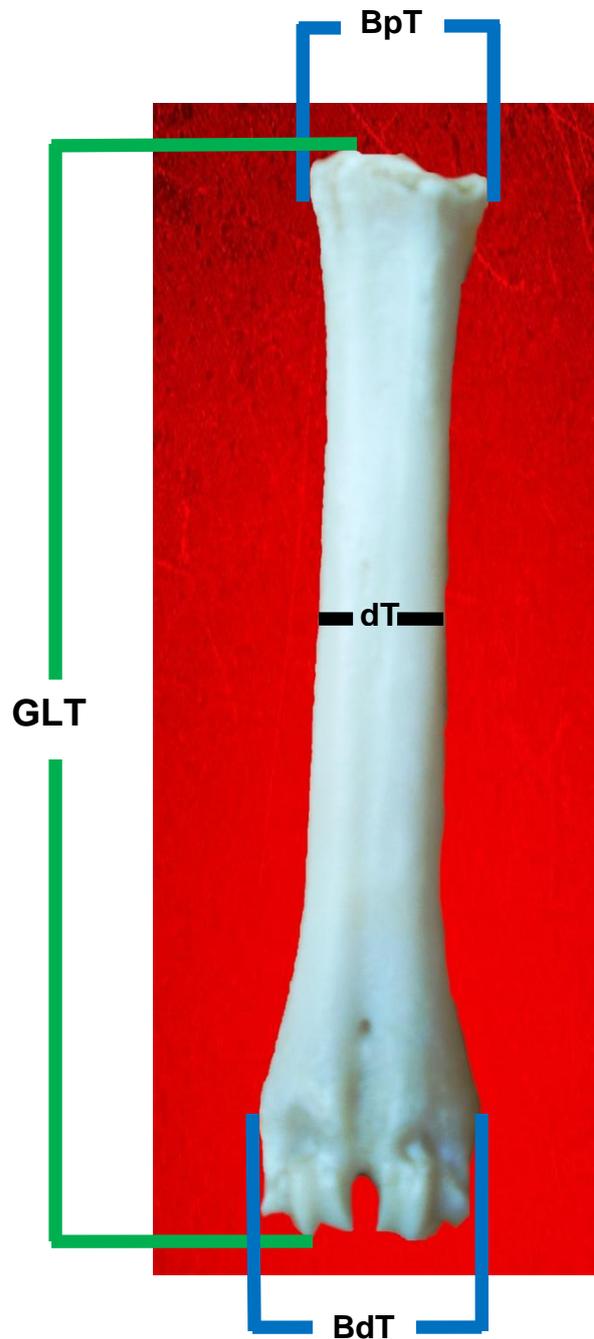


Figure 23 : Vue dorsale d'un métatarse droit de caprin.  
Mesures de GLT, BpT, BdT et dT.

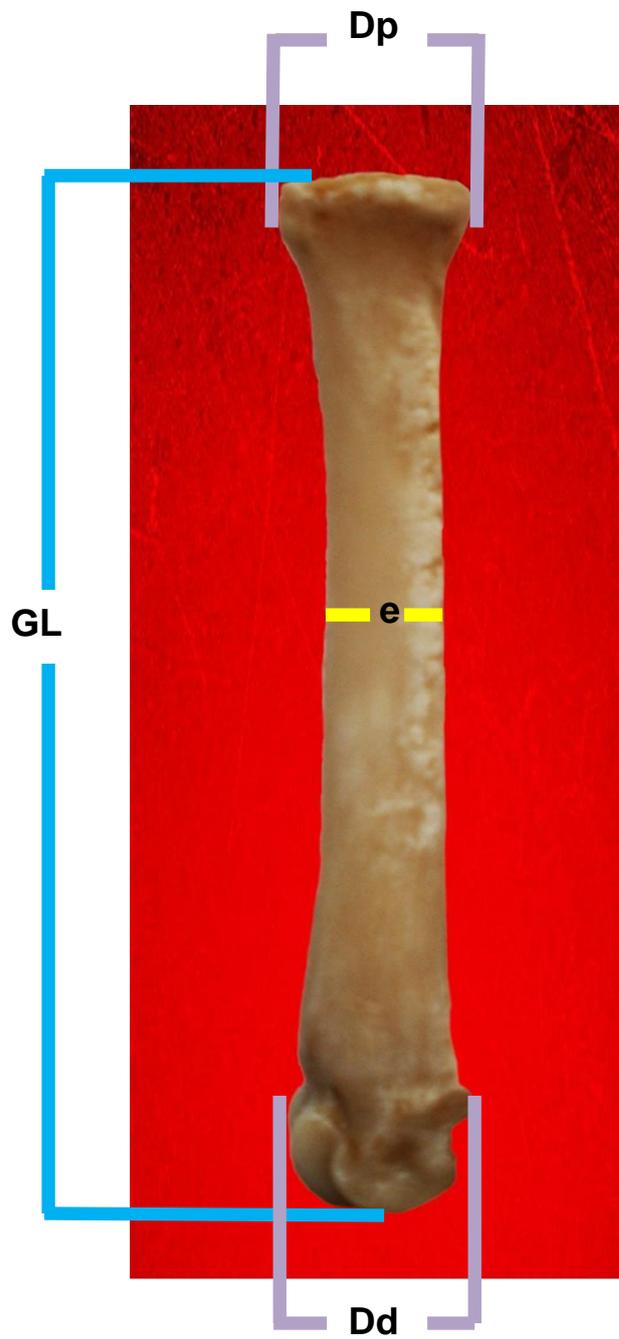


Figure 24 : Vue médiale d'un métacarpe droit de caprin.  
Mesures de GL, Dp, Dd et e.

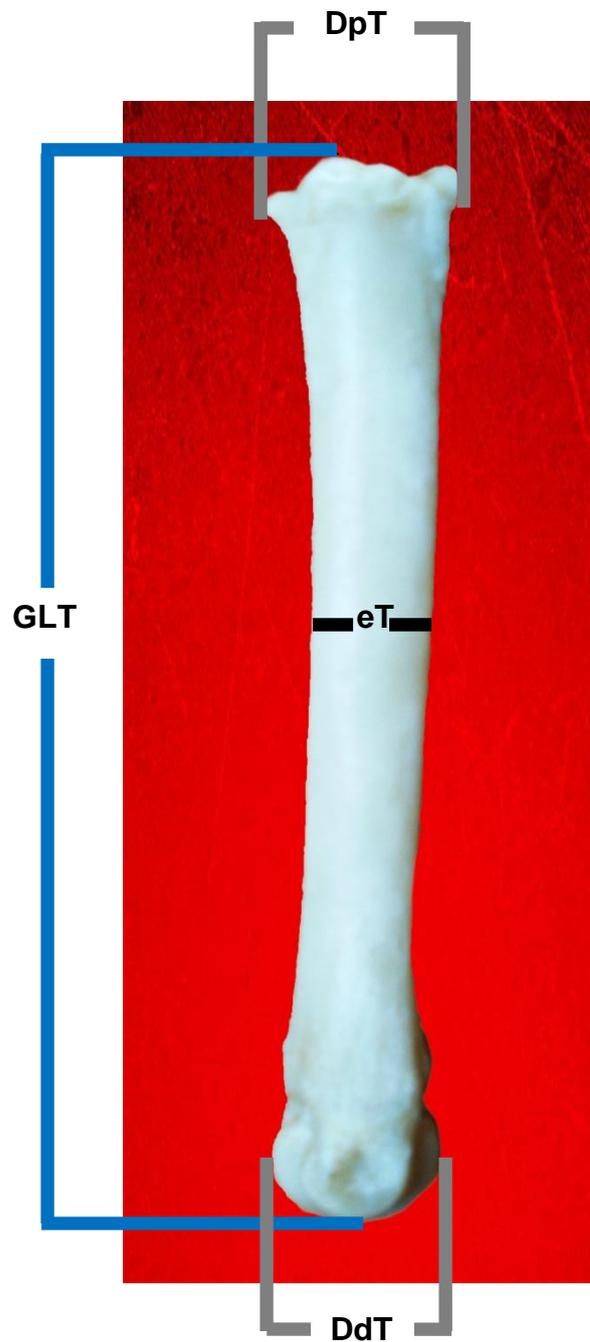


Figure 25 : Vue médiale d'un métatarse droit de caprin.  
Mesures de GLT, DpT, DdT et eT.

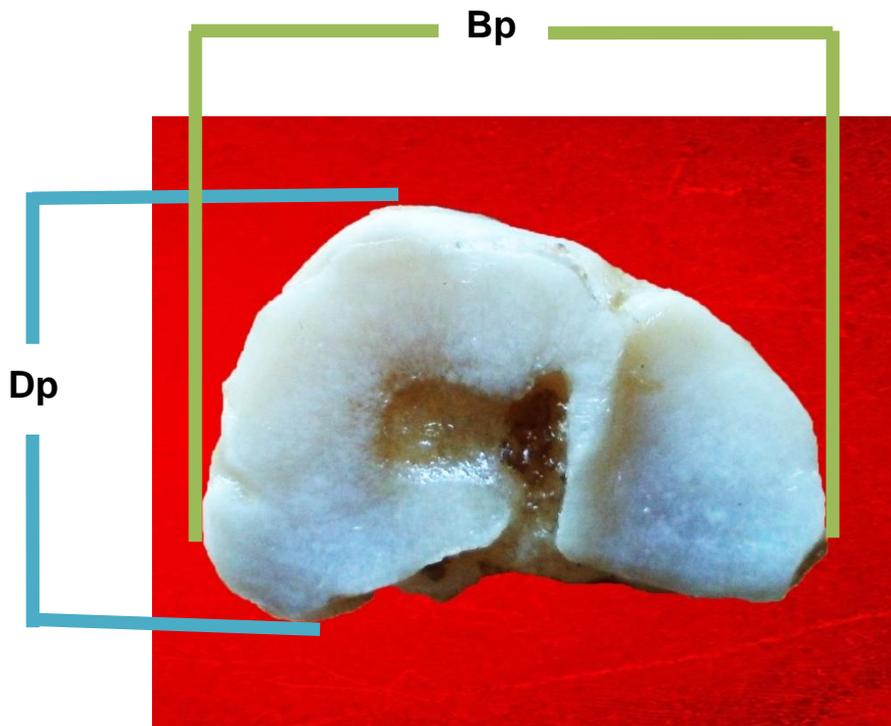


Figure 26 : Extrémité proximale d'un métacarpe droit de caprin.  
Mesures de Bp et Dp.

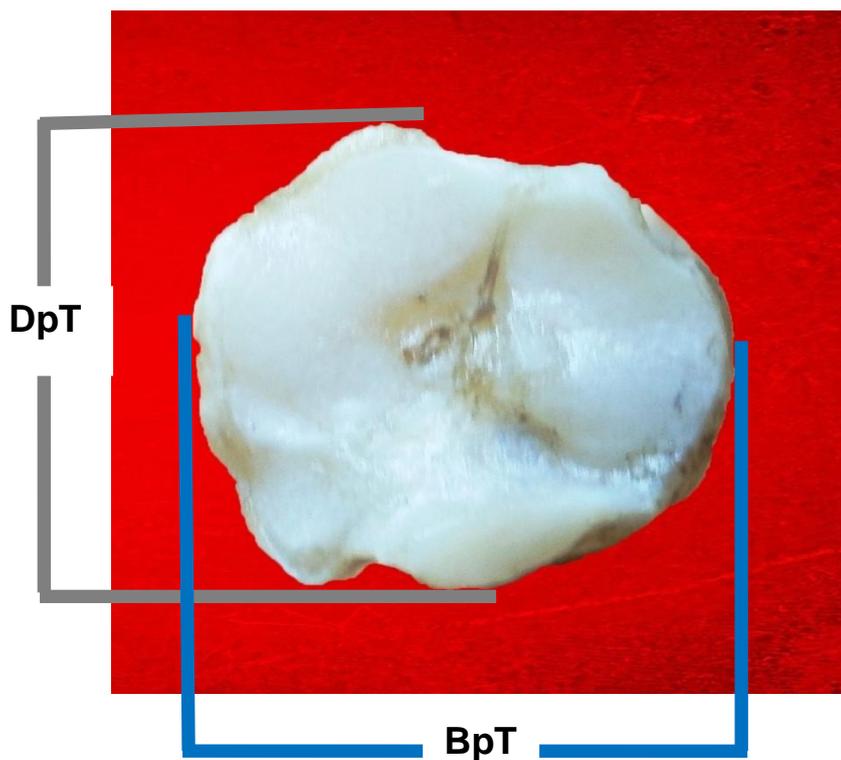


Figure 27 : Extrémité proximale d'un métatarse droit de caprin.  
Mesures de BpT et DpT.

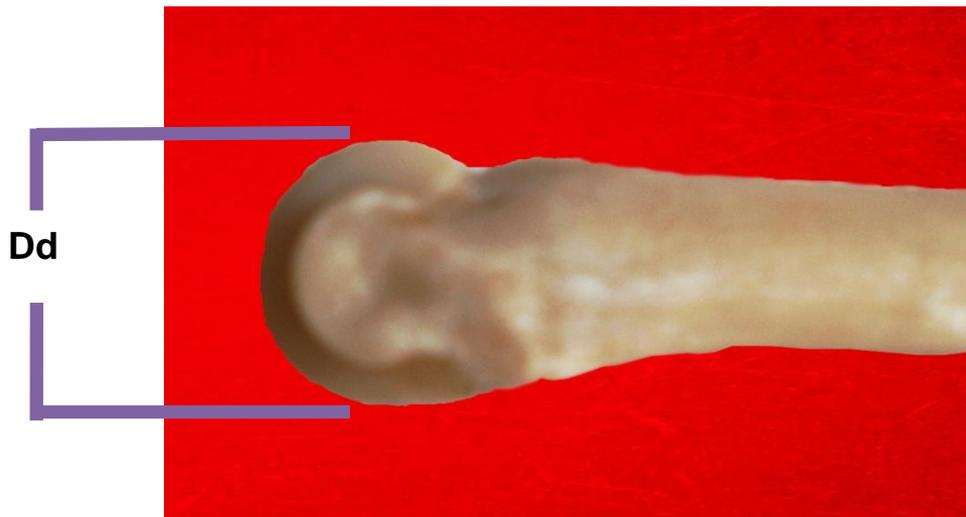


Figure 28 : Extrémité distale d'un métacarpe droit de caprin.  
Vue latérale - Mesure de Dd.

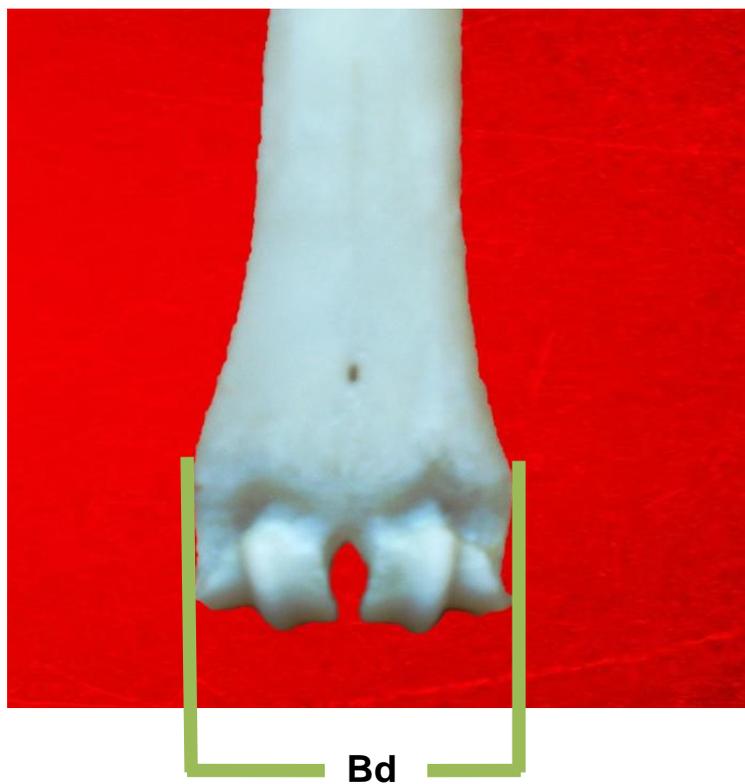


Figure 29 : Extrémité distale d'un métacarpe droit de caprin.  
Vue dorsale - Mesure de Bd.

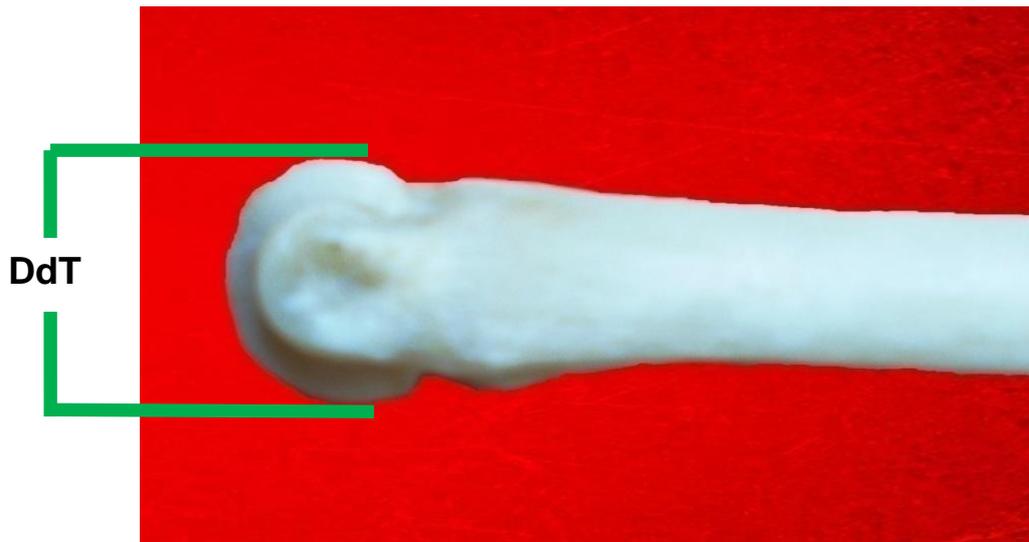


Figure 30 : Extrémité distale d'un métatarse droit de caprin.  
Vue latérale - Mesure de DdT.

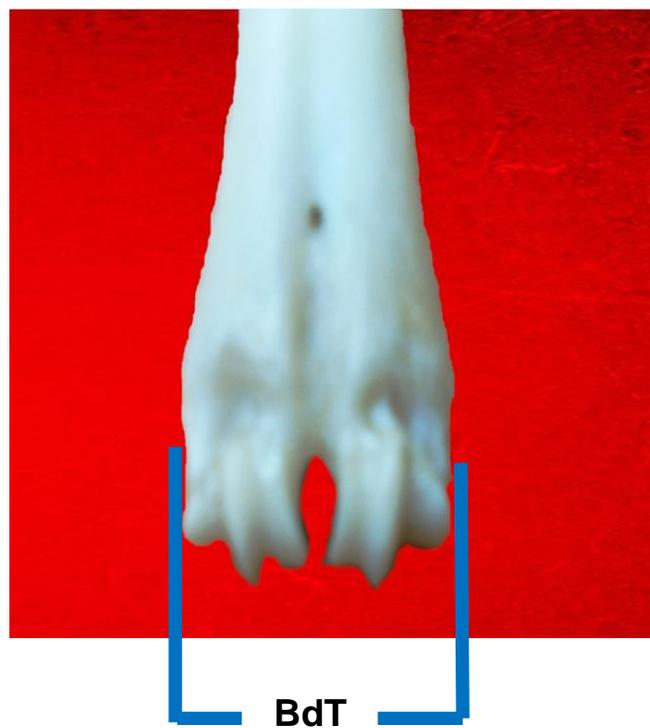


Figure 31 : Extrémité distale d'un métatarse de caprin.  
Vue dorsale - Mesure de BdT.

### 2.2.2.3. Erreurs sur les mesures

Les mesures sont réalisées par un opérateur humain. Par conséquent, les erreurs induites par celui-ci s'ajoutent à celles qui sont directement liées aux qualités de l'appareil de mesure (justesse, fidélité, sensibilité).

La détermination des repères osseux joue bien sûr un grand rôle. Il faut signaler que les mesures réalisées sur les condyles, même si leur précision est du même ordre que celle des autres mesures, peut varier d'un opérateur à un autre, car la surface de ces condyles est rarement plane, mais le plus souvent bombée. Un léger décalage des points de repère, ce qui est tout à fait envisageable pour deux opérateurs différents, serait susceptible de faire varier les mesures dans des proportions non négligeables. Toutefois, ceci n'est qu'une impression personnelle qui demanderait une confirmation.

### 2.2.2.4. Rapports calculés

Il est possible d'obtenir des informations complémentaires sur la proportion du métapode, en utilisant des rapports de mesure de largeur et de longueur. Ainsi, **Boessneck & al (1964)** utilisent le rapport **SD/GL** pour différencier les métapodes de Mouton et de Chèvre, et ce même rapport est repris par **Guintard & Betti (1999)** pour caractériser la gracilité du métapode des ruminants domestiques. **Guintard (1996)** utilise le rapport **d/GL** sur les métapodes des bovins et particulièrement pour le sexage des Bovins et **e/GL** est utilisé chez les ovins par **Guintard & Tekkouk-Zemmouchi (2010)**

On en a retenu trois : **Bp/GL** et **d/GL** et **e/GL**, ils seront déterminés pour les métacarpes et pour les métatarses et sont représentatifs de la gracilité du métapode et exprimés à longueur constante, ce qui facilite les comparaisons. C'est pourquoi, nous avons réalisé ces calculs chez la chèvre. Nous nommons ces rapports indices de compacité.

D'autres rapports caractérisant les relations biométriques entre métcarpe et métatarse sont également calculés : **GL/GLT**, **d/dT**, **e/eT**, ces rapports permettront une comparaison métcarpe/métatarse, selon les 3 axes de l'espace.

### 3. ANALYSE DES DONNEES

L'analyse statistique, quant à elle, a été effectuée grâce aux logiciels EXCEL 2007 et STATISTICA.

### 4. PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats seront systématiquement présentés sous forme de tableaux :

- L'annexe II présente les renseignements de chaque individu, les mesures brutes obtenues sur les mensurations des métapodes.
- L'annexe III présente la provenance et la date d'abattage de chaque individu.
- Chaque classe d'âge avec ses mesures et ses rapports est ensuite présentée dans un tableau.

On y trouve :

- ✓ **L'effectif** : on le découpe en mâles et femelles jeunes adultes, mâles et femelles adultes et effectif global.
- ✓ **La moyenne** : (m).

\*La valeur minimale : min.

\*La valeur maximale : max.

Les résultats sont exprimés en millimètre.

- ✓ **L'écart-type  $\sigma$**
- ✓ **Le coefficient de variation** : Il correspond à l'écart-type exprimé en pourcentage de la moyenne. Ce paramètre permet la comparaison de la variabilité entre paramètres, car il est sans dimension. On s'affranchit du problème de la différence de moyenne entre petites et grandes variables (Yablokov., 1974).

**CV % =  $(\sigma/m) \times 100$  : rapport de l'écart-type  $\sigma$  à la moyenne m**

[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 Vmax) 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 son utilisation et confirmer que l'échantillon était « homogène ».

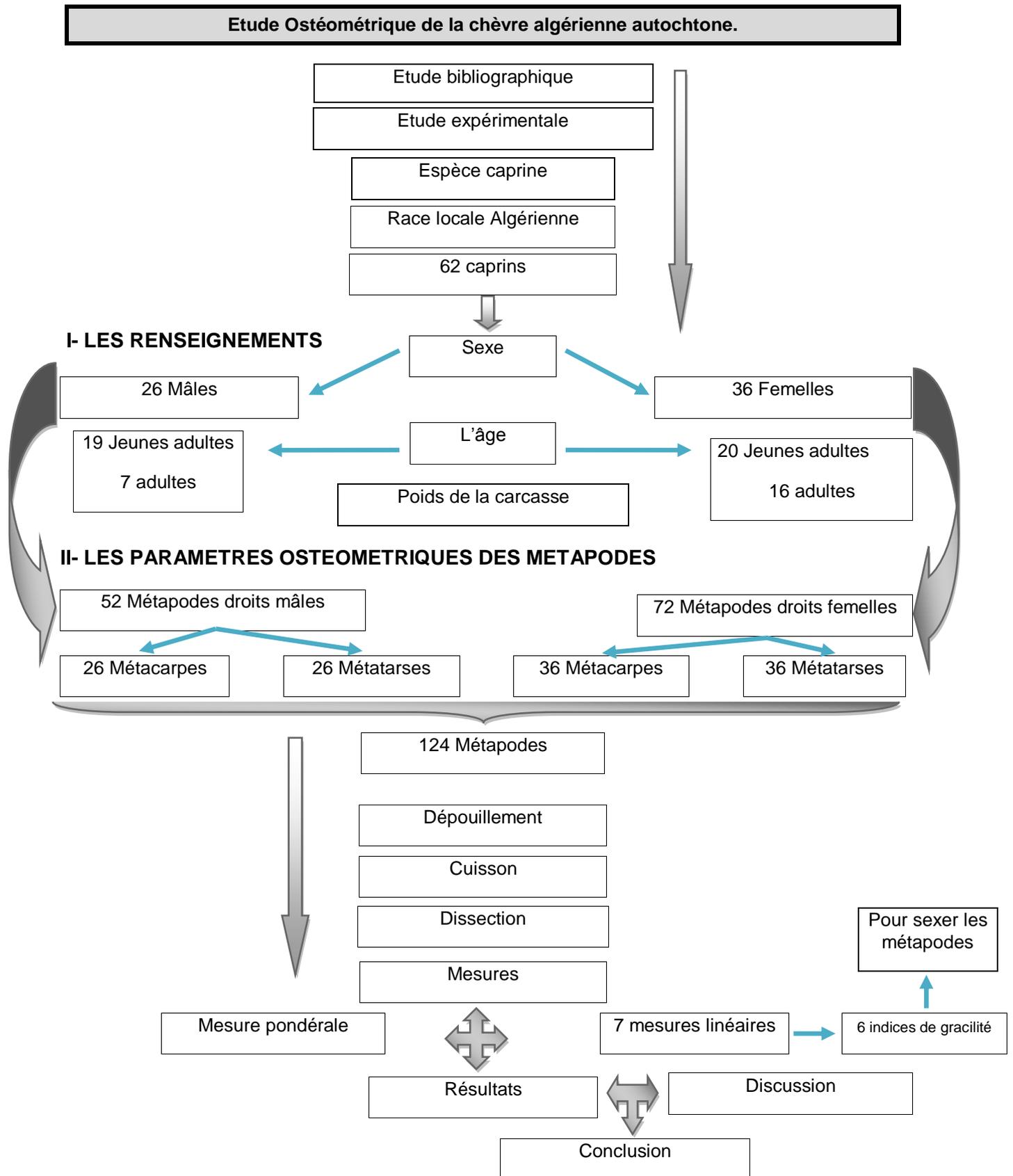


Figure 32 : Méthodologie.

# *Chapitre 3*

## *Résultats & Discussion*

## 1. PARAMETRES BIOMETRIQUES

Pour les paramètres biométriques, on a enregistré le poids de la carcasse de chaque animal et les résultats chiffrés sont regroupés dans les tableaux de 14 à 18.

### 1.1. Valeurs biométriques de la population totale

La valeur moyenne de l'ordre  $m = 13,35$  kg traduit des animaux dans le standard d'échantillon et donc de la population, pour des animaux majoritairement âgés de 6 mois à 4 ans.

La variabilité globale exprimée par le coefficient de variation ( $CV\% = (\sigma/m) \times 100$  : rapport de l'écart type  $\sigma$  à la moyenne  $m$ ) est relativement importante pour cette variable pondérale (le poids de la carcasse) puisque ce coefficient est égal à 48,53%.

Ce fort étalement de la valeur de ce coefficient traduit que l'état d'embonpoint de ces animaux (et donc leurs poids) est très variable.

Tableau 14 : Valeurs du poids de la carcasse de la population totale.

Paramètres statistiques	Population globale
<b>n</b>	62
<b>m</b>	<b>13,35</b>
<b>min</b>	5,00
<b>max</b>	32,00
<b><math>\sigma</math></b>	6,48
<b>CV%</b>	<b>48,53</b>

### 1.2. Valeurs biométriques par âge (jeunes adultes et adultes)

A la lumière des valeurs des paramètres biométriques (poids de la carcasse) regroupés dans le tableau 15, on a 2 catégories :

Les individus âgés moins de 3 ans nommés jeunes adultes, présentent une moyenne de 11,10 Kg et la variabilité globale exprimée par un coefficient de variation relativement important puisqu'il est de l'ordre de 46,39%. Pour les valeurs du poids de la carcasse de la catégorie des adultes dont les animaux âgés de plus de 3 ans sont présentées par une moyenne de l'ordre de 17, 17 kg et un CV = 39,60 % important mais plus faible que celui de la catégorie précédente.

La différence observée entre les valeurs moyennes des deux catégories est très significative ( $p = 0,001$  donc  $p < 0,01$ ).

Tableau 15 : Valeurs du poids de la carcasse des jeunes adultes et des adultes.

Paramètres statistiques	jeunes adultes	adultes
<b>n</b>	39	23
<b>m</b>	<b>11,10</b>	<b>17,17</b>
<b>min</b>	5,00	11,00
<b>max</b>	28,00	32,00
<b><math>\sigma</math></b>	5,15	6,80
<b>CV%</b>	<b>46,39</b>	<b>39,60</b>

### 1.3. Valeurs biométriques par sexe (Mâles et Femelles)

Les résultats du poids de carcasse des mâles et des femelles sont regroupés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Valeurs du poids de la carcasse des Mâles et des Femelles.

Paramètres statistiques	Mâles	Femelles
<b>n</b>	26	36
<b>m</b>	<b>16,74</b>	<b>10,90</b>
<b>min</b>	6,00	5,00
<b>max</b>	32,00	16,00
<b><math>\sigma</math></b>	8,30	3,04
<b>CV%</b>	<b>49,58</b>	<b>27,88</b>

Les valeurs moyennes des deux sexes ne sont pas proches avec une différence très significative ( $p = 0,0015$  donc  $p < 0,01$ ).

Ce sont les mâles qui présentent la valeur moyenne la plus forte avec respectivement  $m = 16,74$  kg chez les mâles et  $m = 10,90$  kg chez les femelles. Le coefficient de variation montre une grande variabilité pour les deux sexes avec une valeur varie de 27,88 % chez les femelles à un CV très important chez les mâles égale à 49,58 %.

Cette distribution semble démontrer que malgré un échantillon inégal entre les deux sexes, les femelles ( $n = 36$ ) sont assez polymorphes et représentent une variabilité de la population alors qu'au contraire, les mâles, avec un effectif moindre ( $n = 26$ ) sont plutôt hétérogènes et ont une grande variabilité qui est plus forte que celle des femelles (figure 33).

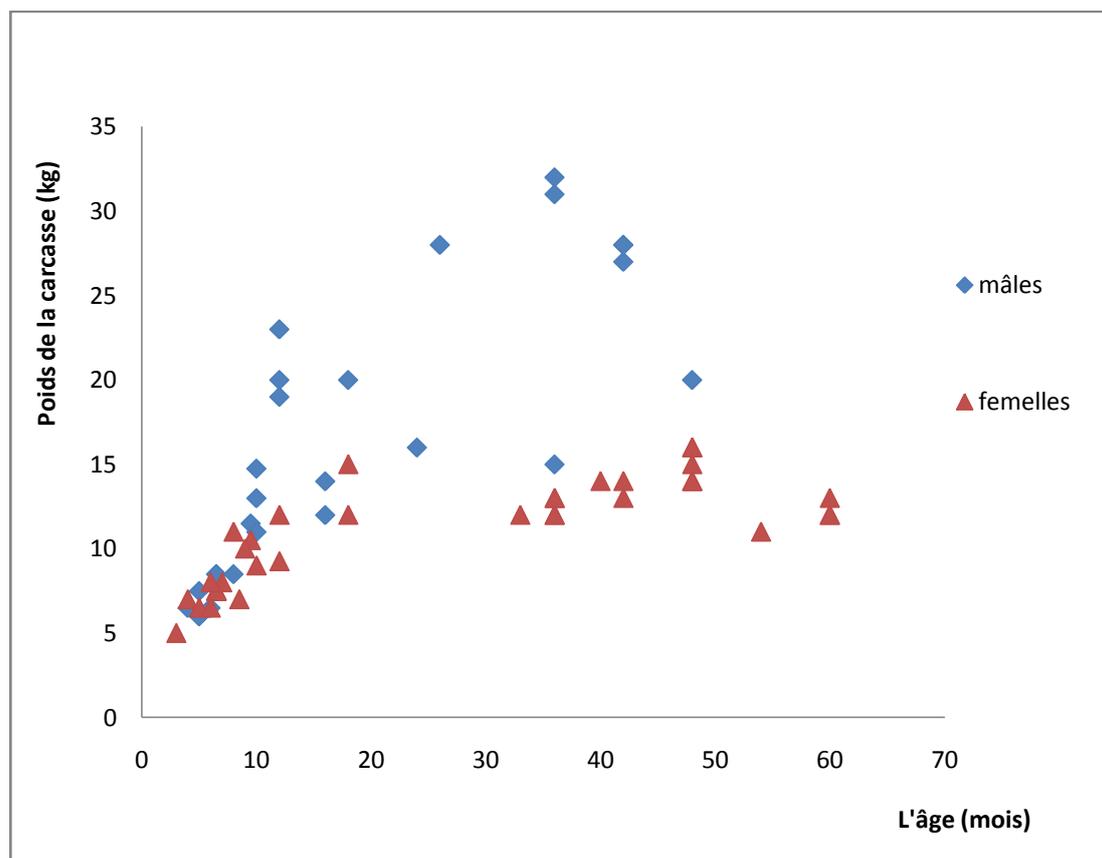


Figure 33 : Évolution du poids de carcasse en fonction de l'âge de l'animal (deux sexes).

#### 1.4. Valeurs biométriques par âge et par sexe

Dans cette partie on a 4 catégories qui sont les mâles jeunes adultes, les mâles adultes, les femelles jeunes adultes et les femelles adultes dont les valeurs du poids de carcasse sont recueillies dans le tableau suivant.

Tableau 17 : Valeurs du poids de la carcasse en fonction de l'âge et du sexe.

Paramètres statistiques	Mâles		Femelle	
	jeunes adultes	Adultes	jeunes adultes	adultes
<b>n</b>	19	7	20	16
<b>m</b>	<b>13,38</b>	<b>25,85</b>	<b>8,93</b>	<b>13,37</b>
<b>min</b>	6,00	15,00	5,00	11,00
<b>max</b>	28,00	32,00	15,00	16,00
<b><math>\sigma</math></b>	6,24	6,14	2,48	1,45
<b>CV%</b>	<b>46,63</b>	<b>23,75</b>	<b>27,77</b>	<b>10,84</b>

Le tableau 17 laisse ressortir que les valeurs moyennes des quatre catégories sont très différentes, à l'exception de celles des mâles jeunes adultes et des femelles

adultes qui sont très proches et présentent respectivement  $m = 13,38$  kg et  $m = 13,37$  kg, alors que les mâles adultes présentent la valeur la plus forte  $m = 25,85$  kg et les femelles jeunes adultes présentent la plus faible  $m = 8,93$  kg (figure 34). La différence observée pour les mâles jeunes adultes et les femelles adultes n'est toutefois pas significative ( $p = 0,4975$  donc le  $p > 0,05$ ).

Le coefficient de variation montre trois types de variables : celle des femelles adultes c'est le moins variable  $CV = 10,84$  % alors que les femelles jeunes adultes et les mâles adultes présentent des coefficients très proches égaux respectivement  $27,77$  % ;  $23,75$ %. Ce sont les mâles jeunes adultes qui montrent un coefficient d'une valeur extrême  $CV = 46,63$  %, cette valeur traduit que cette catégorie des animaux regroupe des individus hétérogènes dont l'état d'embonpoint très variable.

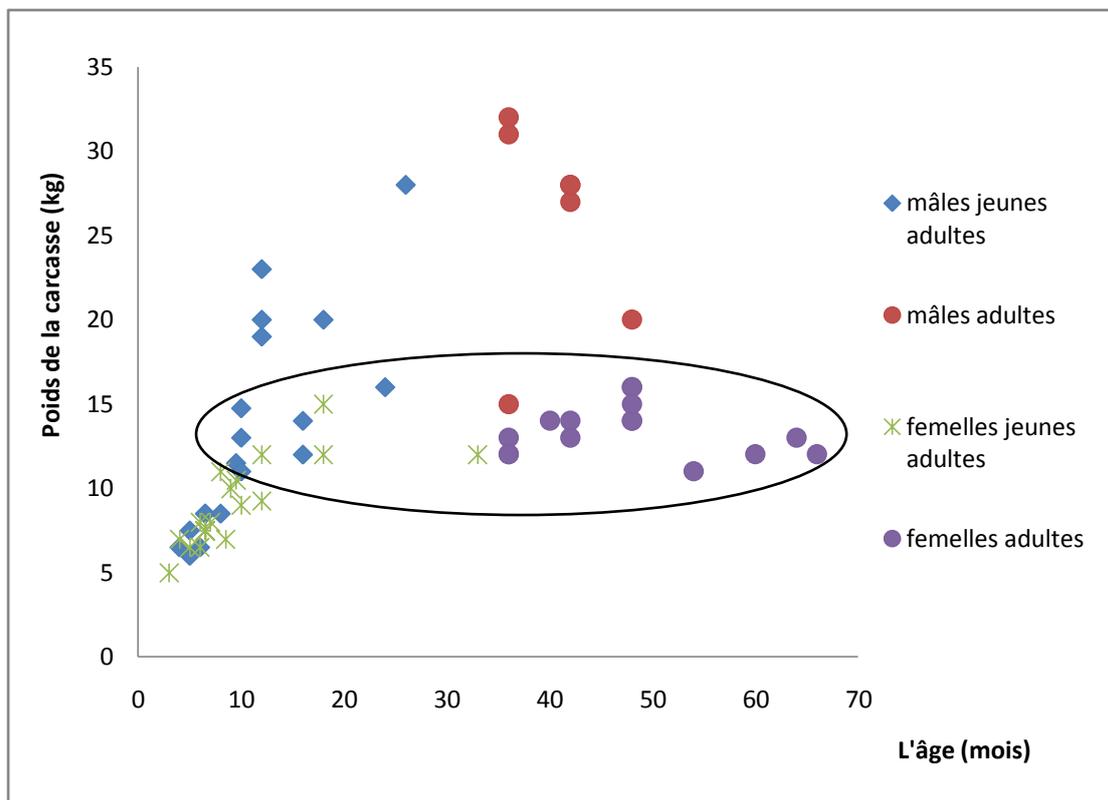


Figure 34 : Évolution du poids de carcasse en fonction de l'âge de l'animal (jeune adulte et adulte des deux sexes).

### 1.5. Discussion des valeurs biométriques

Les valeurs des mesures des poids des carcasses de chaque catégorie de cet échantillon sont regroupées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Valeurs du poids de la carcasse de toutes les catégories.

Sexe	Mâles			Femelles			Population totale			
	Age	Jeunes adultes	adultes	Tous	Jeunes adultes	Adultes	Toutes	Jeunes adultes	adultes	Tous
<b>n</b>		19	7	26	20	16	36	39	23	62
<b>m</b>		<b>13,38</b>	<b>25,85</b>	<b>16,74</b>	<b>8,93</b>	<b>13,37</b>	<b>10,90</b>	<b>11,10</b>	<b>17,17</b>	<b>13,35</b>
<b>min</b>		6,00	15,00	6,00	5,00	11,00	5,00	5,00	11,00	5,00
<b>max</b>		28,00	32,00	32,00	15,00	16,00	16,00	28,00	32,00	32,00
<b><math>\sigma</math></b>		6,24	6,14	8,30	2,48	1,45	3,04	5,15	6,80	6,48
<b>CV%</b>		<b>46,63</b>	<b>23,75</b>	<b>49,58</b>	<b>27,77</b>	<b>10,84</b>	<b>27,88</b>	<b>46,39</b>	<b>39,60</b>	<b>48,53</b>

D'après le tableau précédent, les valeurs moyennes du poids de carcasse traduisent des animaux dans le standard de la population autochtone, et font ressortir que les mâles adultes présentent la valeur moyenne la plus élevée  $m = 25,85$  Kg, par contre la valeur moyenne la plus faible a été représentée par la catégorie des femelles jeunes adultes  $m = 8,93$  kg.

Les autres catégories montrent des valeurs moyennes plus ou moins différentes, à l'exception de celles des mâles jeunes adultes, des femelles adultes et de la population totale sont très proches et présentent respectivement 13,38 kg, 13,37 kg et 13,35 kg, les différences observées ne sont toutefois pas significatives ( $p > 0,05$ ). Globalement, la dispersion des valeurs des mâles et des femelles montre des mâles plus lourds et des femelles plus légères (Figure 33 & 34).

Au-delà des valeurs moyennes, la variabilité globale exprimée par le coefficient de variation est relativement importante, puisque ce coefficient varie de 10,84 % à 49,58% respectivement chez les femelles adultes et les mâles, sans oublier les autres catégories qui ont des coefficients assez élevés notamment celui de la population totale qui est de l'ordre de 48,53% (Figure 35).

Le coefficient de variation de la population totale traduit que les animaux semblent donc relativement hétérogènes par rapport à leur état d'embonpoint, donc leur poids est très variable.

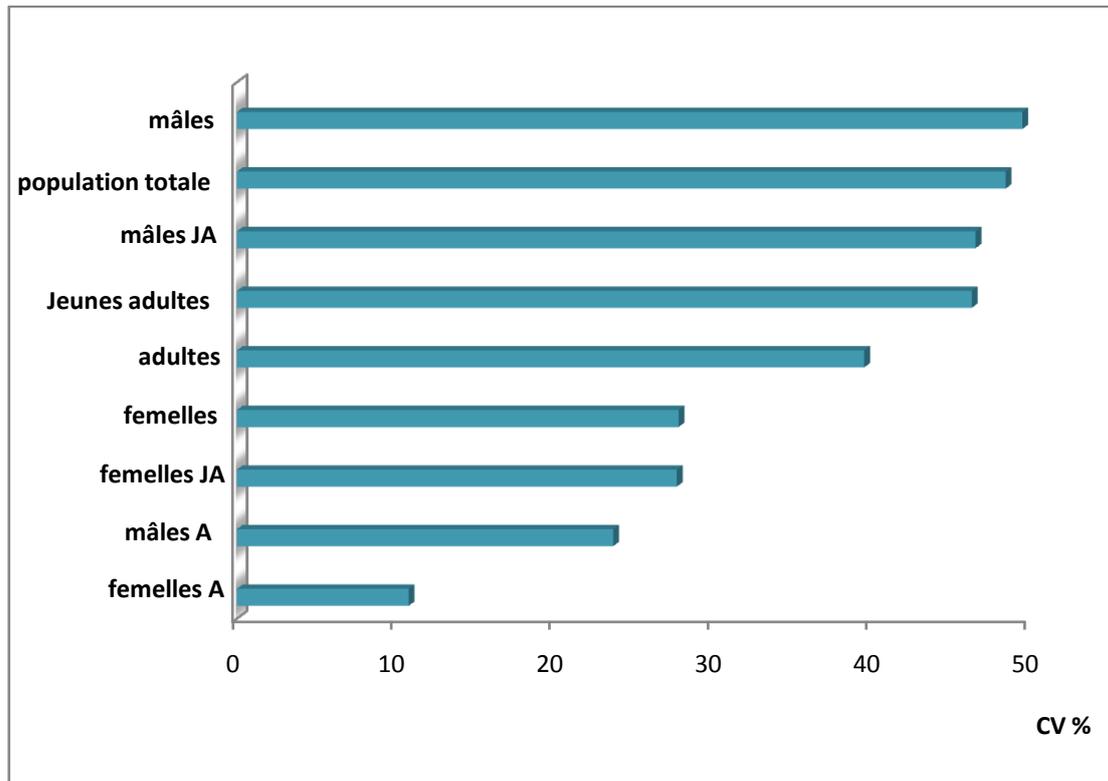


Figure 35 : Tri de poids de carcasse des différentes catégories par CV décroissant.

## 2. PARAMETRES OSTEOMETRIQUES DES METAPODES

### 2.1. Intérêt des mesures sur l'os

#### 2.1.1. Mesures rencontrées dans la littérature

Dans l'ensemble, les publications traitant d'ostéométrie des métapodes chez les ruminants se limitent à un petit nombre de mesures. Parmi tous les auteurs cités dans le tableau 12 (tableau qui présente l'ensemble des références à l'origine de nos mesures), nous remarquons qu'un seul auteur d'entre eux utilise plus de 7 mesures pour le métacarpe (Davis., 1996), Nombre d'entre eux, dont (Boessnek & al., 1971 ; Collectif., 1976 ; Haak., 1965 et Reichstein.,1991) se limitent à 4 mesures par type d'os : la grande longueur (GL) et 3 mesures de largeur réparties sur diaphyse et les deux épiphyses (Bp, SD, Bd). Bökönyi., (1984) utilise lui aussi 4 mesures planes auxquelles il associe les diamètres de la diaphyse et des deux épiphyses.

L'option de la réduction du nombre de mesure, si elle simplifie grandement l'expérimentation, rend impossible l'appréciation de la variabilité différentielle existant entre mesures de largeur et d'épaisseur, puisque cette dernière dimension est souvent occultée. C'est pourquoi il nous a semblé pertinent de réaliser un maximum

de mesures, à l'image de (Davis., 1996), qui a réalisé 12 mesures sur chacun des métacarpes de son échantillon.

Grâce aux 7 mesures que l'on a définies, il était possible d'effectuer un examen exhaustif des corrélations entre parties du métapode et entre métcarpe et métatarse.

Ce volet de l'étude est particulièrement important, car il permet, comme le remarque Davis (1996), de combler un secteur relativement inexploré de l'ostéométrie des mammifères : les corrélations entre mesures des diverses parties du squelette.

### **2.1.2. Intérêt d'un nombre élevé de mesures**

En routine, il n'est pas souhaitable de conserver un nombre de mesures aussi important que celui qui a été retenu par Lallemand (2002), comme on l'a montré suite à l'examen des corrélations entre mesures, un nombre réduit de mesures est suffisant pour obtenir une bonne description des caractéristiques ostéométriques du métapode.

Nous avons opté pour le choix de (Guintard, 1996a) qui a réalisé 7 mesures (GL, Bp, Dp, e, d, Bd, Dd) chez les bovins Charolais, c'est en référence à cette étude exhaustive, qu'on l'aurait fait.

On conçoit donc qu'un des grands intérêts de cette étude est de fournir des arguments solides, basés sur les liens unissant les différentes parties de l'os, pour appuyer le choix de telle ou telle mesure lors de la réalisation d'une étude ostéométrique des métapodes de la chèvre .

### **2.2. Tests de normalité**

Pour tester la normalité des variables aléatoires continues que constituent les différentes mesures, on a eu recours au test de kolmogorov-Smirnov. Celui-ci permet de déterminer la probabilité de Lilliefors, qui correspond à la probabilité que la distribution soumise au test suive une loi Normale. On a ainsi testé 14 variables : les 7 mesures réalisées sur les métacarpes, ainsi que les 7 mesures réalisées sur les métatarses.

Le résultat de ces tests est conforme à ce que l'on pouvait attendre de la distribution de mesures effectuées sur un échantillon constitué d'un mélange de races autochtones : aucune des 14 variables ne suit une loi normale, c'est bien sûr l'échantillonnage qui explique cet écart à la loi normale.

Ce résultat est donc en parfaite harmonie avec la nature de notre échantillon. Le tableau 19 récapitule les probabilités de lilliefors pour chacun des 14 tests de kolmogorov-Smirnov réalisés ( si  $p= 1$ , la distribution est normale).

**Tableau 19 : Résultats des tests de kolmogorov-Smirnov à un échantillon utilisant une distribution normale.**

Métacarpes		Métatarses	
Variable	Probabilité de Lilliefors	Variable	Probabilité de Lilliefors
<b>GL</b>	$P < 0,05$	<b>GL</b>	$P < 0,15$
<b>Bp</b>	$P < 0,01$	<b>Bp</b>	$P < 0,01$
<b>Dp</b>	$P < 0,01$	<b>Dp</b>	$P < 0,05$
<b>d</b>	$P < 0,01$	<b>d</b>	$P < 0,05$
<b>e</b>	$P < 0,15$	<b>e</b>	$P < 0,15$
<b>Bd</b>	$P < 0,01$	<b>Bd</b>	$P < 0,01$
<b>Dd</b>	$P < 0,01$	<b>Dd</b>	$P < 0,10$

### 2.3. Etude de la variabilité

Comme on l'a indiqué dans la partie précédente du matériel et méthodes, les résultats globaux : 8 variables pour les métacarpes, 8 pour les métatarses, 3 indices de gracilité pour chaque type de métapode et 3 rapports caractérisant les relations biométriques, ne seront présentés que pour l'effectif global.

L'ensemble des résultats chiffrés est regroupé dans les tableaux de 20 à 34. Comme nous l'avons déjà signalé, l'utilisation du coefficient de variation, paramètre non dimensionné, présente l'intérêt de s'affranchir de l'influence de la moyenne lors de la comparaison de plusieurs variables. En effet, à variabilité égale, les variables présentant les moyennes les plus élevées auront également des écart-types plus importants.

Le coefficient de variation, en exprimant l'écart-type en pourcentage de la moyenne, permet d'éliminer les distorsions induites par les écarts de moyennes.

### 2.3.1. Variabilité de l'effectif global

#### 2.3.1.1. Métacarpe

Tableau 20 : Paramètres mesurés et indices calculés pour les métarpes (population globale).

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
<b>m</b>	<b>117,05</b>	<b>24,70</b>	<b>17,34</b>	<b>15,15</b>	<b>10,23</b>	<b>27,16</b>	<b>17,55</b>	<b>24,91</b>	<b>0,20</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	10,00	0,18	0,10	0,07
<b>max</b>	147,28	32,24	23,26	22,95	14,21	36,61	23,40	60,00	0,25	0,16	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	13,22	2,85	1,89	2,58	1,56	3,07	1,94	11,25	0,01	0,01	0,006
<b>CV%</b>	<b>11,29</b>	<b>11,53</b>	<b>10,89</b>	<b>17,02</b>	<b>15,24</b>	<b>11,30</b>	<b>11,05</b>	<b>45,16</b>	<b>5</b>	<b>8,33</b>	<b>7,5</b>

En ce qui concerne les métarpes, les mesures les plus variables sont celles qui s'appuient sur la diaphyse. Parmi les 3 mesures les plus variables nous trouvons 2 mesures ; de largeur et d'épaisseur de la diaphyse (d et e) sont de très loin les plus variables. (d) est la mesure de largeur avec un CV de l'ordre de 17,02% et (e) est la mesure de l'épaisseur de la diaphyse avec un CV de l'ordre de 15,24 %. Cette variabilité importante de ces coefficients se répercutent bien évidemment sur ceux des rapports d/ GL et e/GL, dont les CV sont de 8,33 % et 7,5% (Tableau 19), par contre chez d'autres ruminants, ce CV se répercute sur d/GL chez les bovins domestiques (Tekkouk, 2010), sur e/GL chez le dromadaire (Babelhadj., 2012) et chez le mouton domestiques se répercute sur d/GL et SD/GL (Lallemant, 2002). A titre de comparaison, Bp, la troisième mesure la plus variable, a un CV de 11,53%, comme chez les bovins et le mouton (Tekkouk, 2010) ; (Lallemant, 2002) par contre cette mesure occupe la quatrième position chez le dromadaire (Babelhadj., 2012). A l'inverse, les mesures réalisées sur l'épiphyse distale sont moins variables, en particulier la mesure d'épaisseur de condyle avec un CV de 11,05%, mais la mesure la moins variable est celle de l'épaisseur de l'épiphyse proximale avec un CV de 10,89%, donc les mesures les moins variables sont celles de l'épaisseur des deux épiphyses.

Dans le cas d'étude de Onar & al.,( 2008), chez les chèvres adultes la plage de variation a été trouvée entre 9,61% et 4,83% respectivement pour le GL et Bd, et e avec une variation de 8,09% en troisième position.

On peut également remarquer que :

- Dans les mesures qui décrivent les épiphyses proximale et distale, la mesure de la largeur est plus variable que la mesure de l'épaisseur.
- Bp et Bd (CV respectivement de 11,53 % et 11,30%), ainsi que Dp et Dd (CV respectivement de 10,89 % et 11,05 %), mesures de natures proches, ont des CV très voisins.

Avant de tirer les premières conclusions de ces résultats, il convient de se souvenir qu'ils concernent l'effectif global, regroupant des animaux de phénotypes très différents. Par conséquent, la variabilité constatée concerne la population autochtone, non une race en particulier. L'intérêt de la collecte de données concernant des animaux aussi différents que possible par leur taille, leur poids, leurs aptitudes zootechniques...réside dans la possibilité d'identifier les axes privilégiés de variabilité au sein d'espèce. Une fois cette précision apportée, et à la lumière des résultats précédents, il semble que le métacarpe de la chèvre domestique (population algérienne) soit plus susceptible de varier au niveau diaphysaire, selon son axe médio-latéral plutôt que selon les autres. A l'inverse, les parties les moins variables sont les épaisseurs des épiphyses, en particulier celle de l'épiphyse proximale, sur leur axe dorso-palmaire.

#### **2.3.1.2. Métatarse**

En préambule, il convient de signaler que l'échantillon d'individu qui a permis d'obtenir ces résultats est le même de celui qui a servi à l'étude des métacarpes. C'est pourquoi il me semble opportun de comparer les métacarpes et les métatarses sur la base de CV exprimés en valeur absolue : comme le référentiel est même de dire qu'une mesure des métacarpes est plus variable qu'une mesure des métatarses, comme on peut tout à fait comparer les mesures des métacarpes et des métatarses en terme de variabilité relative par rapport aux autres mesures effectuées sur le même os.

Tableau 21 : Paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses (population globale).

Para. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
<b>m</b>	<b>123,55</b>	<b>20,52</b>	<b>19,40</b>	<b>12,34</b>	<b>10,54</b>	<b>24,09</b>	<b>16,87</b>	<b>22,50</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	95,20	16,89	15,50	8,43	7,31	18,57	13,81	10,00	0,14	0,08	0,06
<b>max</b>	156,80	25,99	25,69	19,03	15,02	30,12	21,78	55,00	0,19	0,12	0,10
<b><math>\sigma</math></b>	13,54	2,03	2,14	2,15	1,61	2,53	1,74	9,90	0,01	0,008	0,006
<b>CV%</b>	<b>10,95</b>	<b>9,89</b>	<b>11,03</b>	<b>17,42</b>	<b>15,27</b>	<b>10,50</b>	<b>10,31</b>	<b>44</b>	<b>6,25</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>

Globalement, les grandes tendances sont les mêmes pour les métatarses que pour les métacarpes. Les 2 mesures réalisées sur la diaphyse (dT et eT) sont les plus variables, en suite la mesure d'épaisseur de l'épiphyse proximale (DpT), puis la longueur (GLT).

Le CV de dT est de 17,42%, celui eT est de 15,27% et celui de DpT est de 11,03 %. Quant au GLT son CV est de 10,95%.

Concernant les mesures les moins variables avec un ordre décroissant, on retrouve BdT et DdT qui caractérisent la largeur et l'épaisseur de l'extrémité distale du métatarse, avec un CV respectivement de 10,50 % et 10,31%, puis BpT, la largeur de la partie proximale avec le plus faible CV de 9,89% (Tableau 20). Tandis que Onar & al (2008), ils ont trouvé que la mesure la plus variable est le eT avec un CV égal à 11,14% et la moins variable c'est celle qui correspond à la largeur de l'extrémité distale 5,86%.

On peut également remarquer que :

\* Dans les mesures qui décrivent l'épiphyse proximale, la mesure de l'épaisseur est plus variable que la mesure de la largeur, en revanche, pour l'épiphyse distale, c'est la mesure de la largeur qui est la plus variable.

\* BpT et BdT (CV respectivement de 9,89% et 10,50 %), ainsi que DpT et DdT (CV respectivement de 11,03 % et 10,31 %), mesures de natures proches, ont des CV très voisins.

La conclusion que l'on peut tirer de ces résultats rejoint celle que l'on vient de formuler après l'étude de ceux obtenus sur les métacarpes : le métatarse de la chèvre domestique présente un maximum de variabilité sur l'axe médio-latéral de la diaphyse et un minimum de variabilité sur le même axe au niveau de l'épiphyse proximale.

Les figures 36 et 37, fournissent une représentation graphique de la distribution des mesures en fonction de leur CV.

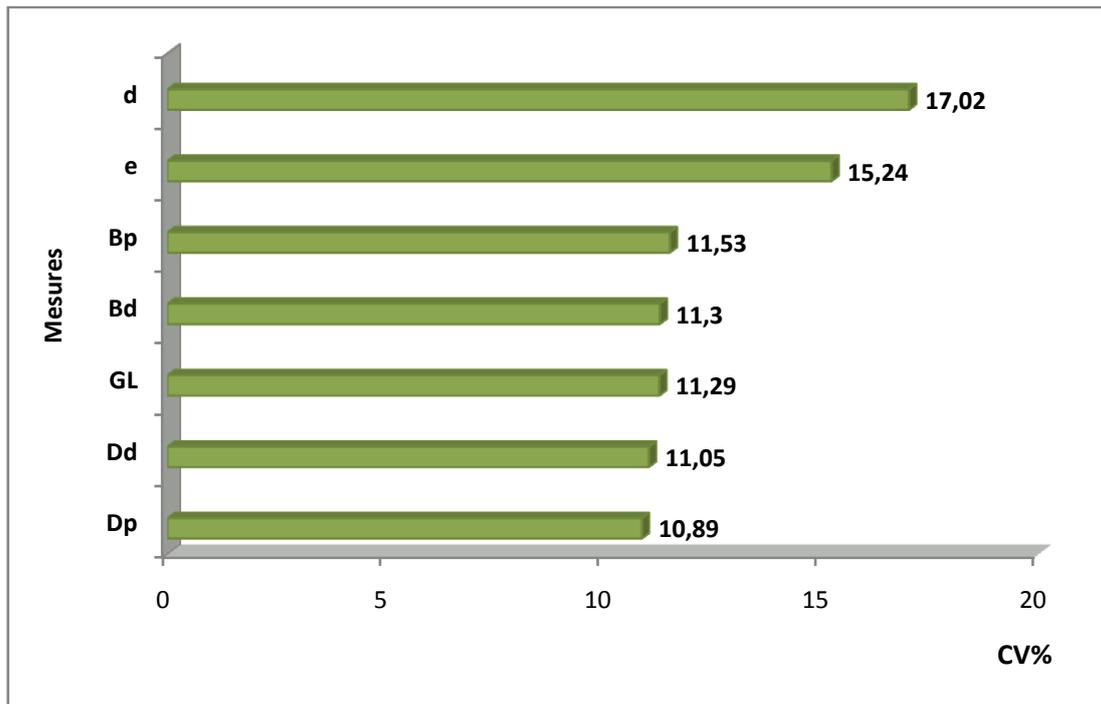


Figure 36 : Tri des mesures réalisées sur les métacarpes de la population totale, par CV décroissant.

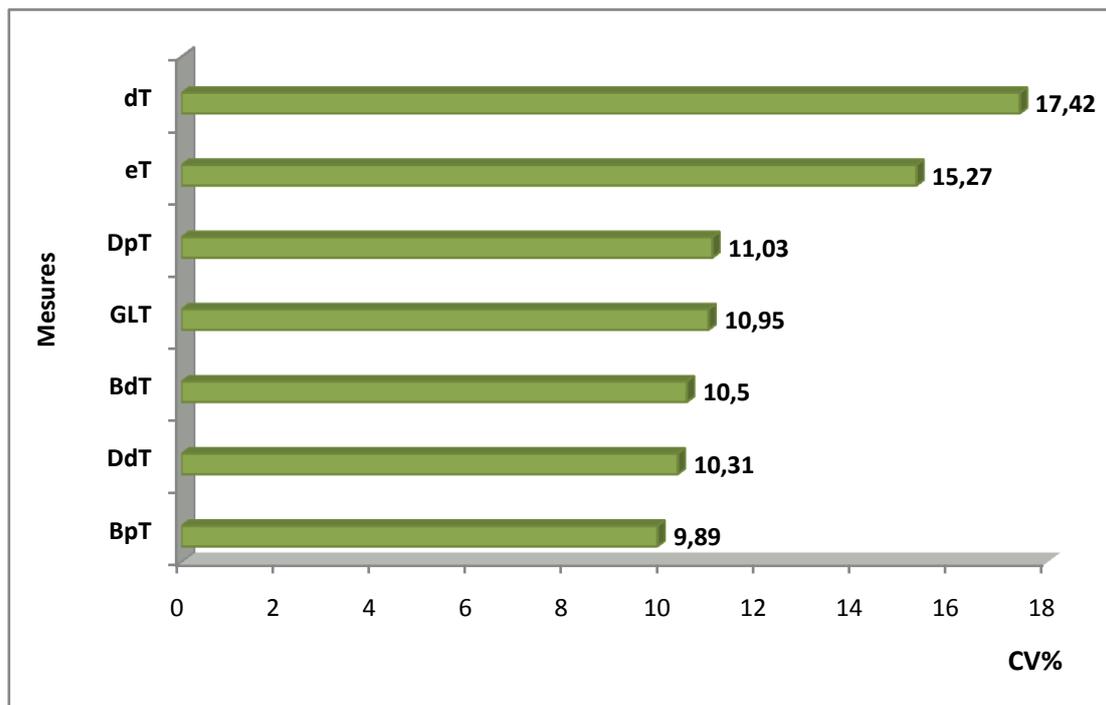


Figure 37 : Tri des mesures réalisées sur les métatarses de la population totale, par CV décroissant.

### 2.3.1.3. Métacarpe et Métatarse

En ce qui concerne les 2 métapodes, les mesures les plus variables sont celles qui s'appuient sur la diaphyse, nous trouvons 2 mesures ; de largeur et d'épaisseur de la diaphyse ( $dT$ ,  $d$ ,  $eT$ , et  $e$ ) sont de très loin les plus variables avec CV respectivement 17,42%, 17,02%, 15,27% et 15,24 %.

Par contre, la mesure la moins variable est différente, concerne la même portion (l'épiphyse proximale), mais selon deux axes différents, dans le métacarpe c'est l'axe dorso-palmaire ( $Dp$  avec un CV de 10,89%) et dans le métatarse c'est l'axe médio-latéral ( $BpT$  avec un CV de 9,89%).

### 2.3.1.4. Variabilité des quelques rapports calculés entre le métacarpe et le métatarse

Tableau 22 : Variabilité des quelques rapports calculés entre le métacarpe et le Métatarse.

Param. stat	GL/GLT	d/dT	e/eT
<b>n</b>	62	62	62
<b>m</b>	<b>0,94</b>	<b>1,22</b>	<b>0,97</b>
<b>min</b>	0,91	1,01	0,88
<b>max</b>	0,98	1,37	1,07
<b><math>\sigma</math></b>	0,01	0,06	0,04
<b>CV%</b>	<b>1,06</b>	<b>4,91</b>	<b>4,12</b>

Les rapports sont peu variables en comparaison avec les mesures réalisés sur chacun des deux os :  $d / dT$  possède le CV le plus élevé pour un rapport biométrique concernant l'effectif global (CV = 4.91%), mais celui-ci est presque identique au plus faible CV des mesures réalisées sur les métacarpes et les métatarses ( $Bp$  du métacarpe, avec un CV de 9,89 %).

Donc ces rapports qui existent entre métacarpe et métatarse ont plutôt tendance à rester constants d'un individu à l'autre, pour tous les ruminants étudiés. L'orientation des rapports est systématiquement la même, quelque soit l'échantillon retenu. Le métatarse est plus grand et plus épais que le métacarpe qui quant à lui est plus large que son homologue (Les moyennes :  $GL/ GLT$  et  $e/eT < 1$ , alors que  $d/dT > 1$ ).

### **2.3.1.5. Conclusions des principaux résultats concernant la variabilité globale des métapodes.**

➤ L'axe médio-latéral de la diaphyse est l'axe de variation privilégié du Métapode :

Chez la chèvre, comme chez le mouton domestique (Lallemand, 2002), le dromadaire (Babelhadj., 2012), et le bovin domestique (Tekkouk, 2010), la diaphyse est la partie la plus variable du métapode, en particulier sa largeur. La mesure qui la caractérise  $d$  possède le coefficient de variation le plus élevé, avec des valeurs nettement supérieures aux autres, comme le montrent les figures 36 et 37.

C'est la composition de l'effectif global qui nous permet d'aboutir à une telle conclusion : celui-ci se compose d'une population morphologiquement aussi différente que possible, c'est-à-dire qu'il permet d'appréhender un maximum de variabilité au sein de l'espèce. Cet échantillon n'a pas de réalité biologique, au sens où il a été créé artificiellement pour les besoins de cette étude, à partir de différentes lots de chèvre n'ayant aucun contact entre elles (population autochtone). Tout son intérêt réside dans le fait qu'il tente d'englober la plus grande variabilité possible, ce qui est impossible à partir de l'étude d'une seule population homogène (une seule race). Les mesures les plus variables indiquent donc quelles sont les portions de l'os qui ont le plus tendance à varier au sein de l'espèce, les « axes de variation privilégiés », quelles que soient les stratégies adoptées en matière de sélection.

➤ L'épiphyse proximale est la portion la plus et la moins variable du métapode : Les mesures caractérisant cette partie de l'os sont celles qui possèdent les coefficients de variation les plus faibles et les plus forts, c'est-à-dire : Dans le métacarpe la mesure qui caractérise l'épaisseur possède le CV le plus faible et celle qui caractérise la largeur a le CV le plus élevé.

Dans le métatarse c'est l'inverse, la mesure de la largeur est la moins variable, et celle de l'épaisseur est la plus variable.

Par conséquent si on applique le même raisonnement qu'au paragraphe précédent, cette portion de l'os est donc celle qui a moins tendance à varier au niveau de sa largeur et de son épaisseur selon le métapode (métacarpe ou métatarse) chez la chèvre.

Ces valeurs de CV sont proches à des valeurs rapportées par **Guintard & Lallemand (2003)** et **Lallemand (2002)**, alors qu'elles étaient inférieures aux valeurs de CV publiées par (**Onar & al., 2008 ; Haak., 1965 et Davis., 1996**).

**Davis (1996)** souligne que la fourchette [3% - 6%] pour CV concerne la majorité des variables biologiques. Toutefois, notre propre échantillon, dépasse largement la limite supérieure de cet intervalle.

L'explication très vraisemblable de ces différences de variabilité absolue réside dans les différences d'échantillonnage.

Ce résultat coïncide d'une part avec les observations de **Guintard (1996 & 1998)** chez les bovins, selon lesquelles la variabilité est avant tout liée à l'échantillonnage, plus qu'au type morphologique ; et d'autre part avec la conclusion de (**Onar & al., 2008 ; Haak., 1965 et Davis., 1996**), plus on a de faible valeur de CV des mesures des métapodes , on peut dire qu'ils proviennent d' un échantillon homogène de la même provenance et la même origine.

En termes de variabilité globale, trois types de paramètres sont à prendre en considération :

- les paramètres de poids des métapodes très variables (CV valant respectivement 45,16 % et 44 % pour le métacarpe et le métatarse) (Tableaux 20 et 21),
- les paramètres linéaires d'épaisseur et de largeur relativement variables, dont CV varie en moyenne autour de 16,3 % (variation selon les paramètres de 15,2 % à 17,5 %) (Tableaux 20 et 21).
- Les paramètres d'allongement des métapodes (GL et GLT), peu variables, dont CV varie respectivement de 11,29 % ; 10,95 %.

### **2.3.2. Variabilité de chaque catégorie**

Il est intéressant de comparer la variabilité intra-catégorie à celle de l'effectif global, car au sein de différentes catégories, le maximum de variabilité est susceptible de s'enregistrer sur une portion ou selon un axe différent de l'os. L'ensemble des résultats des paramètres ostéométriques des différentes catégories décrits par sexe et âge sont regroupés dans les tableaux (tableaux : 23, 24, 27, 28, 29, 30 pour les mâles ; tableaux : 25, 26, 31, 32, 33, 34 pour les femelles).

Tableau 23 : Paramètres mesurés pour les métacarpes mâles.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
<b>m</b>	<b>122,78</b>	<b>26,73</b>	<b>18,55</b>	<b>16,86</b>	<b>11,06</b>	<b>29,36</b>	<b>18,79</b>	<b>31,73</b>	<b>122,78</b>	<b>26,73</b>	<b>18,55</b>
<b>min</b>	98,41	21,90	15,11	12,46	8,60	25,10	14,53	10,00	0,19	0,11	0,08
<b>max</b>	147,28	32,24	23,26	22,95	14,21	36,61	23,40	60,00	0,25	0,16	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	15,54	2,96	1,98	2,87	1,71	3,11	2,12	13,92	0,01	0,01	0,005
<b>CV%</b>	<b>12,65</b>	<b>11,07</b>	<b>10,67</b>	<b>17,02</b>	<b>15,46</b>	<b>10,59</b>	<b>11,28</b>	<b>43,87</b>	<b>4,76</b>	<b>7,69</b>	<b>6,25</b>

Tableau 24 : Paramètres mesurés pour les métatarses mâles.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
<b>m</b>	<b>129,66</b>	<b>21,89</b>	<b>20,82</b>	<b>13,69</b>	<b>11,52</b>	<b>25,98</b>	<b>18,03</b>	<b>28,26</b>	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	103,52	19,26	17,65	10,63	8,89	21,41	14,42	10,00	0,15	0,09	0,08
<b>max</b>	156,80	25,99	25,69	19,03	15,02	30,12	21,78	55,00	0,19	0,12	0,10
<b><math>\sigma</math></b>	15,93	1,98	2,14	2,44	1,79	2,53	1,80	12,48	0,01	0,008	0,005
<b>CV%</b>	<b>12,28</b>	<b>9,04</b>	<b>10,27</b>	<b>17,82</b>	<b>15,53</b>	<b>9,73</b>	<b>9,98</b>	<b>44,16</b>	<b>6,25</b>	<b>8</b>	<b>6,25</b>

Tableau 25 : Paramètres mesurés pour les métacarpes femelles.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
<b>m</b>	<b>112,91</b>	<b>23,24</b>	<b>16,46</b>	<b>13,92</b>	<b>9,63</b>	<b>25,57</b>	<b>16,65</b>	<b>20,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>
<b>min</b>	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	10,00	0,18	0,10	0,07
<b>max</b>	133,06	26,68	19,21	16,91	11,54	29,60	19,40	30,00	0,24	0,14	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	9,50	1,61	1,25	1,40	1,14	1,83	1,17	4,78	0,01	0,008	0,007
<b>CV%</b>	<b>8,41</b>	<b>6,92</b>	<b>7,59</b>	<b>10,05</b>	<b>11,83</b>	<b>7,15</b>	<b>7,02</b>	<b>23,9</b>	<b>5</b>	<b>7,27</b>	<b>10</b>

Tableau 26 : Paramètres mesurés pour les métatarses femelles.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
<b>m</b>	<b>119,15</b>	<b>19,54</b>	<b>18,37</b>	<b>11,37</b>	<b>9,84</b>	<b>22,73</b>	<b>16,03</b>	<b>18,33</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>
<b>min</b>	95,20	16,89	15,50	8,43	7,31	18,57	13,81	10,00	0,14	0,08	0,06
<b>max</b>	138,69	22,87	22,08	13,74	11,52	25,93	18,57	25,00	0,19	0,11	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	9,52	1,42	1,46	1,23	1,009	1,45	1,12	4,14	0,01	0,006	0,006
<b>CV%</b>	<b>7,98</b>	<b>7,26</b>	<b>7,94</b>	<b>10,81</b>	<b>10,25</b>	<b>6,37</b>	<b>6,98</b>	<b>22,58</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>8,57</b>

Tableau 27 : Paramètres mesurés pour les métacarpes mâles jeunes adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
<b>m</b>	<b>117,02</b>	<b>25,85</b>	<b>17,94</b>	<b>15,73</b>	<b>10,28</b>	<b>28,51</b>	<b>18,18</b>	<b>26,05</b>	<b>0,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	98,41	21,90	15,11	12,46	8,60	25,10	14,53	10,00	0,19	0,11	0,08
<b>max</b>	140,10	32,24	23,26	20,53	12,80	36,61	23,40	45,00	0,25	0,15	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	13,34	2,80	1,89	2,25	1,21	3,01	1,94	10,35	0,01	0,01	0,004
<b>CV%</b>	<b>11,39</b>	<b>10,82</b>	<b>10,53</b>	<b>14,30</b>	<b>11,77</b>	<b>10,55</b>	<b>10,67</b>	<b>39,73</b>	<b>4,76</b>	<b>8,33</b>	<b>5</b>

Tableau 28 : Paramètres mesurés pour les métatarses mâles jeunes adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
<b>m</b>	<b>123,94</b>	<b>21,16</b>	<b>20,13</b>	<b>12,76</b>	<b>10,79</b>	<b>25,21</b>	<b>17,45</b>	<b>23,68</b>	<b>0,16</b>	<b>0,09</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	103,52	19,26	17,65	10,63	8,89	21,41	14,42	10,00	0,15	0,09	0,08
<b>max</b>	150,04	24,51	23,12	17,17	13,89	29,94	20,58	45,00	0,19	0,11	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	13,99	1,60	1,78	1,97	1,41	2,31	1,9	9,97	0,01	0,008	0,004
<b>CV%</b>	<b>11,28</b>	<b>7,56</b>	<b>8,84</b>	<b>15,43</b>	<b>13,06</b>	<b>9,16</b>	<b>9,11</b>	<b>42,10</b>	<b>6,25</b>	<b>8,88</b>	<b>5</b>

Tableau 29 : Paramètres mesurés pour les métacarpes mâles adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>m</b>	<b>138,42</b>	<b>29,13</b>	<b>20,20</b>	<b>19,94</b>	<b>13,19</b>	<b>31,64</b>	<b>20,44</b>	<b>47,14</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,09</b>
<b>min</b>	120,60	25,49	18,45	16,67	11,69	28,11	17,36	30,00	0,20	0,13	0,09
<b>max</b>	147,28	31,36	22,00	22,95	14,21	33,89	22,94	60,00	0,22	0,16	0,09
<b><math>\sigma</math></b>	9,02	1,99	1,11	2,04	0,77	2,19	1,75	10,35	0,006	0,01	0,00
<b>CV%</b>	<b>6,51</b>	<b>6,83</b>	<b>5,49</b>	<b>10,23</b>	<b>5,83</b>	<b>6,92</b>	<b>8,56</b>	<b>21,95</b>	<b>3</b>	<b>7,14</b>	<b>0</b>

Tableau 30 : Paramètres mesurés pour les métatarses mâles adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>m</b>	<b>145,19</b>	<b>23,88</b>	<b>22,70</b>	<b>16,19</b>	<b>13,50</b>	<b>28,06</b>	<b>19,61</b>	<b>40,71</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	128,36	21,05	20,14	13,51	11,58	24,76	17,20	25,00	0,15	0,10	0,08
<b>max</b>	156,80	25,99	25,69	19,03	15,02	30,12	21,78	55,00	0,17	0,12	0,10
<b><math>\sigma</math></b>	9,24	1,55	1,98	1,81	1,02	1,93	1,42	10,17	0,006	0,007	0,006
<b>CV%</b>	<b>6,36</b>	<b>6,49</b>	<b>8,72</b>	<b>11,17</b>	<b>7,55</b>	<b>6,87</b>	<b>7,24</b>	<b>24,98</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7,5</b>

Tableau 31 : Paramètres mesures pour les métacarpes femelles jeunes adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>m</b>	<b>109,15</b>	<b>23,00</b>	<b>16,04</b>	<b>13,40</b>	<b>9,04</b>	<b>24,85</b>	<b>16,38</b>	<b>18,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>
<b>min</b>	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	10,00	0,18	0,10	0,07
<b>max</b>	125,50	26,56	19,21	15,85	10,58	29,37	19,40	30,00	0,24	0,13	0,09
<b>σ</b>	9,50	1,56	1,23	1,33	0,98	1,75	1,15	4,94	0,01	0,007	0,006
<b>CV%</b>	<b>8,70</b>	<b>6,78</b>	<b>7,66</b>	<b>9,92</b>	<b>10,84</b>	<b>7,04</b>	<b>7,02</b>	<b>27,06</b>	<b>5</b>	<b>6,36</b>	<b>8,57</b>

Tableau 32 : Paramètres mesurés pour les métatarses femelles jeunes adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>m</b>	<b>114,91</b>	<b>19,21</b>	<b>17,88</b>	<b>10,78</b>	<b>9,31</b>	<b>22,20</b>	<b>15,73</b>	<b>16,75</b>	<b>0,16</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>
<b>min</b>	95,20	16,89	15,50	8,43	7,31	18,57	13,81	10,00	0,15	0,08	0,07
<b>max</b>	130,23	22,87	21,93	13,58	10,91	25,40	18,57	25,00	0,19	0,10	0,08
<b>σ</b>	8,89	1,41	1,25	1,16	0,88	1,40	1,15	3,72	0,009	0,005	0,005
<b>CV%</b>	<b>7,73</b>	<b>7,33</b>	<b>6,99</b>	<b>10,76</b>	<b>9,45</b>	<b>6,30</b>	<b>7,31</b>	<b>29,49</b>	<b>5,62</b>	<b>5,55</b>	<b>7,14</b>

Tableau 33 : Paramètres mesurés pour les métacarpes femelles adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>m</b>	<b>117,62</b>	<b>23,54</b>	<b>17,00</b>	<b>14,56</b>	<b>10,38</b>	<b>26,47</b>	<b>16,98</b>	<b>22,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	108,55	20,57	15,00	12,83	8,81	24,34	15,30	15,00	0,18	0,10	0,07
<b>max</b>	133,06	26,68	18,80	16,91	11,54	29,60	19,29	30,00	0,21	0,14	0,09
<b>σ</b>	7,31	1,68	1,09	1,24	,86	1,53	1,13	3,63	0,008	0,009	0,007
<b>CV%</b>	<b>6,21</b>	<b>7,13</b>	<b>6,41</b>	<b>8,51</b>	<b>8,28</b>	<b>5,78</b>	<b>6,65</b>	<b>16,36</b>	<b>4,21</b>	<b>8,18</b>	<b>8,75</b>

Tableau 34 : paramètres mesurés pour les métatarses femelles adultes.

Param. stat	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>m</b>	<b>124,44</b>	<b>19,94</b>	<b>18,98</b>	<b>12,12</b>	<b>10,50</b>	<b>23,39</b>	<b>16,39</b>	<b>20,31</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,08</b>
<b>min</b>	113,98	18,01	16,83	11,01	8,97	21,69	14,92	15,00	0,14	0,08	0,06
<b>max</b>	138,69	22,18	22,08	13,74	11,52	25,93	18,39	25,00	0,17	0,11	0,09
<b>σ</b>	7,61	1,37	1,51	0,86	0,74	1,24	0,99	3,85	0,009	0,007	0,006
<b>CV%</b>	<b>6,11</b>	<b>6,87</b>	<b>7,95</b>	<b>7,09</b>	<b>7,04</b>	<b>5,30</b>	<b>6,04</b>	<b>18,95</b>	<b>6</b>	<b>7,77</b>	<b>7,5</b>

Tout d’abord, on peut remarquer que l’ensemble des mesures connaît une réduction importante de variabilité à l’exception de la catégorie des mâles et à moindre degré la catégorie des mâles jeunes adultes qui présentent des valeurs de variabilité très proches de celles de la population totale.

Les CV des mesures de la catégorie des mâles sont plus élevés que ceux de la catégorie des femelles.

La catégorie des mâles jeunes adultes présente des valeurs de variabilité plus élevées que celle des mâles adultes et la même remarque pour les catégories des femelles donc on peut dire que les individus adultes sont plus homogènes que les individus jeunes adultes pour les deux sexes.

### 2.3.3. Classement décroissant des coefficients de variation des mesures

Tableau 35 : Classement décroissant des mesures en fonction de leur CV et par catégorie.

Population totale		Mâles		Femelles		Mâles JA		Mâles A		Femelles JA		Femelles A	
MC	MT	MC	MT	MC	MT	MC	MT	MC	MT	MC	MT	MC	MT
D	d	d	d	e	d	d	d	d	d	e	d	d	Dp
E	e	e	e	d	e	e	e	Dd	Dp	d	e	e	d
Bp	Dp	GL	GL	GL	GL	GL	GL	Bd	e	GL	GL	Bp	e
Bd	GL	Dd	Dp	Dp	Dp	Bp	Bd	Bp	Dd	Dp	Bp	Dd	Bp
GL	Bd	Bp	Dd	Bd	Bp	Dd	Dd	GL	Bd	Bd	Dd	Dp	GL
Dd	Dd	Dp	Bd	Dd	Dd	Bd	Dp	e	Bp	Dd	Dp	GL	Dd
Dp	Bp	Bd	Bp	Bp	Bd	Dp	Bp	Dp	GL	Bp	Bd	Bd	Bd

— Mesures de largeur.

— Mesures d’épaisseur.

Les mesures qui décrivent la largeur et l’épaisseur de la diaphyse d et e font toujours partie des 3 mesures les plus variables, quel que soit l’échantillon considéré, sauf pour la catégorie des mâles adultes, l’épaisseur de métacarpe (e) est presque la mesure la moins variable avec CV de 5,83%.

Pour la mesure de la grande longueur GL, elle occupe chez toutes les catégories la troisième position, sauf pour les catégories des adultes (mâles et femelles) tout comme la population totale.

En ce qui concerne les différences de variabilité portant sur les autres mesures, les résultats sont assez hétérogènes d'une catégorie à l'autre, en particulier lorsque l'on classe les mesures par ordre décroissant (Tableau 35) : les mesures de largeur et d'épaisseur des épiphyses sont tour à tour moins variables les unes que les autres en fonction de la catégorie considérée, sans que l'on puisse déceler une tendance générale.

#### 2.4. Etude des valeurs moyennes

Tableau 36 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métacarpes (des mâles et des femelles).

Catégorie	Paramètres	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	PMC
Mâles	n	26	26	26	26	26	26	26	26
	m	<b>122,78</b>	<b>26,73</b>	<b>18,55</b>	<b>16,86</b>	<b>11,06</b>	<b>29,36</b>	<b>18,79</b>	<b>31,73</b>
	$\sigma$	15,54	2,96	1,98	2,87	1,71	3,11	2,12	13,92
Femelles	n	36	36	36	36	36	36	36	36
	m	<b>112,91</b>	<b>23,24</b>	<b>16,46</b>	<b>13,92</b>	<b>9,63</b>	<b>25,57</b>	<b>16,65</b>	<b>20,00</b>
	$\sigma$	9,50	1,61	1,25	1,40	1,14	1,83	1,17	4,78
	p	<b>0,0015</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>

Tableau 37 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métatarses (des mâles et des femelles).

Catégorie	Paramètres	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	PMT
Mâles	n	26	26	26	26	26	26	26	26
	m	<b>129,66</b>	<b>21,89</b>	<b>20,82</b>	<b>13,69</b>	<b>11,52</b>	<b>25,98</b>	<b>18,03</b>	<b>28,26</b>
	$\sigma$	15,93	1,98	2,14	2,44	1,79	2,53	1,80	12,48
Femelles	n	36	36	36	36	36	36	36	36
	m	<b>119,15</b>	<b>19,54</b>	<b>18,37</b>	<b>11,37</b>	<b>9,84</b>	<b>22,73</b>	<b>16,03</b>	<b>18,33</b>
	$\sigma$	9,52	1,42	1,46	1,23	1,009	1,45	1,12	4,14
	p	<b>0,00095</b>	<b>0,0000</b>						

Tableau 38 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métacarpes (des mâles jeunes adultes et des mâles adultes).

Catégorie	Paramètres	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	PMC
Mâles J A	n	19	19	19	19	19	19	19	19
	m	<b>117,02</b>	<b>25,85</b>	<b>17,94</b>	<b>15,73</b>	<b>10,28</b>	<b>28,51</b>	<b>18,18</b>	<b>26,05</b>
	$\sigma$	13,34	2,80	1,89	2,25	1,21	3,01	1,94	10,35
Mâles A	n	7	7	7	7	7	7	7	7
	m	<b>138,42</b>	<b>29,13</b>	<b>20,20</b>	<b>19,94</b>	<b>13,19</b>	<b>31,64</b>	<b>20,44</b>	<b>47,14</b>
	$\sigma$	9,02	1,99	1,11	2,04	0,77	2,19	1,75	10,35
	p	<b>0,0003</b>	<b>0,0046</b>	<b>0,0034</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0097</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,0001</b>

Tableau 39 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métatarses (des mâles jeunes adultes et des mâles adultes).

Catégorie	Paramètres	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	PMT
Mâles J A	n	19	19	19	19	19	19	19	19
	m	<b>123,94</b>	<b>21,16</b>	<b>20,13</b>	<b>12,76</b>	<b>10,79</b>	<b>25,21</b>	<b>17,45</b>	<b>23,68</b>
	$\sigma$	13,99	1,60	1,78	1,97	1,41	2,31	1,59	9,97
Mâles A	n	7	7	7	7	7	7	7	7
	m	<b>145,19</b>	<b>23,88</b>	<b>22,70</b>	<b>16,19</b>	<b>13,50</b>	<b>28,06</b>	<b>19,61</b>	<b>40,71</b>
	$\sigma$	9,24	1,55	1,98	1,81	1,02	1,93	1,42	10,17
	<i>p</i>	<b>0,0006</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0039</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0004</b>

Tableau 40 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métacarpes (des femelles jeunes adultes et des femelles adultes).

Catégorie	Paramètres	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	PMC
Femelles J A	n	20	20	20	20	20	20	20	20
	m	<b>109,15</b>	<b>23,00</b>	<b>16,04</b>	<b>13,40</b>	<b>9,04</b>	<b>24,85</b>	<b>16,38</b>	<b>18,25</b>
	$\sigma$	9,50	1,56	1,23	1,33	0,98	1,75	1,15	4,94
Femelles A	n	16	16	16	16	16	16	16	16
	m	<b>117,62</b>	<b>23,54</b>	<b>17,00</b>	<b>14,56</b>	<b>10,38</b>	<b>26,47</b>	<b>16,98</b>	<b>22,18</b>
	$\sigma$	7,31	1,68	1,09	1,24	0,86	1,53	1,13	3,63
	<i>p</i>	<b>0,030</b>	<b>0,1628</b>	<b>0,0099</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,0631</b>	<b>0,0060</b>

Tableau 41 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres mesurés pour les métatarses (des femelles jeunes adultes et des femelles adultes).

Catégorie	Paramètres	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	PMT
Femelles J A	n	20	20	20	20	20	20	20	20
	m	<b>114,91</b>	<b>19,21</b>	<b>17,88</b>	<b>10,78</b>	<b>9,31</b>	<b>22,20</b>	<b>15,73</b>	<b>16,75</b>
	$\sigma$	8,89	1,41	1,25	1,16	0,88	1,40	1,15	3,72
Femelles A	n	16	16	16	16	16	16	16	16
	m	<b>124,44</b>	<b>19,94</b>	<b>18,98</b>	<b>12,12</b>	<b>10,50</b>	<b>23,39</b>	<b>16,39</b>	<b>20,31</b>
	$\sigma$	7,61	1,37	1,51	0,86	0,74	1,24	0,99	3,85
	<i>p</i>	<b>0,0009</b>	<b>0,0637</b>	<b>0,0112</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0059</b>	<b>0,0389</b>	<b>0,0041</b>

- Significative ( $p < 0,05$ ),
- Très significative ( $p < 0,01$ ),
- Très hautement significative ( $p < 0,001$ ),

#### 2.4.1. Comparaison des valeurs moyennes de diverses catégories

Les différences observées entre les valeurs moyennes des mâles et des femelles sont pour la quasi-totalité des paramètres ostéométriques mesurés, très hautement significatives ( $p < 0,001$ ), seulement pour la mesure GL la différence est très significatives ( $p < 0,01$ ). (Tableaux 36 et 37 ; photos 12 et 13).



**Photo 12 : Métapodes d'un mâle adulte.**



**Photo 13 : Métapodes d'une femelle adulte.**

Si l'on examine l'effet de l'âge sur les paramètres ostéométriques dans chacun des deux sexes, on s'aperçoit que les mâles et les femelles ont presque les mêmes tendances.

Pour les femelles, les différences observées entre les valeurs moyennes des animaux jeunes adultes (JA) et les animaux adultes (A) sont significatives pour la quasi-totalité des mesures (Tableaux 40 et 41) :

- Très hautement significatives pour les mesures : e, GLT, dT, eT
- Très significatives : Dp, e, Bd, PMC, PMT, BdT
- Significatives : GL, DpT, DdT
- Non significatives Bp, BpT, Dd

Alors que dans le cas des mâles, les différences observées entre les valeurs moyennes pour les animaux jeunes adultes (JA) et pour les animaux adultes (A) sont toutes significatives.

Donc les mesures qui correspondent aux différences significatives ont des valeurs systématiquement plus grandes chez les adultes et ce, de façon significative.

Par conséquent, les métapodes des adultes sont plus longs et plus massifs que ceux des animaux jeunes adultes, donc, on peut dire que l'os continue sa croissance vers les 3 dimensions : longueur, épaisseur, et largeur après l'âge de 3 ans chez les 2 sexes donc les caprins n'atteignent leur format adulte qu'après cet âge, c'est-à-dire tardivement. L'espèce caprine est donc une espèce tardive.

La seule différence c'est que chez les femelles il n'y a pas de différence dans la largeur de l'extrémité proximale des métapodes entre les 2 classes d'âges, c'est-à-dire que l'os s'arrête de s'élargir avant l'âge de 3 ans, par contre chez les mâles cette partie de l'os continue sa croissance où il y a une grande différence entre les mâles jeunes adultes et mâles adultes.

A titre de comparaison, chez le dromadaire les femelles semblent plus précoces que les mâles qui sont tardifs (Babehadj, 2012), et dans l'étude de comparaison des valeurs moyennes des os longs (métapodes) des moutons et des chèvres, les résultats ont montré que les os longs des moutons sont généralement plus lourds, et plus grands à ceux des chèvres dans tous les paramètres mesurés (salami & al., 2011).

## **2.5. Etude bivariée**

### **2.5.1. Méthode utilisée pour la détermination des coefficients de corrélation**

Les corrélations entre variables sont évaluées par le coefficient de corrélation de Pearson (chiffre variant de 0 à 1 en valeur absolue) qui permet d'apprécier la corrélation entre deux variables : s'il est proche de 1, les variables sont fortement corrélées, s'il est proche de 0, elles ne le sont pas du tout.

La construction d'une matrice de corrélation permet de visualiser l'ensemble des coefficients de corrélation correspondant à chaque couple de variables. Pour cette étude, on a construit 4 matrices de corrélation, à l'aide de logiciel STATISTICA.

La première concerne les paramètres biométriques, la deuxième et la troisième concernent toutes les mesures et les rapports, obtenus respectivement à partir de l'ensemble des métacarpes, puis des métatarses, alors que la dernière concerne en effet les corrélations des mesures des métacarpes et des métatarses entre elles, ainsi qu'avec les rapports biométriques GL/GLT, d/dT, ...

### 2.5.2. Coefficient de corrélation et de régression linéaire pour les paramètres biométriques

Pour les paramètres biométriques, sont particulièrement bien corrélés entre eux ( $r > 0,9$ ) de façon tout à fait logique.

Ainsi, le poids de carcasse et le poids du métacarpe sont très bien corrélés (Figure 38) ou encore le poids de carcasse et le poids du métatarse (Figure 39), de la même façon, le poids du métacarpe et celui du métatarse sont parfaitement bien corrélés (Figure 40).

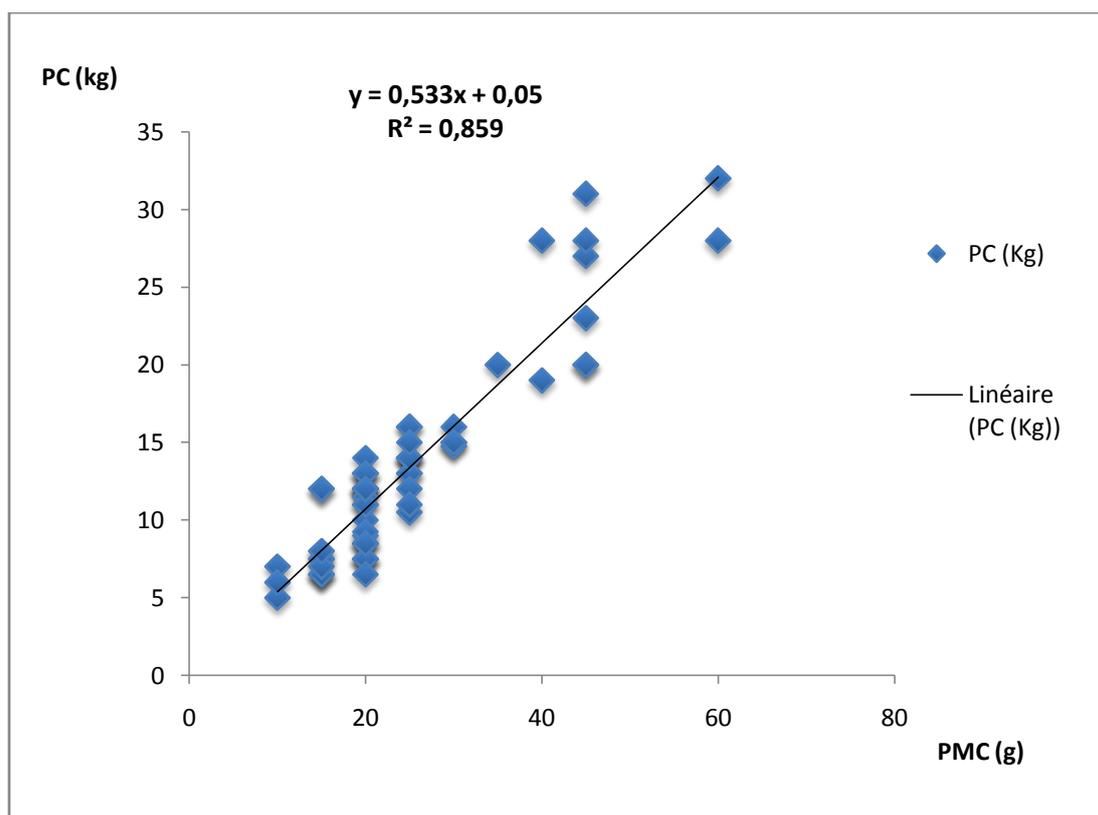


Figure 38 : Courbe de corrélation entre le poids de la carcasse de la population globale et le poids du métacarpe  $r = 0,93$ .

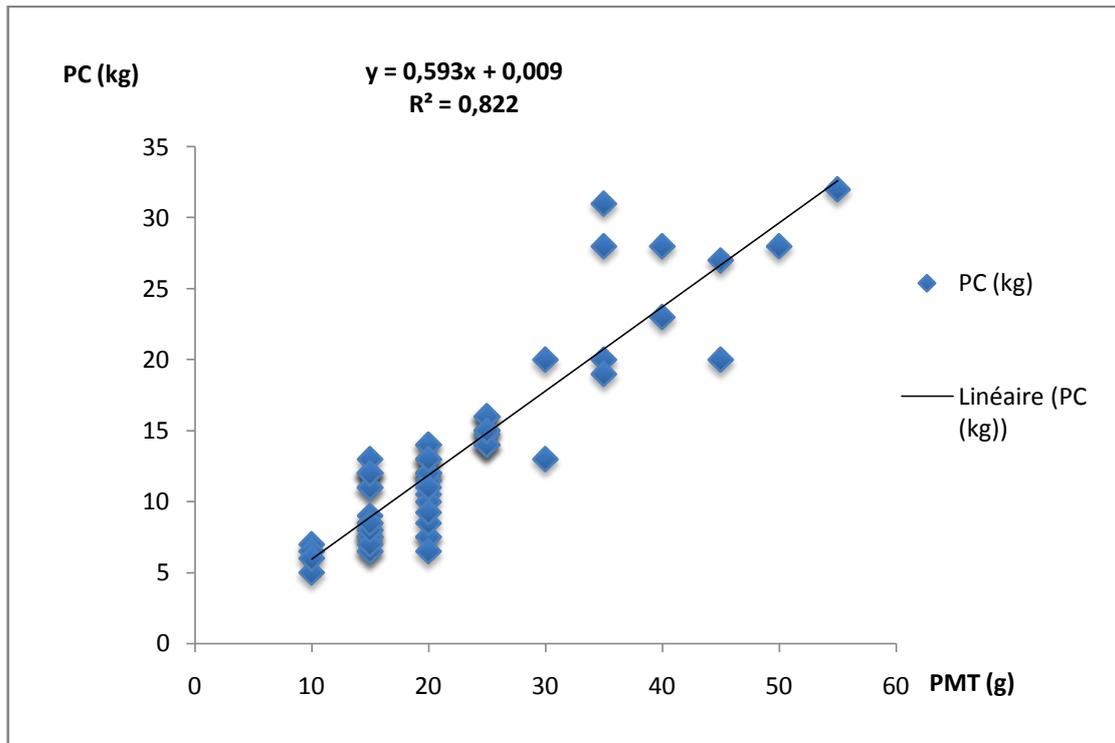


Figure 39 : Courbe de corrélation entre le poids de la carcasse de la population globale et le poids du métatarse  $r = 0,91$ .

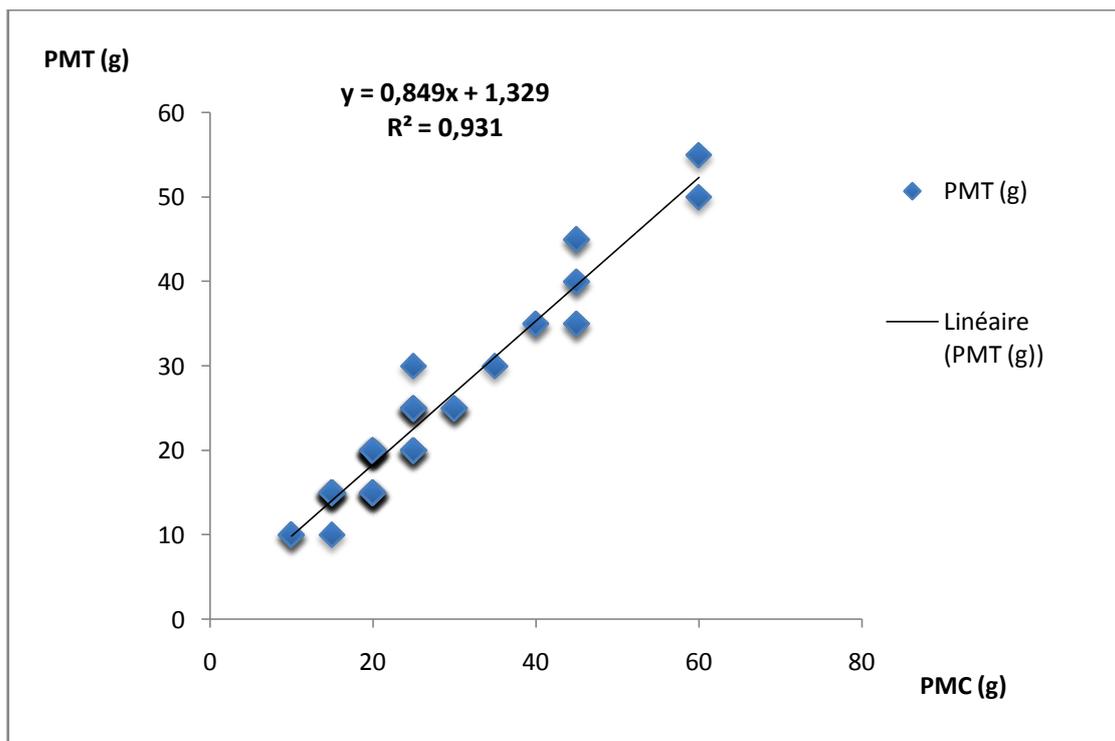


Figure 40 : Courbe de corrélation entre le poids du métacarpe et celui du métatarse (PMT ; PMC)  $r = 0,96$ .

### 2.5.3. Coefficient de corrélation et de régression linéaire pour les paramètres ostéométriques

#### 2.5.3.1. Coefficient de corrélation du métapode entier

Le tableau 42 présente la répartition des coefficients de corrélation de chaque matrice (en valeur absolue) dans les différents intervalles :  $[0 - 0,25[$ ,  $[0,25 - 0,5[$ ,  $[0,5 - 0,75[$ ,  $[0,75 - 1]$ .

Tableau 42 : la répartition des coefficients de corrélation (r) des différentes matrices.

$ r $	Les mesures et rapports des métacarpes	Les mesures et rapports des métatarses	Ensemble des mesures et rapports
$[0 - 0,25[$	n = 6 13,3 %	n = 6 13,3 %	n = 27 14,2 %
$[0,25 - 0,5[$	n = 8 22,2 %	n = 10 17,8 %	n = 37 19,5 %
$[0,5 - 0,75[$	n = 10 17,8 %	n = 8 22,2 %	n = 35 18,4 %
$[0,75 - 1]$	n = 21 46,7 %	n = 21 46,7 %	n = 91 47,9 %
Total des observations	n = 45	n = 45	n = 190

$|r|$  = Valeur absolue du coefficient de corrélation de Pearson.  
 n = Effectif des couples de mesures de la matrice ayant un coefficient de corrélation inclus dans l'intervalle spécifié.

Si on a décidé de ne retenir que les résultats significatifs au seuil de 5% (à partir de la probabilité de bonferroni), tout coefficient de corrélation inférieur à cette valeur sera considéré comme non significatif.

Comme on peut constater à l'étude de ce tableau, que le premier intervalle se compose en grande partie de valeurs non significatives. On ne peut donc pas analyser les coefficients relatifs aux couples de variables les moins bien corrélés ; on peut seulement conclure que la corrélation entre ces variables est faible. on peut toutefois remarquer que la quasi-totalité des couples de variables présentant un coefficient de corrélation non significatif fait intervenir les rapports des métapodes et particulièrement Bp/GL et BpT/GLT.

### 2.5.3.2. Au niveau du métacarpe

Le simple examen du tableau nous permet d'affirmer que les coefficients de corrélation des mesures des métacarpes sont globalement élevés : les deux tiers de ceux-ci sont supérieurs à 0,50 et presque la moitié est supérieure à 0,80. Ceci reflète une grande harmonie dans les proportions du métacarpe d'un individu à l'autre. A titre de comparaison, **Lallemant (2002)**, pour les mesures des métapodes de mouton, obtenait les trois quarts supérieurs 0,65 et la moitié est supérieure à 0,79, et **Babelhadj (2012)**, dans les métapodes de dromadaire la race sahraoui, trois quart des coefficients de corrélation sont supérieurs à 0.65 et la moitié est supérieure à 0.82, ou encore, **Antonot (2000)**, pour des mesures de crânes de bovins de l'île d'Amsterdam, obtenait la majorité de ses corrélations dans la fourchette [ 0,4 – 0,6 [ et considérait cette proportion comme le reflet de l'harmonie dans la constitution du squelette céphalique. Ici presque la moitié de des corrélations se situe dans la fourchette [0,75-1].

Cependant, il faut rester prudent lorsque l'on compare ces résultats, car la tête osseuse est constituée de beaucoup plus d'os que le métapode (la fusion des doigts III et IV). Comme les coefficients de corrélation de la tête osseuse concernent beaucoup plus de deux os, il n'est pas vraiment surprenant qu'ils soient plus faibles.

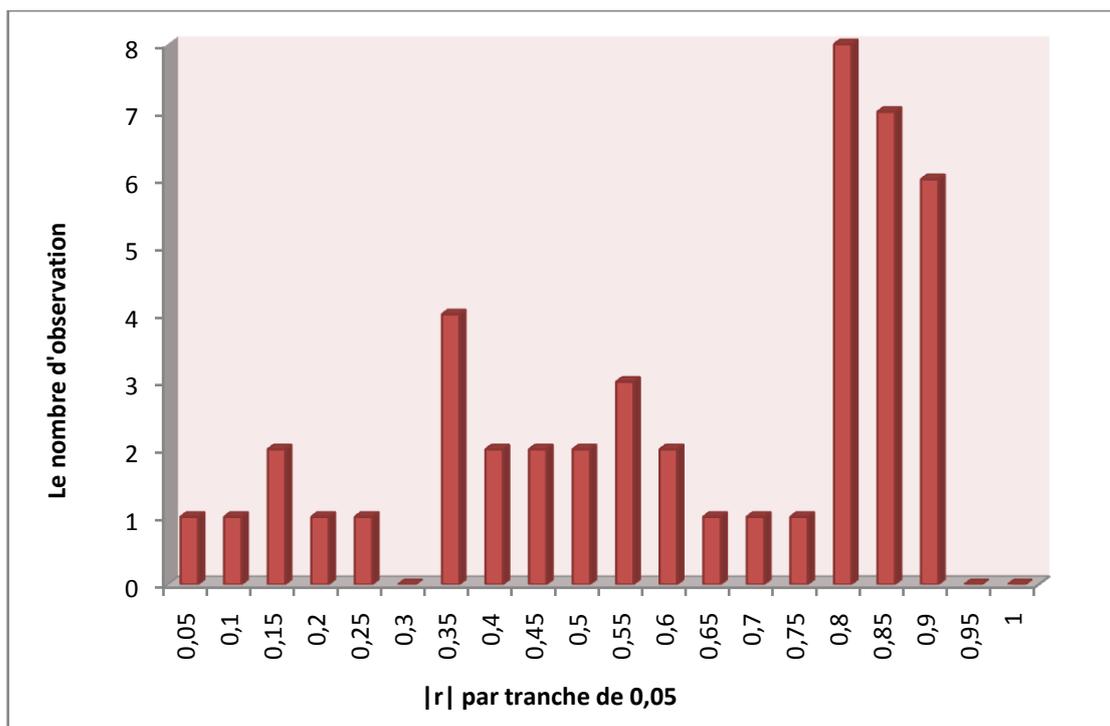


Figure 41 : Distribution de |r| pour les mesures et rapports des métacarpes (histogramme).

L'examen de la figure 41 ci-dessus nous permet de dégager plusieurs informations :

➤ L'appréciation visuelle de la distribution confirme l'examen des valeurs numériques des paramètres de position : les coefficients de corrélation sont globalement élevés. Les valeurs de  $|r|$  semble littéralement « se tasses » vers l'abscisse 1, qui peut être assimilée à un « mur de droite ». Ce mur de droite, dans le cadre de l'étude des corrélations, représente un seuil de corrélation maximale.

➤ La distribution des coefficients n'est pas uni-modale : on distingue aisément trois groupes de valeurs.

- Un premier groupe de faibles valeurs, qui correspond à des coefficients non significatifs (intervalle  $[0 - 0,35[$ ) faisant intervenir le rapport Bp/GL.

- Un second groupe de valeurs moyennes ( $0,35 < |r| < 0,75$ ), correspondant à des couples de variables faisant intervenir les rapports Bp/GL ; d/GL ; e/GL. Ces trois variables sont celles qui présentent les coefficients de corrélation les plus faibles avec les autres.

- Un dernier groupe, qui regroupe la moitié des valeurs ( $|r| > 0,75$ ), correspondant à la majorité des couples de variables, qui sont globalement fortement corrélées.

Les très fortes valeurs de  $|r|$  sont fréquentes, puisque il existe un grand nombre de mesures, et par conséquent de nombreuses parties de l'os, qui sont très fortement corrélées.

On peut donc considérer qu'au sein de l'espèce caprine domestique, une caractéristique importante du métacarpe est son homogénéité. Il est maintenant intéressant d'examiner quelles sont les mesures les mieux corrélées entre elles.

#### **2.5.3.2.1. Couples de mesures les mieux corrélées**

On a choisi de présenter dans le tableau 43 les couples de variables qui ont une valeur de  $|r|$  supérieure à 0,9.

**Tableau 43 : Présentation détaillée des couples de variables satisfaisant à la condition  $|r|$  dans l'intervalle  $[0,9 -1]$  pour les métacarpes.**

$ r $	Les couples des variables
<b>Intervalle <math>[0,9 -1]</math></b>	<p>Dp - Bp  d - e  Dd - Bd  d - Bd  Bp - Bd  Bp - Dd</p>

On remarque que les couples qui appartiennent à l'intervalle  $[0,9 -1]$ , c'est-à-dire les mesures les plus fortement liées, sont toutes des mesures que l'on peut qualifier d'analogues. Elles concernent toutes, soit des zones analogues de l'os et se déterminent selon deux axes différents (Bp et Dp, par exemple, la largeur et l'épaisseur de la partie proximale ; d et e, la largeur et l'épaisseur de la diaphyse), soit deux zones différentes de l'os, mais réalisées dans le même axe (Bp et Bd, par exemple, les largeurs respectivement proximale et distale). Seule Bp et Dd, des mesures qui décrivent une zone et un axe différent de l'os, entrent dans cet intervalle.

En résumé, les très fortes valeurs du coefficient de corrélation s'observent pour des mesures qui ont en commun, soit la zone de l'os visée, soit l'axe selon lequel elles sont réalisées. On peut donc remarquer que plus les mesures sont proches en terme de définition, plus elles ont tendance à être proches en terme de corrélation, ce qui semble être logique.

#### **2.5.3.2.2. Choix de quelques mesures représentatives des caractéristiques de l'os**

Il nous apparaît important de faire ce travail de sélection parmi les mesures réalisées, car la multiplication de leur nombre alourdit le travail de collecte des données.

1- En préambule, on peut signaler que la mesure de grande longueur (GL) est toujours un paramètre incontournable. C'est toujours la seule mesure qui nous renseigne sur l'axe proximo- distal, elle est très fortement corrélée aux autres mesures à l'exception des rapports et est indispensable à l'appréciation numérique de la gracilité du métapode (Figure 42).

2- Au niveau de l'extrémité proximale du métacarpe, on constate que Bp et Dp sont deux mesures fortement corrélées sur le métacarpe de la chèvre avec un  $r = 0,94$ , très proche de celui du mouton  $0,93$  mais très éloigné chez le dromadaire  $0,77$ . Il est donc nécessaire de conserver ces deux mesures pour décrire de manière précise l'extrémité proximale le métacarpe.

Il apparait donc souhaitable de réaliser systématiquement Bp et Dp lorsque l'on s'intéresse à l'extrémité proximale (Figure 43).

3- Au niveau de la diaphyse, on dispose de deux mesures, l'une de largeur et l'autre d'épaisseur (e et d). Ce sont deux mesures de même espèce (zone commune) et leur coefficient de corrélation est égal à ( $r = 0,92$ ). En ce qui concerne d et GL ; e et GL, leurs coefficients de corrélation sont quand même élevés, égalent respectivement ( $r = 0,86$  et  $r = 0,89$ ). Il nous semble donc possible de ne conserver qu'une seule de ces mesures, sans perdre beaucoup d'informations sur la structure du métacarpe. e et d quant à elles restent un choix raisonnable (Figure 44).

4- Au niveau de l'épiphyse distale, on a une mesure de largeur et une mesure d'épaisseur. La corrélation qui existe entre les mesures Bd et Dd est très forte ( $r = 0,94$ ). On garde ces mesures pour une précision globale de cette extrémité sans réaliser d'autres mesures plus compliquées qui sont effectuées dans d'autres études (Lallemant, 2002), puisque ces mesures sont les plus faciles et les plus rapides à obtenir et ont un  $|r|$  très élevé contrairement au dromadaire, ce couple est faiblement corrélé,  $r = 0,48$  (Babelhadj., 2012) (Figure 45).

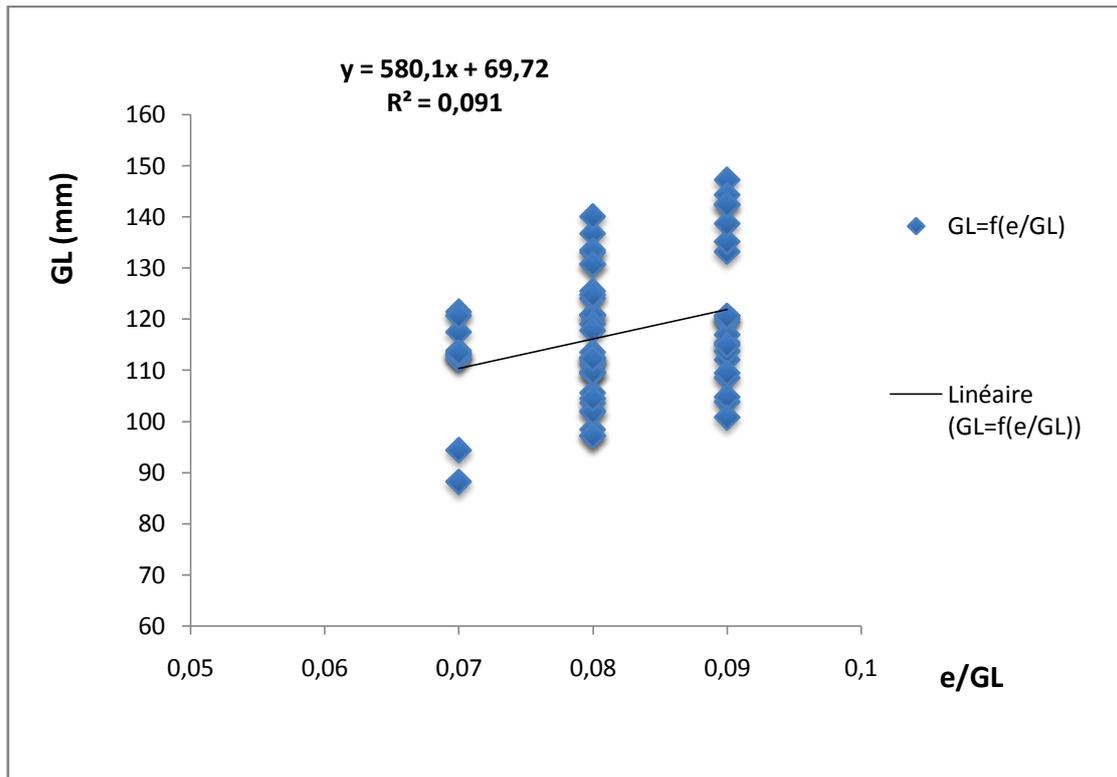


Figure 42 : Courbe de corrélation entre GL et e/GL,  $r = 0,30$ .

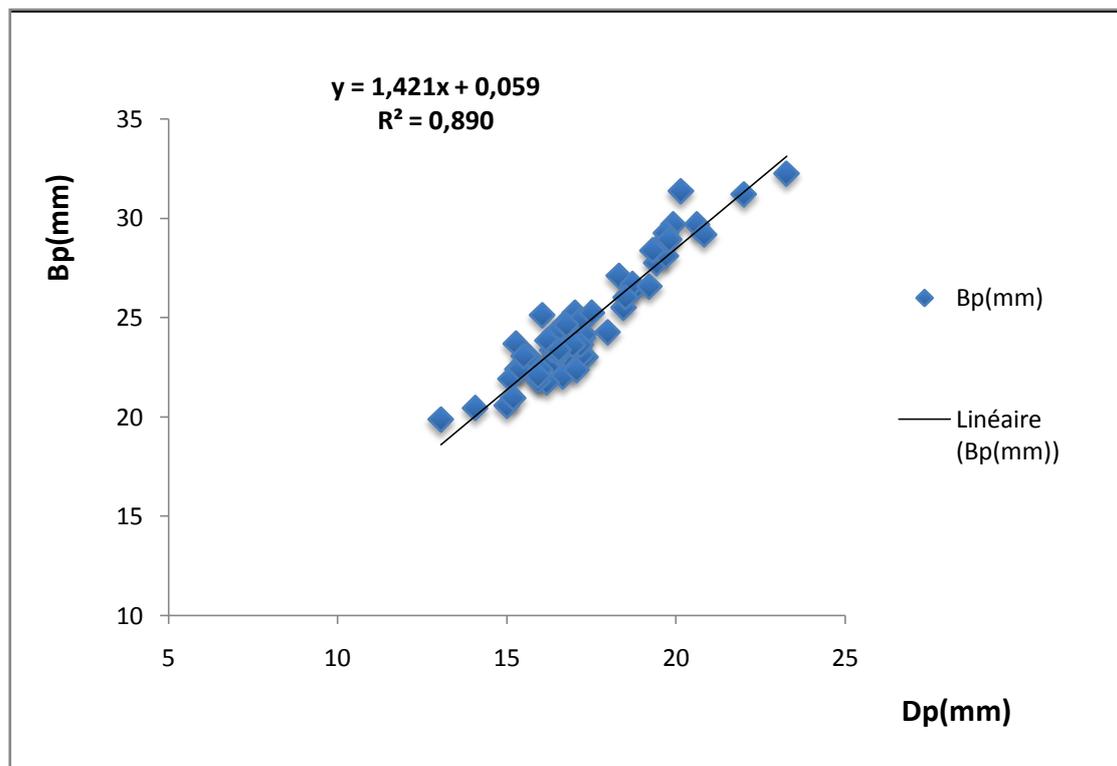


Figure 43 : Courbe de corrélation entre Bp et Dp,  $r = 0,94$ .

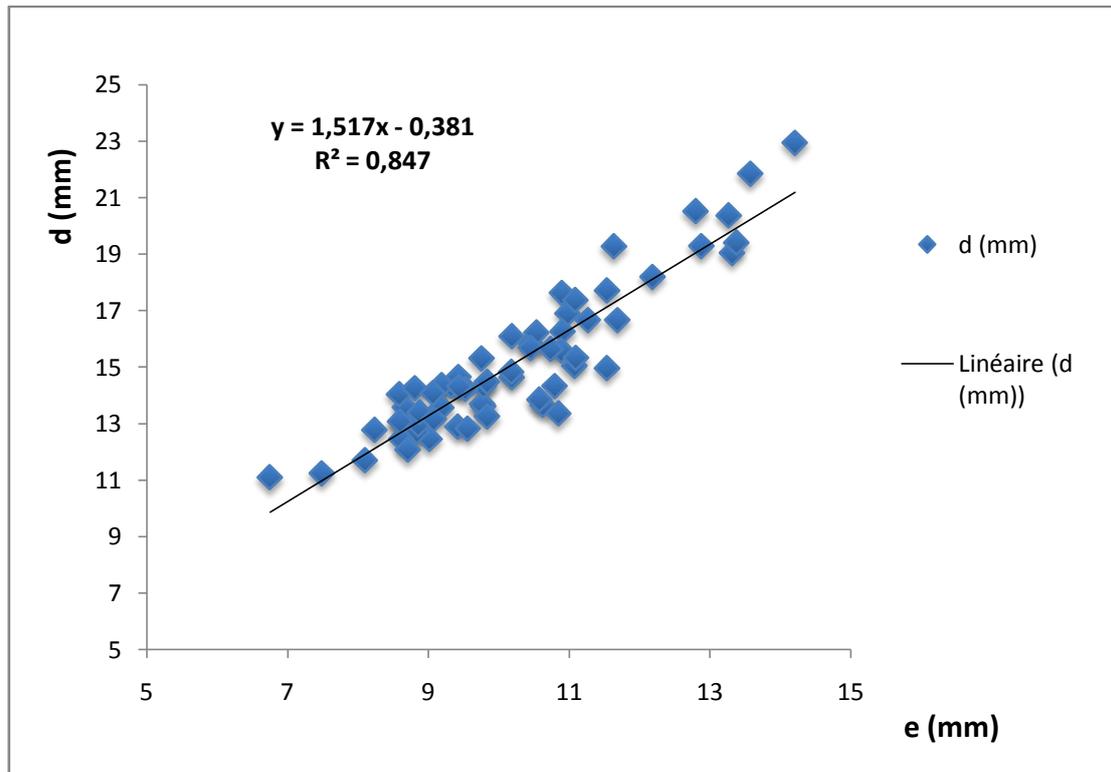


Figure 44 : Courbe de corrélation entre  $d$  et  $e$ ,  $r = 0,92$ .

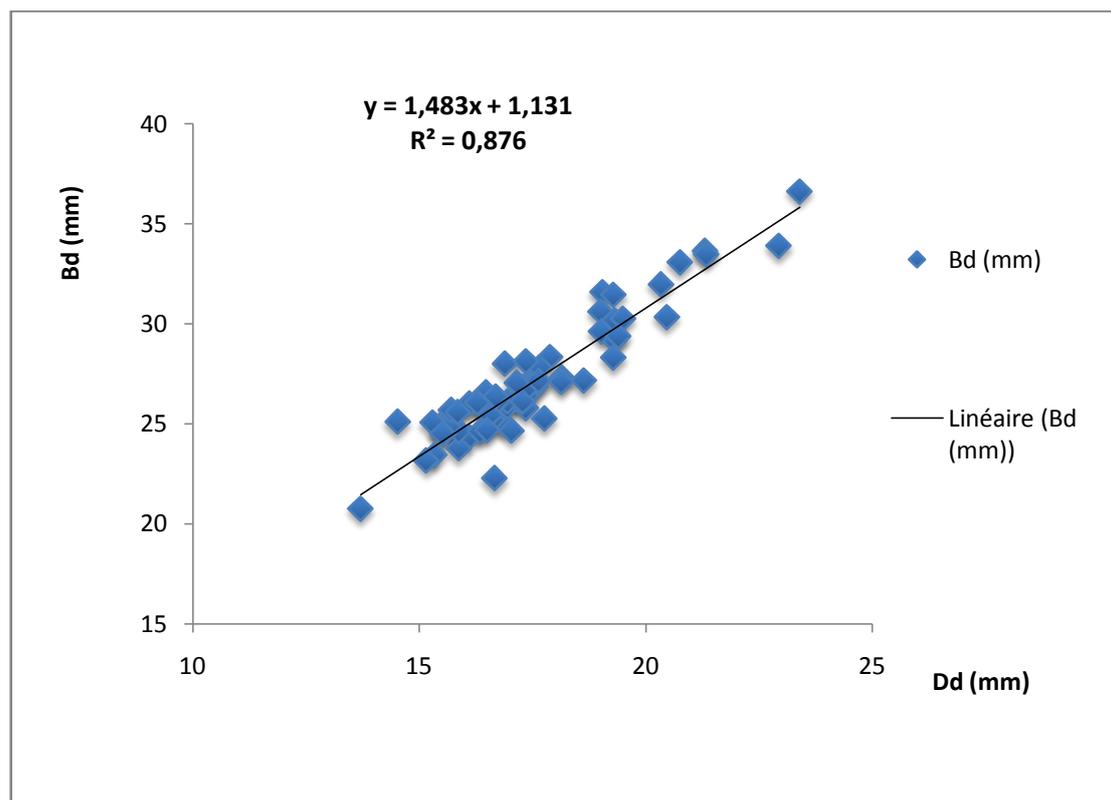


Figure 45 : Courbe de corrélation entre  $d$  et  $e$ ,  $r = 0,94$ .

### 2.5.3.3. Au niveau du métatarse

Le tableau 42 nous permet de formuler des observations identiques à celles déjà faites plus haut au sujet des métacarpes : les coefficients de corrélation des mesures des métatarses sont globalement élevés : les deux tiers de ceux-ci sont supérieurs à 0,50 et presque la moitié est supérieure à 0,82. Ceci reflète comme pour le métacarpe une grande harmonie dans les proportions du métatarse d'un individu à l'autre.

A titre de comparaison, les coefficients de corrélation des mesures des métapodes de mouton et le dromadaire sont aussi très élevés, les trois quarts supérieurs 0,65 et la moitié est supérieure à 0,82 (Lallemand., 2002 ; Babelhadj., 2012).

Les représentations graphiques utilisées pour visualiser la distribution des coefficients de corrélation relatifs aux mesures des métatarses sont du même type que celles utilisées pour les métacarpes, on se reportera donc au paragraphe suivant pour de plus amples détails sur leur constitution.

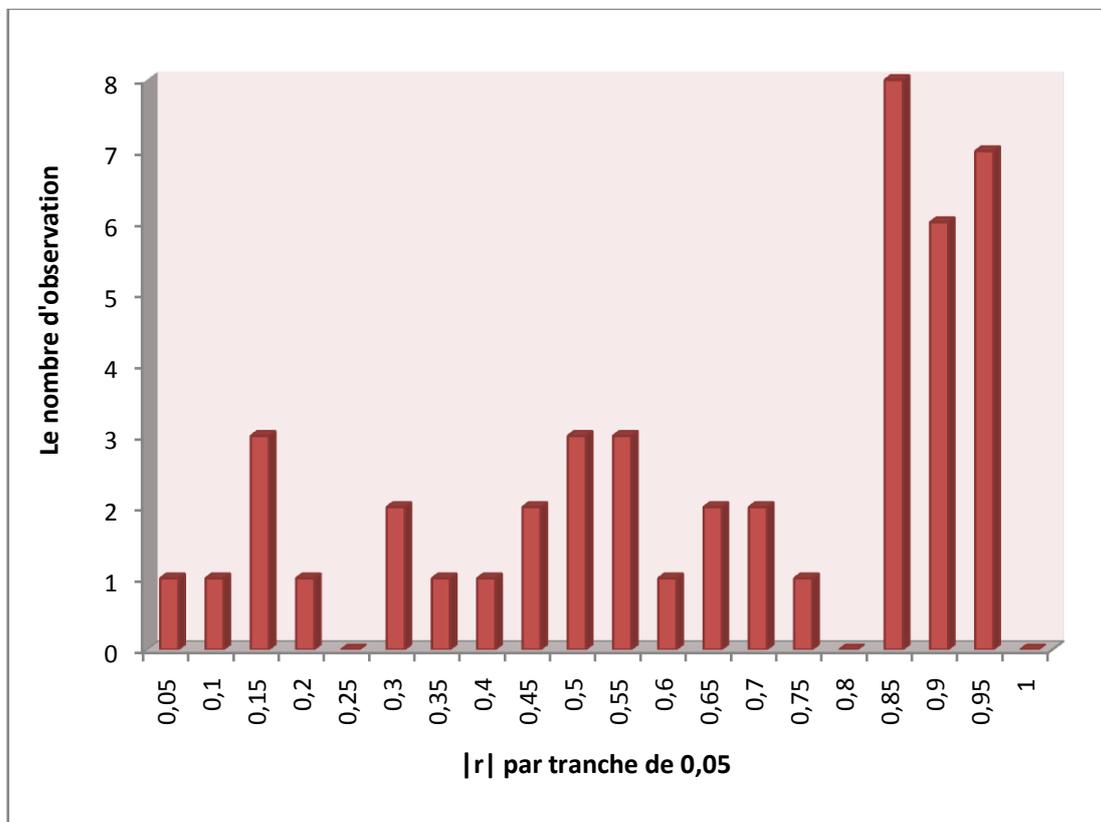


Figure 46 : Distribution de  $|r|$  pour les mesures et rapports des métatarses (histogramme).

L'examen de la figure 46 ci-dessus nous permet de dégager plusieurs informations qui se rapprochent beaucoup de celles qui ont été faites au sujet du métacarpe :

- L'appréciation visuelle de la distribution confirme l'examen des valeurs numériques des paramètres de position : les coefficients de corrélation sont globalement élevés. Tout comme pour le métacarpe.
- Les trois groupes de valeurs que l'on avait mis en évidence au niveau du métacarpe se retrouvent, au niveau du métatarse.

La conclusion au niveau du métatarse sera donc identique à celle du métacarpe : les très fortes valeurs de  $|r|$  sont fréquentes, puisque il existe un grand nombre de mesures, et par conséquent de nombreuses parties de l'os, qui sont très fortement corrélées.

Par conséquent, l'harmonie dans les proportions, que l'on avait évoquées au sujet du métacarpe, est transposable au métatarse en des termes identiques. On avait déduit de ces observations, au sujet du métacarpe, qu'elles traduisaient une caractéristique fondamentale de cet os : son homogénéité dans une population hétérogène, le métatarse partage cette caractéristique.

#### 2.5.3.3.1. Couples de mesures les mieux corrélées :

On a choisi de présenter dans le tableau 44 les couples de variables qui ont une valeur de  $|r|$  supérieure à 0,9.

**Tableau 44 : Présentation détaillée des couples de variables satisfaisant à la condition  $|r|$  dans l'intervalle  $[0,9 - 1]$  pour les métatarses.**

$ r $	Les couples des variables
<b>Intervalle <math>[0,9 - 1]</math></b>	DpT - BpT dT - eT DdT - BdT BpT - BdT dT - BdT BpT - DdT DpT - BdT

Les commentaires que l'on peut porter au sujet de ce tableau sont encore une fois très proches de ceux qu'on a tenus envers son homologue au niveau des métacarpes :

On remarque que les couples qui appartiennent à l'intervalle  $[0,9 -1]$ , c'est-à-dire les mesures les plus fortement liées, sont toutes des mesures que l'on peut qualifier d'analogues. Elles concernent toutes, soit des zones analogues de l'os et se déterminent selon deux axes différents, soit deux zones différentes de l'os, mais réalisées dans le même axe, sauf (BpT- DdT) et (DpT – BdT), des mesures qui décrivent des zones et des axes différents de l'os, entrent dans cet intervalle. On remarque aussi que les couples appartenant à cet intervalle sont les mêmes pour le métacarpe et le métatarse, sauf qu'il y a un couple de plus dans la liste du métatarse (DpT – BdT). On peut dire que ce nombre plus élevé reflète peut être une plus grande homogénéité du métatarse par rapport au métacarpe.

En résumé et suite à l'examen du tableau 44, on peut rajouter un résultat qui va venir s'ajoute à la liste déjà longue des points communs entre métacarpe et métatarse : au niveau du métatarse, tout comme à celui du métacarpe, plus les mesures sont proches en terme de définition, plus elles ont tendance à être proches en terme de corrélation, ce qui semble être logique.

#### **2.5.3.3.2. Choix de quelques mesures représentatives des caractéristiques de l'os**

Le travail de sélection qui a été accompli au niveau du métacarpe ne sera pas repris dans le détail au niveau du métatarse. Comme on a pu le constater à chaque paragraphe, toutes les caractéristiques fondamentales du métacarpe, en terme de corrélation entre ses parties, se retrouvent quasiment à l'identique sur le métatarse. Ainsi, il semble logique de conserver les mesures que l'on avait retenues précédemment pour décrire le métatarse de manière simplifiée.

1- La mesure de grande longueur (GLT) est toujours un paramètre incontournable. C'est toujours la seule mesure qui nous renseigne sur l'axe proximo- distal, elle est très fortement corrélée aux autres mesures à l'exception des rapports et est indispensable à l'appréciation numérique de la gracilité du métapode.

2- Au niveau de l'extrémité proximale du métatarse, BpT et DpT deux mesures fortement corrélées sur le métacarpe de la chèvre avec un  $r = 0,93$ , ce coefficient est plus élevé que celui du mouton  $0,86$ , et plus encore du dromadaire  $0,77$ . Comme nous avons conservé ces deux mesures pour décrire le métacarpe, nous devons à fortiori les conserver lorsque l'on s'intéresse au métatarse. Il apparaît donc souhaitable de réaliser systématiquement BpT et DpT lorsque l'on s'intéresse à l'extrémité proximale.

3- Au niveau de la diaphyse, d et e entretiennent le même statut sur le métatarse que sur le métacarpe, avec un  $r = 0,95$ . eT et dT quant à elle reste un choix raisonnable.

4- Au niveau de l'épiphyse distale, on a une mesure de largeur et une mesure d'épaisseur. La corrélation qui existe entre les mesures BdT et DdT est très fortes ( $r = 0,92$ ). On garde ces mesures pour une précision globale de cette extrémité sans réaliser d'autres mesures plus compliquées, puisque ces mesures sont les plus faciles et les plus rapides à obtenir et ont un  $|r|$  très élevé.

En résumé de cette partie portant sur les corrélations entre mesures au niveau du métatarse, l'élément le plus marquant est la similitude qui unit le métatarse au métacarpe en terme de constitution. Certes on pouvait s'en douter, compte tenu des fonctions identiques qu'occupent ces os au sein du membre antérieur et du membre postérieur, mais l'étude précise des corrélations, qui permet de juger de la conservation des proportions dans une population hétérogène (différentes races autochtones), nous en apporte la totale confirmation.

Maintenant que l'on a envisagé les corrélations entre mesures pour chaque type d'os, nous nous proposons de compléter les résultats en étudiant les corrélations qui existent entre métacarpe et métatarse.

#### **2.5.3.4. Corrélation entre métacarpes et métatarses**

Comme précédemment, on se propose d'utiliser un histogramme pour obtenir une appréciation visuelle de la distribution :

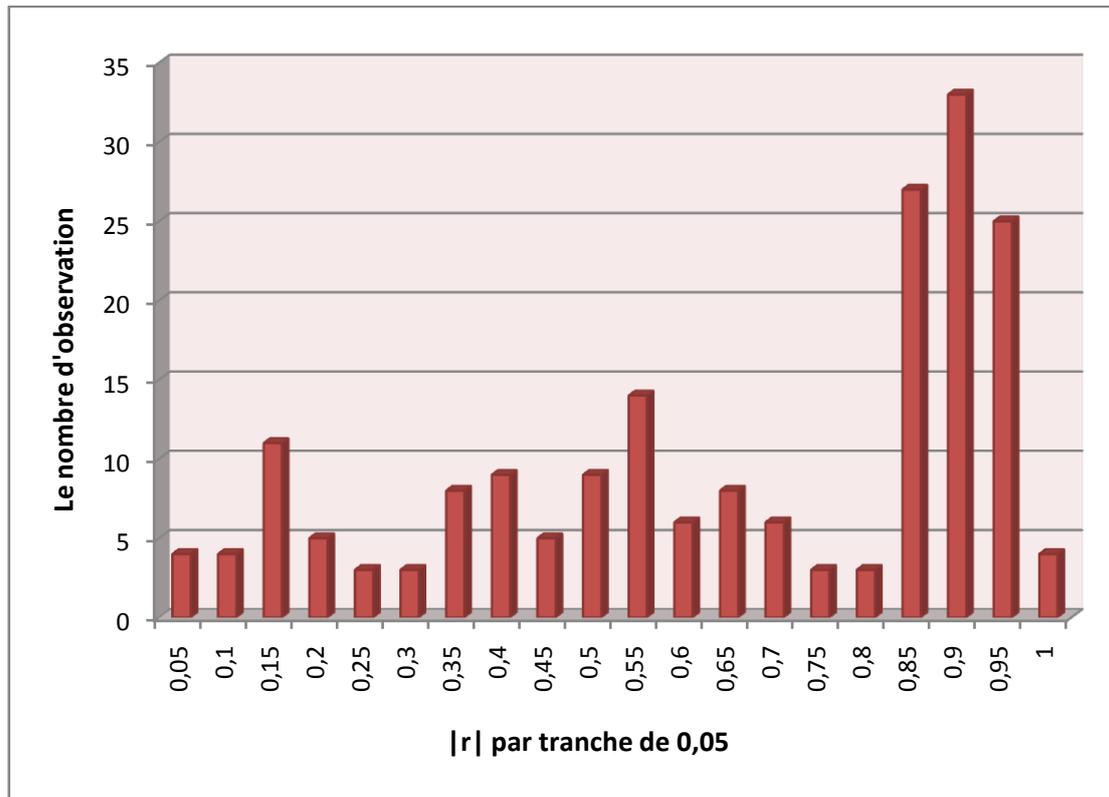


Figure 47 : Distribution de  $|r|$  pour les mesures et rapports des métacarpes et métatarses (histogramme).

L'examen de la figure 47 ci-dessus nous permet de confirmer les impressions que l'on avait à l'examen des données numériques :

➤ Les coefficients de corrélation sont globalement élevés. La partie droite de la distribution ressemble fortement à celle que l'on obtenait à partir des deux autres matrices. On peut encore parler de « mur de droite », vers lequel se regroupent la majorité des valeurs de  $|r|$ .

➤ Dans la distribution des coefficients, on distingue aisément trois groupes de valeurs.

- Un premier groupe de faibles valeurs, qui correspond à des coefficients non significatifs (intervalle  $[0 - 0,25 [$ ), représente 14% de l'ensemble des couples faisant intervenir tous les rapports et en particulier Bp/GL ; BpT/GLT.

- Un second groupe de valeurs moyennes ( $0,25 < |r| < 0,75$ ), correspondant à des couples de variables faisant intervenir les différents rapports et en particulier d/GL ; e/GL. dT/GLT ; eT/GLT. Ces six variables sont celles qui présentent les coefficients de corrélation les plus faibles avec les autres. Les  $|r|$  les

plus élevés dans ce groupe sont ceux qui correspondent aux couples (d/GL, d) ; (dT/GLT, dT) qui égalent respectivement à 0,74 et 0,75.

Ces deux groupes représentent 52% des coefficients de cette matrice, c'est-à-dire l'intervalle [0 - 0,75], regroupe la moitié des valeurs.

- Un dernier groupe est facilement mis en évidence, et regroupe de la moitié des valeurs ( $|r| > 0,75$ ), correspondant à la majorité des couples de variables, qui sont globalement fortement corrélées.

Les très fortes valeurs de  $|r|$  sont aussi fréquentes que dans les deux autres matrices, et la conclusion que l'on avait formulée pour les matrices individuelles de chaque os peut être étendue à leur regroupement : nombreuses parties du métacarpe et du métatarse sont fortement corrélées entre elles, à la fois au sein de chaque type d'os et entre chaque type d'os. Au sein de l'espèce, ces os sont donc aussi très homogènes entre eux. L'harmonie que l'on avait soulignée dans les proportions propres à chaque type d'os est présente également entre les proportions de chacun d'eux.

Il en résulte que le métacarpe et le métatarse auront une forte tendance à varier conjointement et dans les mêmes proportions, dans une population (sans précision ou sélection des races).

Homogène est un qualificatif qui correspond donc parfaitement aux métapodes de la chèvre domestique. En leur sein, et même entre eux, c'est cette homogénéité qui doit être retenue comme leur caractéristique principale. Compte tenu de la diversité phénotypique qui règne dans cette espèce, elle est remarquable et mérite d'être fortement soulignée.

On ne présentera pas les couples de variables les mieux corrélées, comme on l'avait fait pour les deux matrices précédentes, pour la simple raison qu'il existe plus de 29 couples qui répondent à la condition  $|r| > 0,9$ . En revanche, il est beaucoup plus pertinent de présenter des données que seule cette matrice peut nous fournir : les coefficients de corrélation des homologues.

### 2.5.3.4.1. Coefficient de corrélation des mesures homologues entre métatarse et métacarpe.

Tableau 45 : Coefficient de corrélation entre mesures homologues réalisées sur le métacarpe et le métatarse.

Mesures	Coefficient de corrélation
<b>GL</b>	0,99
<b>Bp</b>	0,91
<b>Dp</b>	0,91
<b>d</b>	0,96
<b>e</b>	0,96
<b>Bd</b>	0,97
<b>Dd</b>	0,94

Le tableau 45 associe pour chaque mesure le coefficient de corrélation des mesures réalisées sur le métacarpe et des mesures réalisées sur le métatarse. Ce tableau est éloquent : seuls deux coefficients sont inférieurs à 0.94, ces deux valeurs concernent l'extrémité proximale. En ce qui concerne la seule mesure de l'épiphyse distale, le plus faible coefficient est de 0.94 (pour Dd). Pour les coefficients des mesures de la diaphyse tous les deux ont la même valeur 0,96, et enfin la grande longueur avec la valeur la plus élevée 0,99.

Ce qui est remarquable, c'est que ces résultats ont été obtenus à partir d'un échantillon hétéroclite de chèvres, composé par des individus récupérés spontanément sans sélection. Ces corrélations reflètent donc une caractéristique propre à l'espèce.

A la lumière de ces résultats, ainsi que de ceux qui concernent la variabilité, qui illustrent tous la forte liaison qui existe entre métacarpe et métatarse aussi bien en terme de corrélation entre mesures qu'en terme de variabilité, il nous apparaît raisonnable de se limiter à l'étude d'un seul type d'os lorsque l'on s'intéresse au métapode.

Le degré de corrélation entre mesures homologues est tel qu'il est possible d'extrapoler les résultats obtenus sur un type d'os sur l'autre. Cette proposition permettrait de simplifier l'expérimentation, tout en consentant une approximation minimale dans les résultats. Pour l'archéozoologue, qui ne peut travailler qu'avec le matériel osseux que la fortune aura bien voulu mettre à sa disposition, cette donnée est on ne peut plus intéressante, car il pourra extrapoler, sans prendre trop de risques,

des résultats obtenus sur une catégorie d'os à l'autre catégorie. Lorsque l'on a mis en évidence une très forte corrélation entre deux variables, il est possible de déterminer un rapport entre ces variables, de manière à estimer l'un à partir de l'autre. Pour cette étude des métapodes, il nous est apparu intéressant de déterminer ce rapport pour les couples de mesures homologues. La régression linéaire simple est la méthode la plus adéquate pour atteindre ce paramètre.

#### 2.5.3.4.2. Régression linéaire appliquée aux mesures homologues du métacarpe et du métatarse :

L'examen des distributions  $y = f(x)$ , où  $x$  et  $y$  représentent les mesures homologues, respectivement du métacarpe et du métatarse.

On a également calculé le coefficient de détermination de chacune de ces droites. Cette valeur comprise entre 0 et 1, représente l'adéquation de la distribution réelle au modèle théorique. Plus elle est proche de 1, meilleur est le modèle. L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 46.

**Tableau 46 : Régression linéaire entre les mesures homologues du métacarpe (variable explicative) et du métatarse (variable expliquée).**

y	x	a	b	Coefficient de détermination
<b>GLT</b>	<b>GL</b>	1,01	4,75	0,98
<b>BpT</b>	<b>Bp</b>	0,65	4,36	0,83
<b>DpT</b>	<b>Dp</b>	1,02	1,57	0,82
<b>dT</b>	<b>d</b>	0,80	0,20	0,91
<b>eT</b>	<b>e</b>	0,98	0,47	0,91
<b>BdT</b>	<b>Bd</b>	0,80	2,30	0,94
<b>DdT</b>	<b>Dd</b>	0,84	2,08	0,88

Dans l'ensemble, l'adéquation au modèle linéaire est bonne. De nombreuses valeurs ont un coefficient de détermination supérieur à 0,9.

On peut raisonnablement utiliser les rapports dont le coefficient de détermination est supérieur à 0,9, c'est-à-dire ceux de GL, d, e, Bd, car l'approximation consentie sera tolérable, et permettra d'approcher suffisamment le résultat réel pour en avoir une bonne idée. Le coefficient de corrélation de ces mesures est en effet toujours supérieur à 0,95, ce qui constitue un critère important pour valider le modèle linéaire que l'on vient d'évaluer.

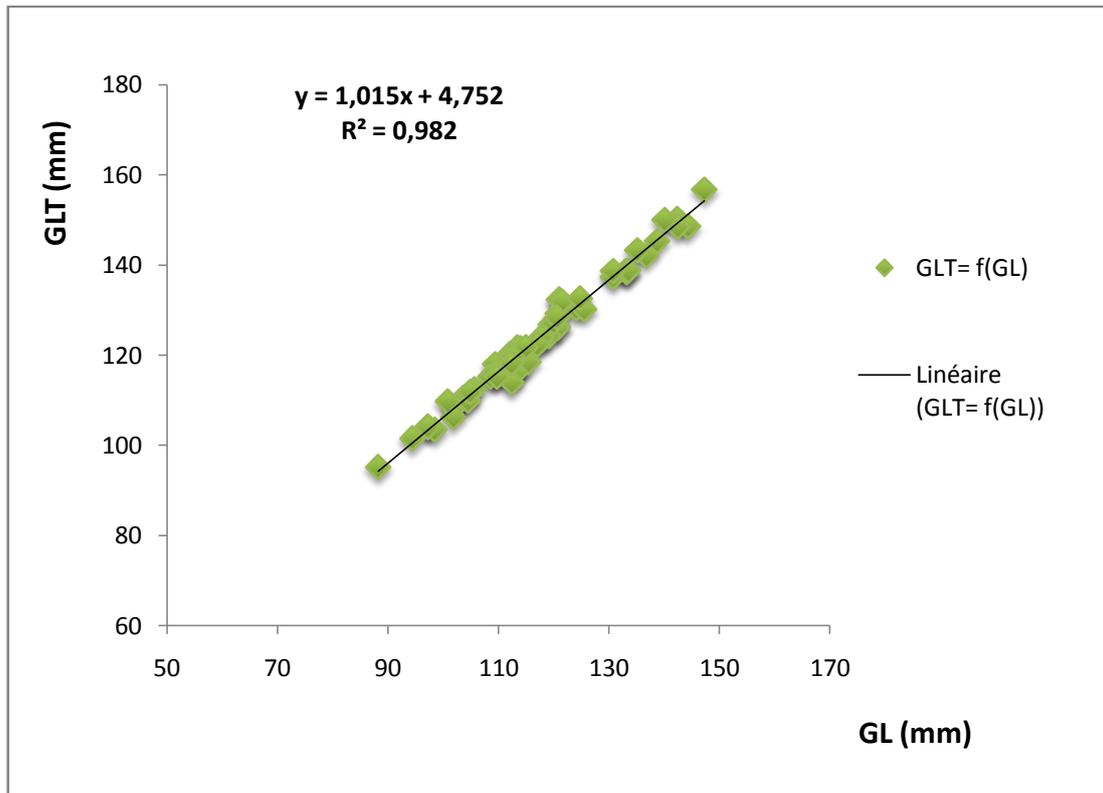


Figure 48 : Courbe de corrélation entre GL et GLT,  $r = 0,99$ .

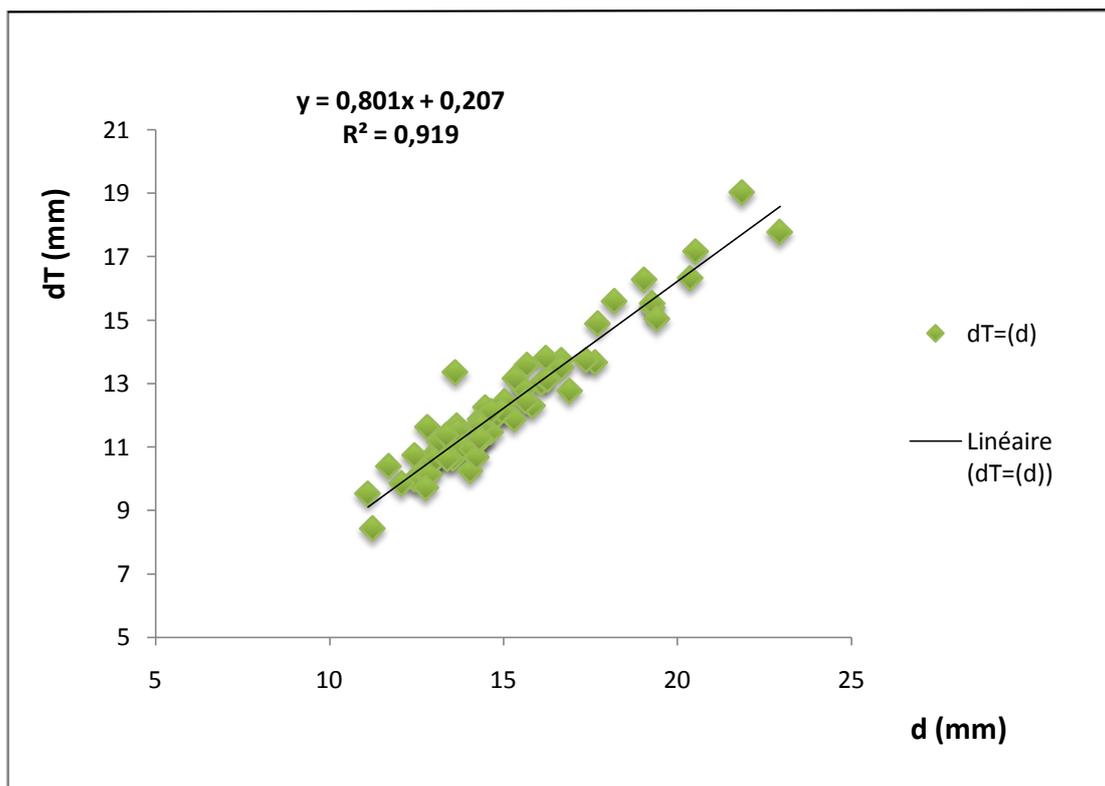


Figure 49 : Courbe de corrélation entre d et dT,  $r = 0,96$ .

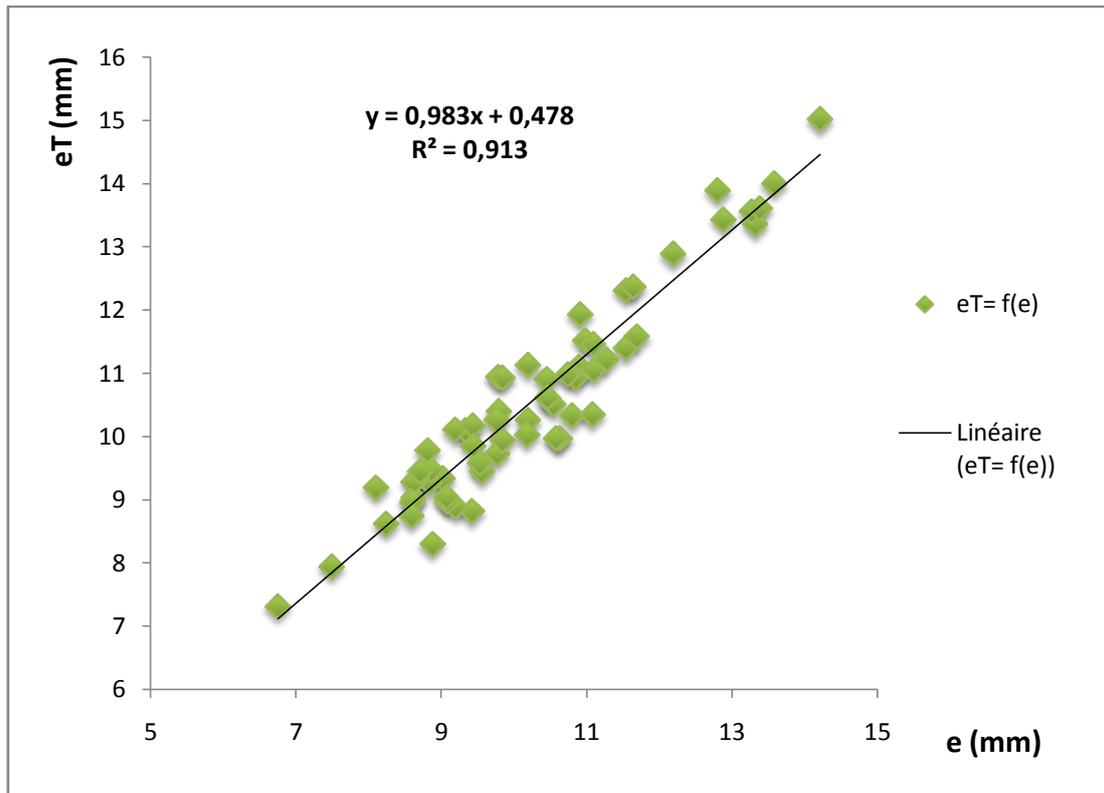


Figure 50 : Courbe de corrélation entre e et eT,  $r = 0,96$ .

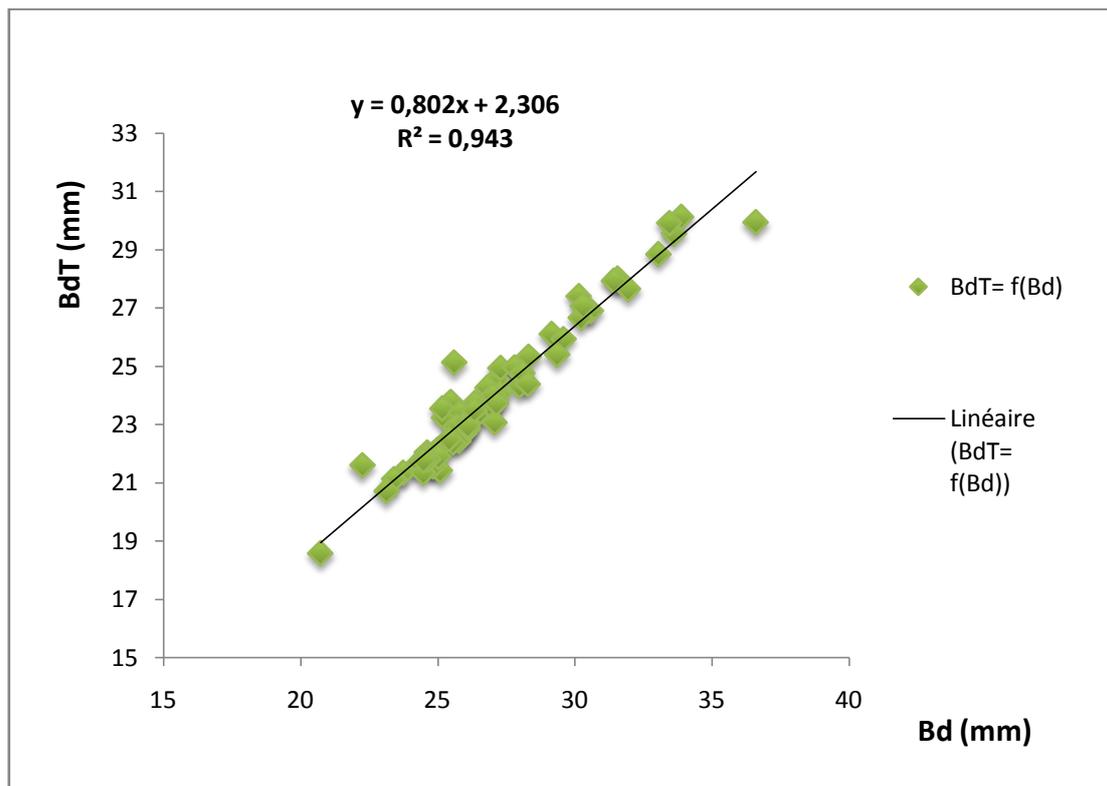


Figure 51 : Courbe de corrélation entre Bd et BdT,  $r = 0,97$ .

Globalement, on peut donc considérer que les proportions du métacarpe et du métatarse évoluent linéairement. Certaines mesures répondent un peu moins bien que d'autres à ce modèle linéaire, mais à un niveau d'ensemble, c'est bien la linéarité qui semble rythmer les variations des parties homologues du métacarpe et du métatarse.

Si on suit le même raisonnement, il est possible de déterminer un rapport pour des couples bien corrélés et formés par une variable ostéométrique et l'autre biométrique, de manière à estimer l'un à partir de l'autre.

#### 2.5.4. Coefficient de corrélation et de régression linéaire pour les paramètres biométriques et ostéométriques

Certains paramètres ostéométriques sont bien corrélés avec des paramètres biométriques ( $r > 0,6$ ), ce qui permet d'envisager, par exemple pour le poids de carcasse (PC) ou le poids du métacarpe (PMC) ou de celui du métatarse (PMT), des équations de régressions linéaires à partir de l'épaisseur ou la largeur de la diaphyse du métapode (d, e) ou de la grande longueur du métapode (GL).

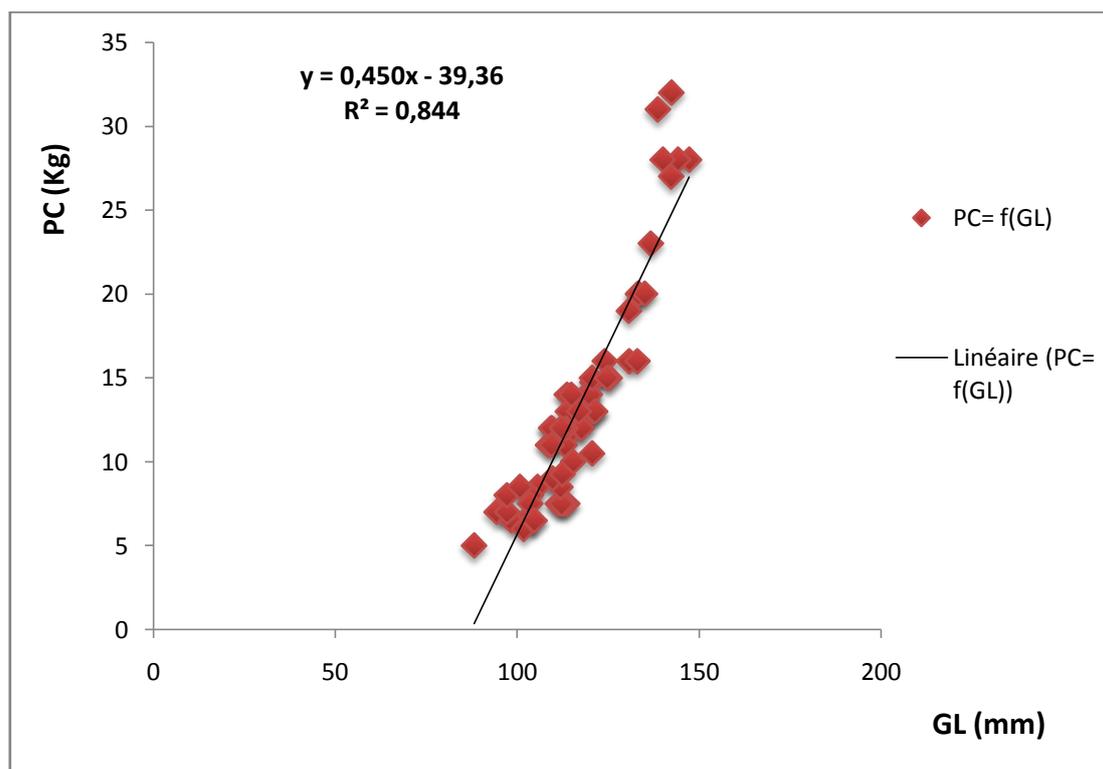


Figure 52 : Courbe de corrélation entre le poids de carcasse (PC) et GL,  $r = 0,92$ .

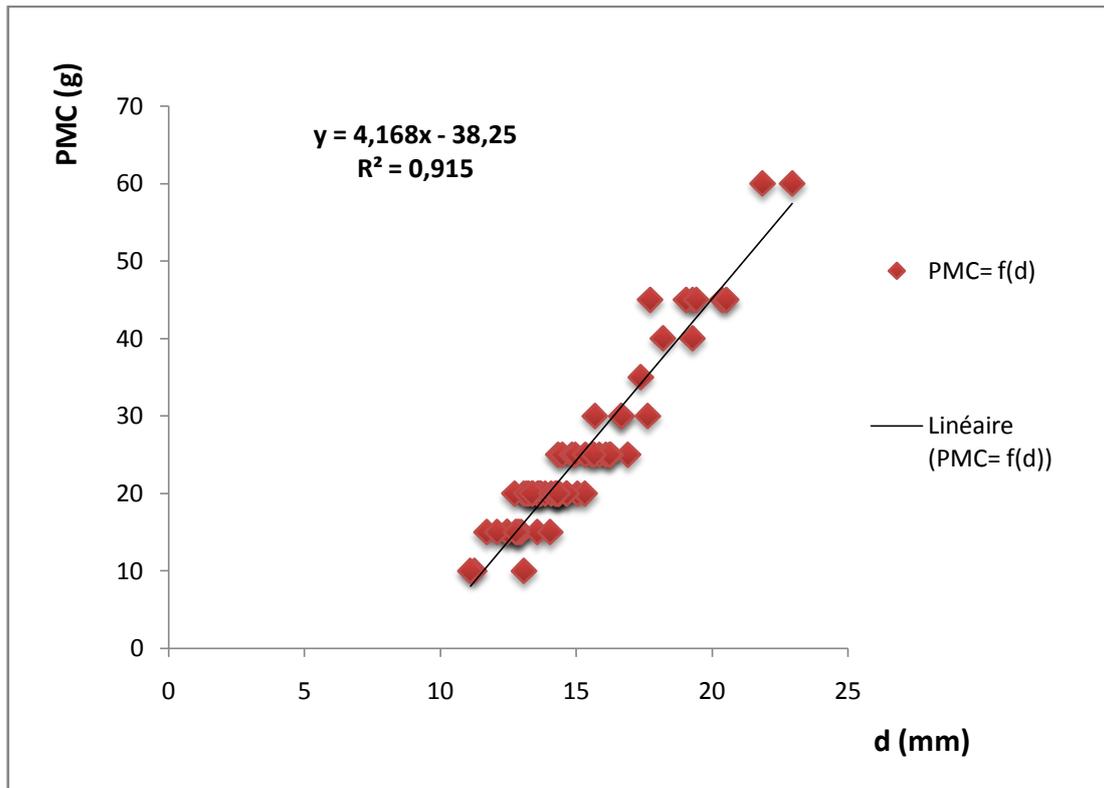


Figure 53 : Courbe de corrélation entre PMC et d,  $r = 0,96$ .

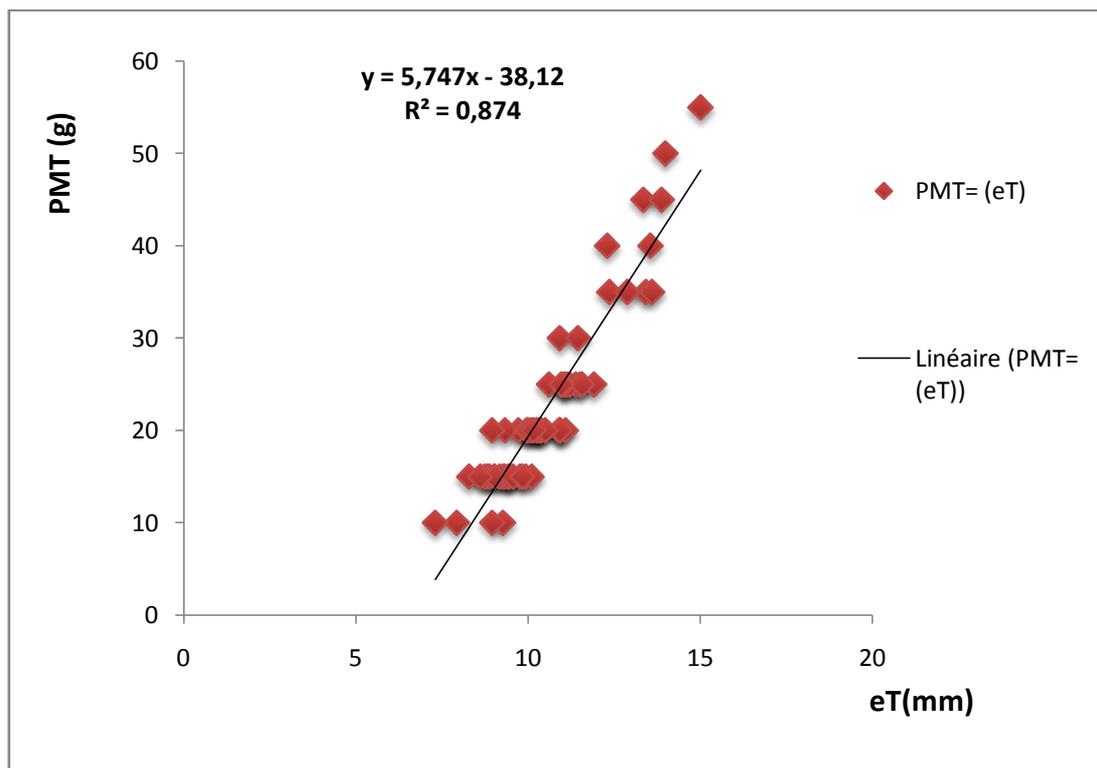


Figure 54 : Courbe de corrélation entre PMT et eT,  $r = 0,94$ .

Tableau 47 : Valeurs des coefficients de corrélations de Pearson (ne sont mentionnés que les paires de variables pour lesquelles  $r > 0,6$ ) pour les 23 variables ostéo-biométriques.

Variable	$r > 0,6$
PC	PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
PMC	PC, PMT, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT, d/GL, dT/GLT.
PMT	PC, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
GL	PC, PMT, PMC, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
Bp	PC, PMT, PMC, GL, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
Dp	PC, PMT, PMC, GL, Bp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
d	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT, d/GL, dT/GLT.
e	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT, e/GL, eT/GLT.
Bd	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
Dd	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
GLT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
BpT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, DpT, dT, eT, BdT, DdT.
DpT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, dT, eT, BdT, DdT.
dT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, eT, BdT, DdT, d/GL, dT/GLT, eT/GLT.
eT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, BdT, DdT, d/GL, dT/GLT, eT/GLT.
BdT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, DdT.
DdT	PC, PMT, PMC, GL, Bp, Dp, d, e, Bd, Dd, GLT, BpT, DpT, dT, eT, BdT.
Bp/GL	BpT/GLT.
d/GL	PMC, d, dT, eT, e/GL, dT/GLT, eT/GLT.
e/GL	e, d/GL, eT/GLT.
BpT/GLT	Bp/GL.
dT/GLT	PMC, d, dT, eT, d/GL, eT/GLT.
eT/GLT	e, dT, eT, d/GL, e/GL, dT/GLT.

—  $|r| > 0,9$       —  $|r| > 0,8$       —  $|r| > 0,6$

## 2.6. 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 ; il traduit la largeur de la diaphyse à longueur constante. Les valeurs des différents indices calculés sont regroupés dans le tableau 48, et les différences entre les moyennes des mâles et celles des femelles sont très hautement significatives ( $p < 0,001$ ).

Tableau 48 : Valeurs des indices de gracilité des métapodes en fonction du sexe (en %).

	Par. stat	Bp/GL	d/GL	e/GL	BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>Population globale</b>	<b>n</b>	62	62	62	62	62	62
	<b>m</b>	<b>0,20</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>
	<b>min</b>	0,18	0,10	0,07	0,14	0,08	0,06
	<b>max</b>	0,25	0,16	0,09	0,19	0,12	0,10
	$\sigma$	0,01	0,01	0,006	0,01	0,008	0,006
	<b>CV%</b>	5	8,33	7,5	6,25	5	7,5
<b>Mâles</b>	<b>n</b>	26	26	26	26	26	26
	<b>m</b>	<b>0,21</b>	<b>0,13</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>
	<b>min</b>	0,19	0,11	0,08	0,15	0,09	0,08
	<b>max</b>	0,25	0,16	0,09	0,19	0,12	0,10
	$\sigma$	0,01	0,01	0,005	0,01	0,008	0,005
	<b>CV%</b>	4,76	7,69	6,25	6,25	8	6,25
<b>Femelles</b>	<b>n</b>	36	36	36	36	36	36
	<b>m</b>	<b>0,20</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>
	<b>min</b>	0,18	0,10	0,07	0,14	0,08	0,06
	<b>max</b>	0,24	0,14	0,09	0,19	0,11	0,09
	$\sigma$	0,01	0,008	0,007	0,01	0,006	0,006
	<b>CV%</b>	5	7,27	10	6,66	6,66	8,57
	<b>p</b>	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000

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 55).

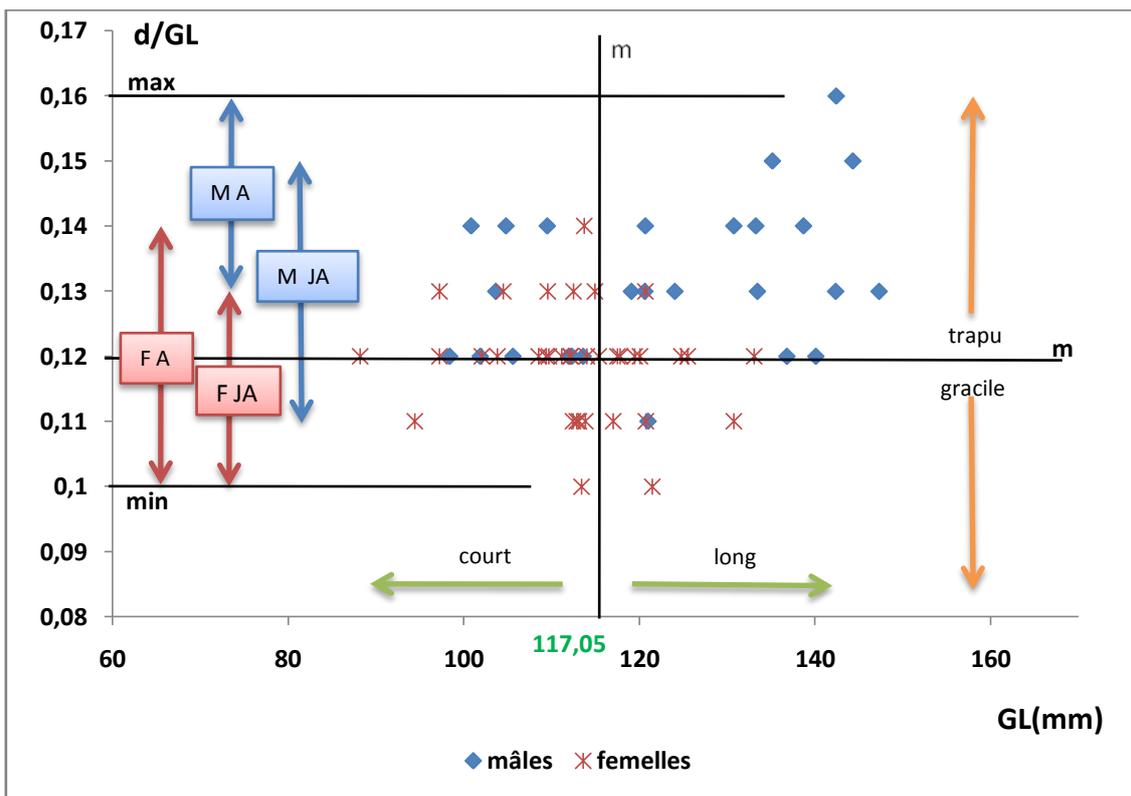


Figure 55 : Évolution de la gracilité des métacarpes en fonction de la longueur de l'os, selon le sexe.

Pour les femelles, cet indice varie de 0,10 à 0,14 alors que pour les mâles la variation est un peu plus importante allant, de 0,11 à 0,16. Les os des mâles sont plus trapus et sont aussi plus grands que ceux des femelles. Au-delà de GL = 117,05 mm et pour une valeur de d/GL > 0.12, la probabilité d'avoir un os de mâle est très forte, alors que lorsque GL < 117,05 mm et d/GL < 0,12, nous avons principalement des femelles par contre si GL < 117,05 mm et d/GL ≥ 0.12 on a un mélange des deux sexes et des deux classes d'âge.

Au centre de la population, la femelle jeune adulte (JA) de 1 an offre des valeurs moyennes (d/GL = 0,12, GL = 117,51 mm).

Au niveau des métacarpes de notre échantillon, tous les mâles offrent des os trapus, le mâle adulte le plus trapu (d/GL = 0,16 pour GL = 142,45 mm), par contre les femelles présentent des os graciles mais parfois trapus pour les deux tranche d'âge (la femelle adulte la plus trapue avec d/GL = 0,14 pour GL = 113,72 mm et la femelle adulte la plus gracile avec d/GL = 0,1 pour GL = 121,47 mm) (Photos 14 ; 15 ; 16).

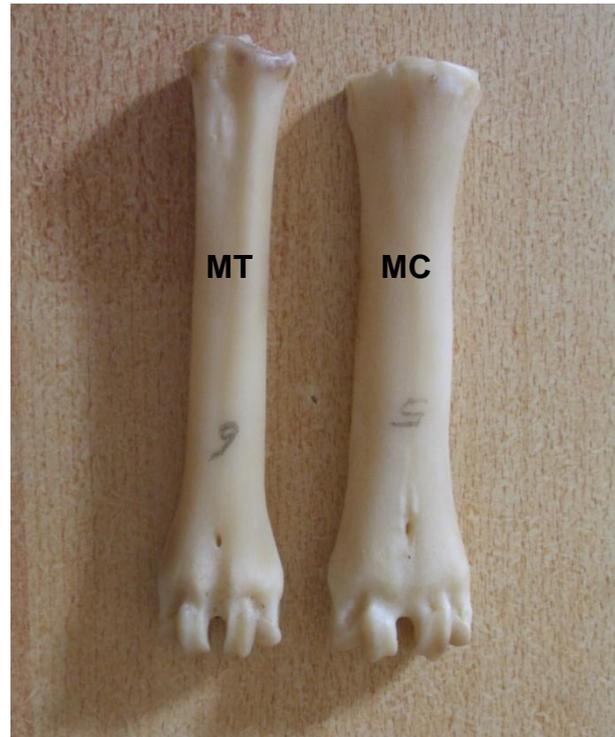


Photo 14 : Métapodes du mâle adulte le plus trapu.

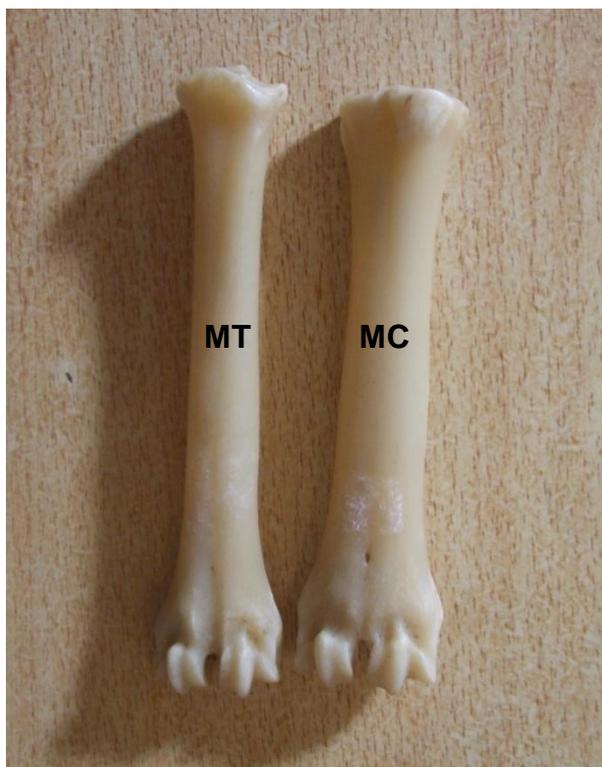


Photo 15 : Métapodes de la femelle adulte la plus trapue.

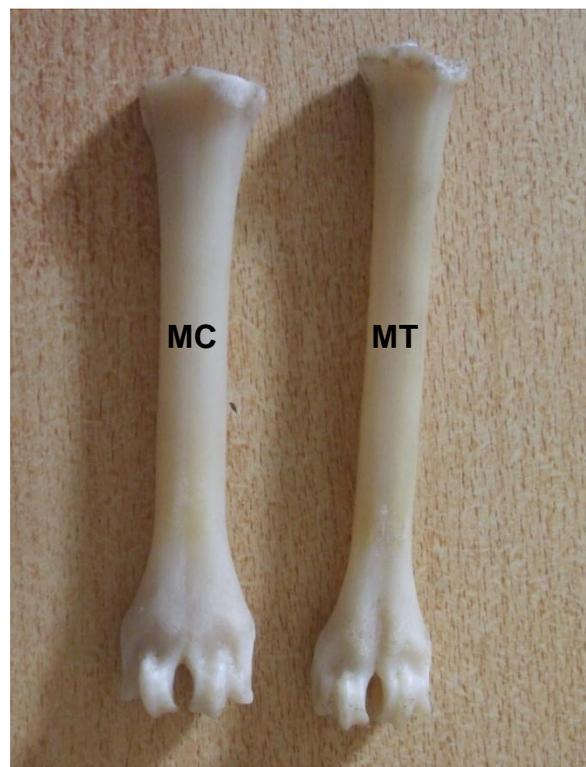


Photo 16 : Métapodes de la femelle adulte la plus gracile.

## 2.7. Dimorphisme sexuel

De nombreux auteurs ont proposé des indices permettant de quantifier le dimorphisme sexuel (Lewis, 1997 ; et 1999) à partir des métapodes de ruminants (Boessnek., 1956 ; Fock., 1966 ; Guintard., 1998 ; Guintard & Betti., 1999 ; Guintard & Borvon., 2009 ; Guintard & Lallemand., 2003 ; Haimovici., 1963 ; Higham., 1969 ; Lasota-Moskalewska., 1980 ; Thomas., 1988 ; Wiig., 1985 ; Zalkin., 1960 ; Nobis., 1954 ; Jewell., 1963 ; Kürten., 1955 ; Matolcsi., 1970 ; Mennerich., 1968).

(Meniel, 1984) propose un facteur pour le dimorphisme sexuel appelé **D.S**,

$$\text{D.S.} = [(\text{moyenne mâle} - \text{moyenne femelle})/\text{moyenne femelle}].$$

C'est un facteur très simple que nous avons calculé pour notre échantillon, afin de se faire une idée du dimorphisme sexuel pour les différents paramètres linéaires mesurés (Tableaux 49 et 50).

**Tableau 49 : Dimorphisme sexuel pour les paramètres des métacarpes.**

	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
<b>m mâles</b>	119,15	19,54	18,37	11,37	9,84	22,73	16,03	18,33	0,15	0,09	0,07
<b>m femelles</b>	112,91	23,24	16,46	13,92	9,63	25,57	16,65	20,00	0,20	0,11	0,07
<b>D.S. %</b>	<b>5,52</b>	<b>-15,92</b>	<b>11,6</b>	<b>-18,31</b>	<b>2,18</b>	<b>-11,1</b>	<b>-3,72</b>	<b>-8,35</b>	<b>-25</b>	<b>-18,18</b>	<b>0</b>

**Tableau 50 : Dimorphisme sexuel pour les paramètres des métatarses.**

	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
<b>m mâles</b>	129,66	21,89	20,82	13,69	11,52	25,98	18,03	28,26	0,16	0,10	0,08
<b>m femelles</b>	119,15	19,54	18,37	11,37	9,84	22,73	16,03	18,33	0,15	0,09	0,07
<b>D.S. %</b>	<b>8,82</b>	<b>12,02</b>	<b>13,33</b>	<b>20,40</b>	<b>17,07</b>	<b>14,29</b>	<b>12,47</b>	<b>54,17</b>	<b>6,66</b>	<b>11,11</b>	<b>14,28</b>

Pour notre échantillon, le dimorphisme sexuel apparaît très faible puisqu'il est de l'ordre de 4,69 % en moyenne, variant de - 25% pour Bp/GL à 54,1 % pour PMT. Le fait qu'il y ait d'une part peu de mâles que de femelles et d'autre part il ya peu de mâles adultes entraîne, pour les valeurs moyennes, une minoration du dimorphisme sexuel moyen.

L'examen de la variabilité maximale « **Vmax** » (Variabilité maximale % = (max pop – min pop)/min pop), certainement moins affectée par la constitution dissymétrique de notre échantillon entre les mâles et les femelles, permet de se faire une meilleure idée du dimorphisme sexuel dans cette population, même s'il ne repose que sur peu d'individus mâles dont les os ont des dimensions adultes (Figure 55), et à partir d'un seul paramètre linéaire mesuré.

**Tableau 51 : Variabilité maximale des Métacarpes**

	Paramètres mesurés en mm							PMC en g	Indices calculés		
	GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd		Bp/GL	d/GL	e/GL
<b>n</b>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
<b>min</b>	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	10,00	0,18	0,10	0,07
<b>max</b>	147,28	32,24	23,26	22,95	14,21	36,61	23,40	60,00	0,25	0,16	0,09
<b>V max %</b>	66,9	62,2	78,2	106,5	110,5	76,5	70,6	500	38,8	60	28,5

**Tableau 52 : Variabilité maximale des Métatarses**

	Paramètres mesurés en mm							PMT en g	Indices calculés		
	GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT		BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
<b>n</b>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
<b>min</b>	95,20	16,89	15,50	8,43	7,31	18,57	13,81	10,00	0,14	0,08	0,06
<b>max</b>	156,80	25,99	25,69	19,03	15,02	30,12	21,78	55,00	0,19	0,12	0,10
<b>V max %</b>	64,7	53,8	65,7	125,7	105,4	62,1	57,7	450	35,7	50	66,6

Tous les paramètres sont dimorphiques avec une valeur moyenne de Variabilité maximale = 106,22 % allant de la Variabilité maximale de e/GL (pour 28,5) à la Variabilité maximale PMC (pour 500).

Parmi les paramètres linéaires ceux de largeur et d'épaisseur de la diaphyse sont plus dimorphiques avec une valeur moyenne de Variabilité maximale = 112,07 % (variant de Variabilité maximale = 105,4 % pour eT à Variabilité maximale = 125,7 % pour dT) et par contre les paramètres correspondent à la largeur de l'épiphyse proximale sont les moins dimorphiques avec une valeur moyenne de Variabilité maximale = 58,06 % (variant de Variabilité maximale = 53,8 % pour BpT à Variabilité maximale = 62,2 % pour Bp).

Les indices de gracilité permettent de sexer dans des proportions moins élevées, puisque Variabilité maximale des six indices calculés vaut en moyenne 46,64 %

(allant de Variabilité maximale = 28,5 % pour e/GL à Variabilité maximale = 66,6 % pour eT/GLT).

L'indice d/GL avec une variabilité maximale de 60 %, semble donc intéressant pour sexer, la valeur intermédiaire entre le plus gros mâle (d/GL = 0,16) et la plus petite femelle (d/GL = 0,1)  $[0,1 + (0,16 - 0,1)/2]$  soit une valeur seuil d/GL = 0,13. 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, tous les indices de gracilité étaient significativement différents entre les mâles et les femelles, donc le sexage est possible par les différents indices et en particulier dT/GL ; d/GL ; eT/GL pour des variabilités maximales égalent respectivement à 50% ; 60% ; 66,6%), lorsque cela est possible (Tableaux 51 et 52).

## **2.8. Position relative de la population caprine Algérienne par apport aux races ovines et caprines actuelles de référence**

Il existe un nombre considérable de différences morphologiques entre les petits ruminants (ovins et caprins), la plupart sont nettes visuellement d'une manière simple et efficace par exemple : la queue, la crinière, les cornes et le cou (Wilson., 1991).

Le système squelettique apparaît comme une des structures du corps qui a été utilisé et toujours utilisé pour la caractérisation de différentes espèces d'animaux y compris les humains (Watson., 1972 ; Guintard & Lallemand., 2003). C'est parce que la plupart des paramètres considérés comme la forme, la hauteur, la longueur et la taille sont facilement accessibles dans le squelette (Salami & al., 2011). Un certain nombre d'études ont déjà permis de se faire une idée de la proximité morphologique de ces populations de différentes races européennes et africaines rustiques ou plus sélectionnées (Alpak & al., 2009 ; Boessneck & al., 1964 ; Clutton-brock & al., 1990 ; Guintard & Betti., 1999 ; Guintard & Lallemand., 2003 ; Vila., 2001), sur la base de l'ostéométrie des métapodes, cet examen révèle des différences à l'intérieur et entre les espèces (Onar & al., 2008 ; Salami & al., 2011).

Dans les autres données existantes sur l'utilisation des mensurations pour différencier les petits ruminants, elles incluent les longueurs de la hanche et donc membre ainsi que la hauteur de la croupe (Afolayan & al., 2006 ; Salako., 2006a & 2006b).

Nous comparerons notre population caprine aux différentes populations caprines et ovines constituées de plusieurs races européennes et algériennes qui ont été déjà étudiées (Daikh., 2007) ou publiée (Guintard & Lallemand., 2003 ; Guintard & Tekkouk., 2010) ; les valeurs de la grande longueur du métacarpe (GL), de la largeur proximale (Bp) et de l'indice de gracilité de la diaphyse (d/GL), sont regroupées dans l'annexe IV.

### **2.8.1. Dispersion des races étudiées pour les mâles et les femelles : position de la population caprine [graphe $Bp = f(GL)$ : Figures 56 et 57]**

Si l'on adjoint à notre population un échantillon constitué des 42 races ovines et caprines de référence, il est possible de "borner" la variabilité morphologique des petits ruminants en réalisant le graphe  $Bp = f(GL)$  (Figures 56 et 57). Pour les femelles (Figure 56), présentent une faible valeur moyenne de la grande longueur des métapodes (GL), très proches à celles de la population caprine algérienne étudiée par Daikh (2007) et seules deux races ovines (La race Karaman et la race Welsh Mountain) se rapprochent de cette valeur.

Pour les mâles (Figure 57), seule une race ovine se rapproche des valeurs moyennes de la longueur et de largeur de notre population (La race Jacob). Si l'on prend en compte la largeur proximale du métacarpe et sa longueur, notre population entre dans le groupe des petits ruminants ayant des os particulièrement courts ( $GL < 135$  mm pour les mâles et  $< 127$  mm pour les femelles) et assez larges (Bp voisin de 28 mm pour les mâles et voisin de 25 mm pour les femelles).

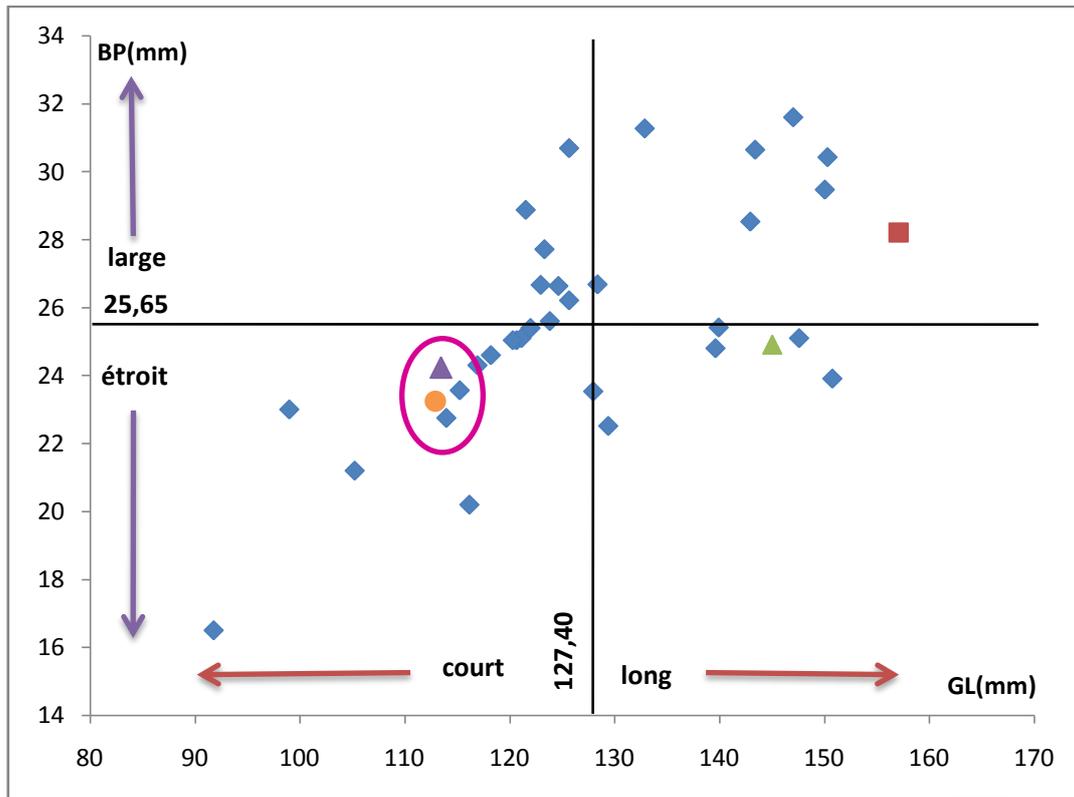


Figure 56 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des femelles :  $Bp = f(GL)$ .

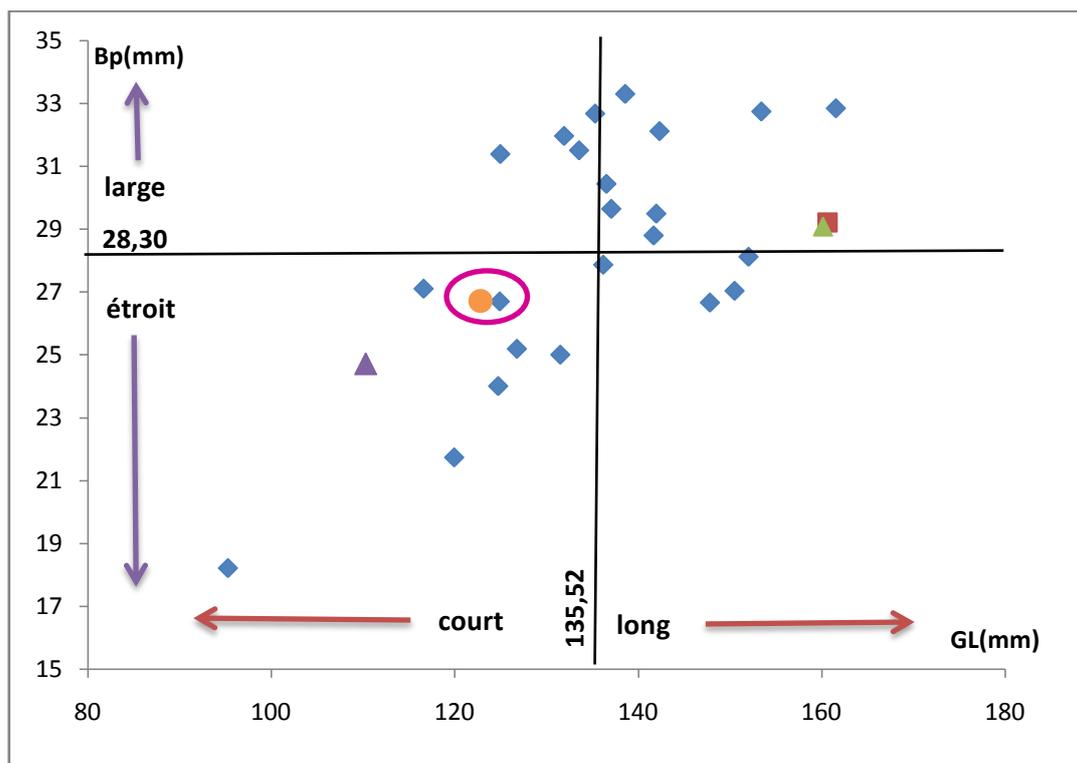


Figure 57 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des mâles :  $Bp = f(GL)$ .

### **2.8.2. Dispersion des races étudiées pour les mâles et les femelles : position de la population caprine [graphe d/GL = f(GL) : Figures 58 et 59]**

L'indice de gracilité d/GL de notre population autochtone, comparé aux autres races de référence indique une population trapue. Avec une valeur de d/GL très nettement supérieure à 12 % pour les mâles, cette population se trouve à proximité de la population caprine algérienne (Figure 58). Pour les femelles, la valeur de d/GL est supérieure à 11 % et l'on retrouve la même population caprine à proximité et quelques races ovines (Figure 59).

Au bilan, par rapport aux différentes races et populations des petits ruminants, la population caprine autochtone présente donc des métapodes courts, des os assez larges correspondant à des animaux robustes et assez lourds et en même temps, des os particulièrement trapus au niveau de la diaphyse. En ce qui concerne la proximité, malgré des rapprochements de certaines valeurs moyennes entre les races ovines et notre population, cette dernière est très proche de la population caprine algérienne, parce que ces deux populations sont formées par la même espèce d'une part, et ont la même provenance d'autre part.

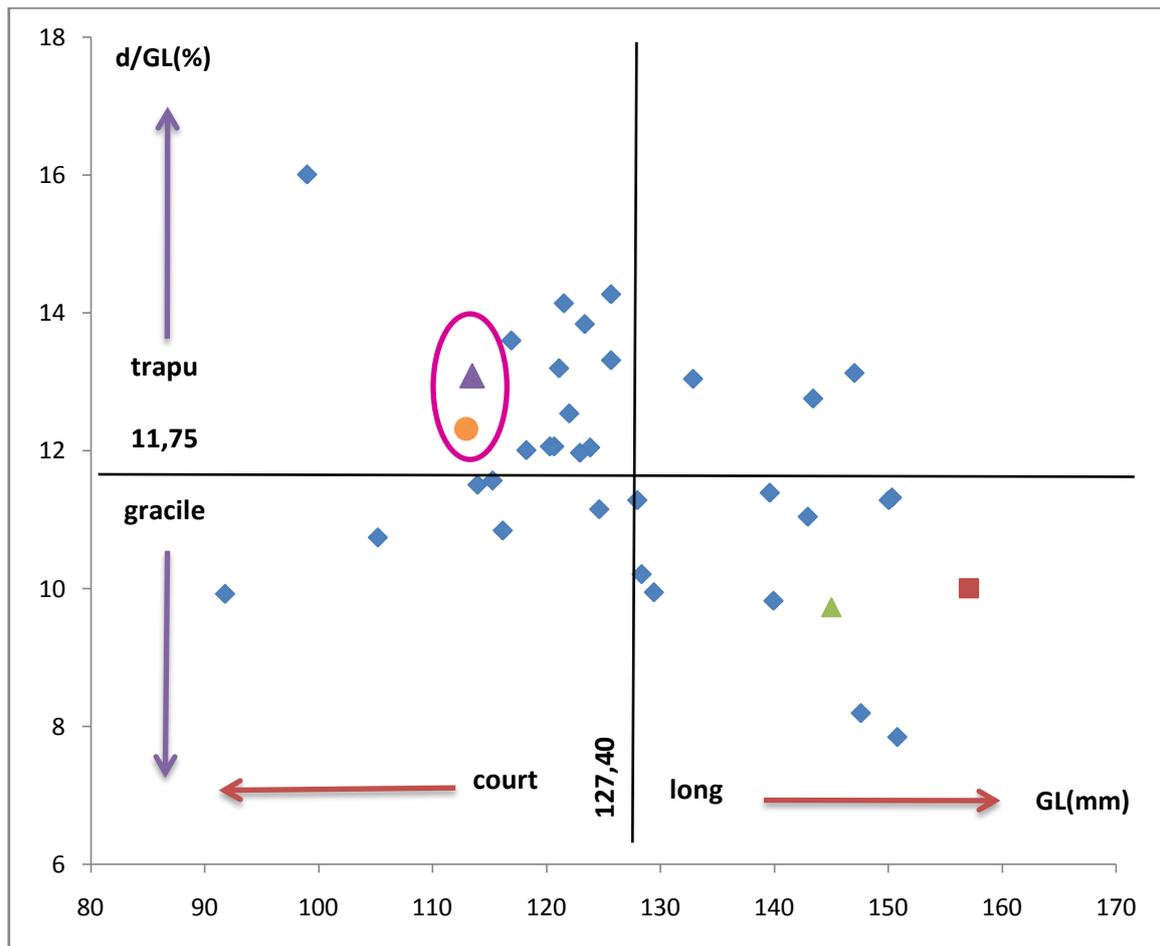


Figure 58 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des femelles :  $d/GL = f(GL)$ .

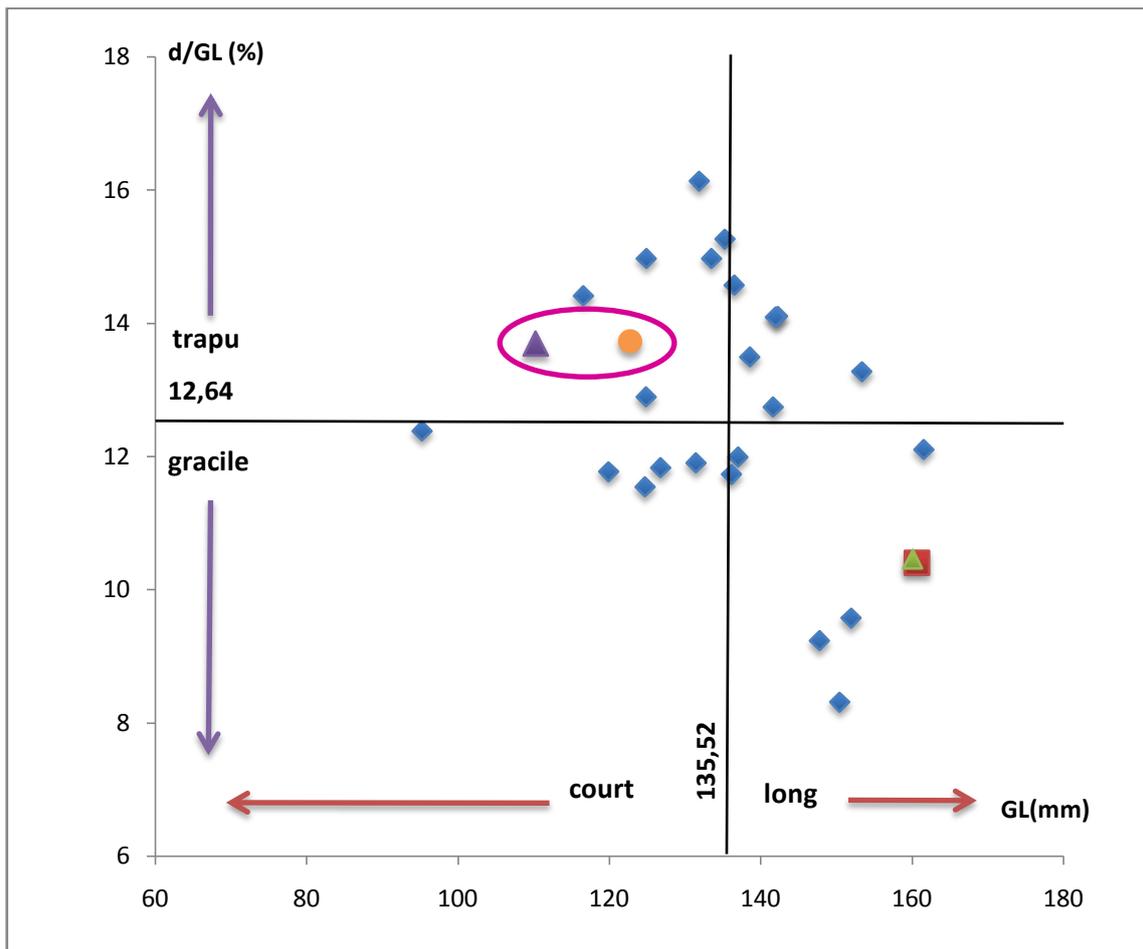


Figure 59 : Position de notre population par rapport aux races ovines et caprines de références. Valeurs moyennes des métacarpes des mâles :  $d/GL = f(GL)$ .



# *Conclusion générale*

## **Conclusion**

La présente étude a été réalisée sur l'espèce caprine dans plusieurs abattoirs de différentes régions, et elle se veut un prolongement de trois études ostéobiométriques déjà publiées chez les ruminants domestiques (espèces bovine, ovine et cameline)

Etant donné que cette étude est une étape préliminaire, visant à objectiver des différences ostéomorphométriques dans cette population caprine autochtone, il nous a semblé très intéressant d'avoir un aperçu global de l'étude de la variabilité et la corrélation des métapodes.

Le fait marquant qui domine cette étude, c'est :

- ✓ Avant tout l'homogénéité de ces os, et surtout d'un membre à l'autre.

Les corrélations sont si importantes entre zones homologues du métacarpe et du métatarse qu'il est possible d'extrapoler les caractéristiques de l'un à l'autre.

- ✓ Le métatarse est plus grand et plus épais que le métacarpe qui quant à lui est plus large que son homologue, comme chez tous les ruminants déjà étudiés.

✓ Les différences existent pourtant bel et bien. Elles nous ont d'ailleurs permis de distinguer divers profils morphologiques au sein d'une population autochtone et confirmé par l'hétérogénéité de l'état d'embonpoint des animaux remarquée par l'étude statistique.

Toutefois, elles ne doivent pas nous faire oublier l'importance fonctionnelle de cette partie de l'autopode, qui supporte tout le poids de l'animal, comme on a pu le démontrer grâce à l'étude de la variabilité et les corrélations entre les différentes mesures de métapodes et le poids de carcasse.

- ✓ On a également relevé que l'axe médio-latéral de l'os supporte le maximum de variabilité, en particulier au niveau diaphysaire.

- ✓ Grâce à l'étude des valeurs moyennes, on a pu démontrer que :

- Les métapodes des mâles sont plus grands que ceux des femelles.
- Les métapodes des adultes sont plus grands que ceux des jeunes adultes, donc on peut dire que l'espèce caprine est une espèce tardive.

- ✓ Pour la gracilité, on a remarqué que les mâles montrent des os plutôt trapus, par contre les femelles ont des os différents (graciles et trapus).

✓ Le dimorphisme sexuel, dans cette espèce des ruminants, apparaît très faible, mais l'examen de la variabilité maximale montre que tous les paramètres sont dimorphiques surtout les paramètres correspondant à la largeur et à l'épaisseur de la diaphyse et le poids des métapodes, tout comme on peut sexer ces os par les indices de gracilité.

Par rapport à l'indice de gracilité d/GL, on a un seuil égal à 0,13, plus on s'éloigne vers des fortes valeurs, plus la probabilité d'obtenir un mâle est grande, et à l'inverse, plus on s'éloigne de cette valeur vers des valeurs faibles, plus la probabilité d'avoir une femelle augmente.

✓ Il ne faut bien sûr pas tirer de conclusions trop hâtives, 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, la chèvre autochtone est très peu variable, et en général, les conclusions tirées de cette étude sont très proches de celles des autres ruminants déjà étudiés.

✓ Enfin, par rapport aux autres petits ruminants, notre population entre dans le groupe des animaux ayant des os particulièrement courts et assez larges, donc ce sont des métapodes trapus correspondant à des animaux robustes et assez lourds.

✓ En ce qui concerne la proximité, notre population est très proche de la population caprine algérienne déjà étudiée, probablement parce que ces deux populations sont formées par la même espèce d'une part, et ont la même provenance d'autre part.

Ces informations sont capitales, car elles guident en grande partie le choix des métapodes sur un échantillon de populations actuelles, ainsi que celle des critères qui permettent de les isoler, et fournissent un référentiel utilisable en archéozoologie.

L'objectif ultime de cette étude, centrée sur une connaissance exhaustive des caractéristiques du métapode, est d'apporter des données utiles à la compréhension de l'Histoire de la chèvre, et d'extrapoler le raisonnement proposé pour les populations caprines actuelles aux populations fossiles.

Cette étude pourrait être enrichie d'autres travaux (barymétrie) destinés à l'estimation du poids et le calcul de la hauteur au garrot de l'animal à partir d'un nombre restreint de mesures.

## Perspectives

Ces études participent à l'amélioration des connaissances dans des domaines variés.

➤ Domaine de la zootechnie, elles donnent des modèles de prévision de la qualité des carcasses. Elles permettent d'établir des relations biométriques. Elles associent des caractéristiques squelettiques à des performances de production.

➤ Domaine de la zoologie, elles précisent la place des animaux dans la systématique, différencient les animaux purs et croisés, observent la variabilité des espèces, établissent les différences squelettiques entre espèces, objectivent le dimorphisme sexuel.

➤ Domaine médical, elles recherchent des explications anatomiques aux problèmes orthopédiques, permettent l'adaptation des techniques chirurgicales et du matériel à ces contraintes.

➤ Domaine de l'archéozoologie, elles complètent les études morphologiques permettant d'identifier le genre ou l'espèce d'origine et l'âge de la mort des animaux. En effet, les mesures précisent le genre d'origine des ossements notamment quand existent deux genres proches comme *Capra hircus* et *Ovis aries*. Elles distinguent les espèces proches comme l'Aurochs et le Bison, ou les espèces domestiques et les espèces sauvages et leurs croisements. Elles précisent la filiation. Elles distinguent aussi les sexes, les âges, estiment la taille des animaux, envisagent l'évolution des populations, les croisements, l'influence de la domestication. L'interprétation de ces données retrace l'histoire économique et sociale : composition des ressources alimentaires, place de la chasse et de l'élevage dans l'économie, distribution des âges d'abattage, méthodes de chasse et d'abattage, durée de présence humaine sur un site....

➤ Domaine biomécanique, les mesures ostéométriques apportent les informations indispensables à une description anatomique ou morphologique des relations entre os et muscles, étape préalable indispensable à l'étude du mouvement.

➤ Domaine de l'ostéologie, elles permettent d'étudier la variabilité des individus d'une population, de comparer des populations, de suivre l'évolution de la variabilité. Elles précisent les connaissances sur les os : leurs centres d'ossification, les

soudures des cartilages de croissance, leurs relation allométriques de croissance. Elles mettent en évidence des assymétries du squelette.

De même, l'étude des métapodes peut être élargie à d'autres os du squelette ou même à d'autres espèces.

Des études de craniométrie permettraient d'établir des corrélations entre le métapode et la tête osseuse.

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

**ABBAS K., MADANI T., BEN CHEIKH EL HOCINE & MERAOUCHE L.:** Systèmes d'élevage associés à l'agriculture dans les hautes plaines de Sétif : étude des caractéristiques des exploitations agricoles ayant des caprins. *Recherche Agronomique*, 2002, n°10, 79-94.

**ADAMET Z.:** Untersuchungen Über *Capra prisca*, eine ausgestorbene neue Stammform unserer Hausziegen. *Mitteilungen d. Landwirt. Lehrkanzeln d. Hochschule für Bodenkultur in Wien*. 1915, 3, (1), 1-21. Cité dans Zeuner F.E., *A History of Domesticated Animals*. London, United Kingdom, Hutchinson, 1963, 129- 152.

**AFOLAYAN R.A., ADEYINKA I.A & LAKPINI C.A.M.:** The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep. *Czech J. Anim. Sci.*, 2006, 51:343-8.

**ALAOUI A.:** Sistemas silvopastorales en el Magreb. Institut Silvopastoral de Tabarka. Tûnez. Plasencia-Monfragüe-Truillo 18-21 de abril de 2012, 9p.

**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.

**ANDRE J.M., CATALA M., MORERE J.J., ESCUDIER E., KATSANIS G & POIRIER J.:** Histologie : les tissus, Niveau PAES .Service d'Histologie - Embryologie, Site Pitié-Salpêtrière (Professeur Martin CATALA). Université Pierre et Marie Curie. 2007 – 2008.

**ANTONOT P. :** Etude ostéométrique de têtes osseuses de bovins de l'île d'Amsterdam. Thèse Méd.Vét. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, 2000.

**ARBOGAST R.M.:** Premiers élevages néolithiques du nord-est de la France. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Liège, ERAUL, n° 67, 1994.

**AUDOIN-ROUZEAU F. :** Les modifications du bétail et de sa consommation en Europe médiévale et moderne : le témoignage des ossements animaux archéologiques, l'Homme, l'Animal domestique et l'Environnement du Moyen Age au XVIIIe siècle, Enquêtes et Documents n° 19, C.R.H.M.A., Nantes 1993, 109-127.

**AUDOIN-ROUZEAU F.:** La taille du boeuf domestique en Europe de l'Antiquité aux temps modernes. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie, série B : mammifères*, 1991 CNRS, Juan-les-Pins.

**BABELHADJ B.:** Etude ostéo-biométrique de dromadaire : cas de la population Sahraoui. Thèse de Magister, Option : Élevages en zones arides (EZA). Université Kasdi Merbah de Ouargla, 2012, p137.

**BABO D.:** Races ovines et caprines françaises. Editions France Agricole -1<sup>re</sup> édition, 2000, 249 – 302.

**BADIS A., LAOUABDIA –SELLAMI N., GUETARNI D., KIHAL M., & OUZROUT R.:** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales « ARABIA ET KABYLE ». *Sciences et technologie*, 2005, 23, 30-37.

**BAGHEL M.S & GUPTA M.P.:** Nitrogen distribution in goat milk, *J. Dairy Sci.*, 1979. 32: 340-342.

**BALAS D. & PHILIP P. :** Cours Histologie générale ; 2001.

**BANKS W.J.:** Supportive Tissues – Bone. In: Banks W.J., Applied Veterinary Histology, 3rd Edition. Mosby Year Book Inc: Baltimore, 1993, 107-126. Histologie, 3rd ed., St Louis: Mosby Year Book, 527p.

**BARBIN G., CHARROIN T., CHOTTEAU P., COTTO G., GUESDON J.C., HÉLAINE S., MONNIOT C., PERROT C., POTHERAT C & YOU G.:** Le dossier économie de l'élevage. 2004 : l'année économique caprine. Institut d'élevage, 2005, n°344, 58p.

**BARONE R. :** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome I: Ostéologie. Vigot. Editions, 1986. p761.

**BARONE R. :** Anatomie comparée des mammifères domestiques - Tome 1 Ostéologie 4ième édition. Vigot, 1999.

**BARONE R.:** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome III : Splanchnologie ; Fascicule 1 : Appareil digestif, appareil respiratoire. Lyon Labor. 1976.

**BARONE R. :** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome III : Splanchnologie I : Appareil digestif, appareil respiratoire. 2<sup>ème</sup> édition, Vigot, 1984, 879p.

**BENALIA M.:** Contribution à la connaissance de l'élevage caprin : synthèse bibliographique. Thèse Ing. Agr (Tiaret), 1996, p72.

**BERNAUDIN J.:** Atlas en couleur d'histologie. 2ème édition française, édition Masson - Williams et Wilkins. Paris, 1997.

**BEY D & LALOUI S.:** Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (W. Biskra). Thèse Doc. Vét. Batna, 2005, p 60.

**BOBADILLA BARRIOS C.:** Contribution à l'étude de la mécano-structure des os du membre pelvien du Cheval. Travail de recherche effectué au service d'anatomie de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon, 1981.

**BOESSNECK J. et al.:** Die Tierknochenfunde aus dem Oppidum von Manching. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag GMBH, 1971, 280-281.

**BOESSNECK J., MÜLLER H.H., TEICHERT M.:** Osteologische Unterscheidungsmerkmale zwischen Schaf ( *Ovis aries*, Linné) und Ziege (*Capra hircus*, Linné). Kühn-Archiv, 1964, 78, 1-129.

**BOESSNECK J.:** Ein Beitrag zur Errechnung der Widerristhöhe nach Metapodienmassen bei Rindern. *Z. Tierzucht. ZüchtBiol.*, 1956, 68, 75-90.

**BÖKÖNYI S.:** History of domestic mammals in Central and Eastern Europe. Budapest, Hongrie, Akadémiai Kiado, 1974, 597 p.

**BÖKÖNYI S.:** Animal Husbandry and Hunting in Tac-Gorsium. The Vertebrate Fauna of a Roman Town in Pannonia. Budapest: Akadémiai Kiado, 1984, 165-173.

**BÖKÖNYI S.:** History of Domestic Mammals in Central and Eastern Europe, Budapest. Thèse de doctorat, Akademiae Kiado, 1974.

**BOSSY J.:** Anatomie Ernest, G.; Donald, J.G0; Ronan; O. Volume I, office des publications universitaires, Alger, 1993, p 91.

**BOUCHEL D & LAUVERGNE J.J.:** Le peuplement de l'Afrique par la chèvre domestique. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 1996, 49(1) : 80-90.

**BOYAZOGLU J & MORAND-FEHR P.:** Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Rumin. Res.*, 2001, 40: 1-11.

**CHAIX L., MENIEL P.:** Archéozoologie. Les animaux et l'archéologie. Editions Errance, Paris, 2001, 239p.

**CHAIX L.:** Troisième note sur la faune de Kerma (Soudan), campagnes 1983-1984, *Genava*, 32 : 31-34. Cité dans VIGNE J.D.: Les grandes étapes de la domestication de la chèvre : une proposition d'explication de son statut en Europe occidentale. *Ethnozootechnie*, 1988, 14: 1-14.

**CHARLET P., LE JEOUEN J.C.:** Les populations caprines du Bassin méditerranéen: Aptitudes et évolution, *Options Méditerranéennes*, N°35, 1977, Ressources p 44-45.

**CHARRON G. :** La production laitière. Volume I, les bases de la production. Lavoisier TEC et DOC, 1986, p347.

**CHATELAIN E. :** Régions et Ostéologie du membre pelvien .Polycopié Laboratoire d'Anatomie, ENVL, 1993.

**CHATELAIN E. :** Régions et Ostéologie du membre thoracique. Polycopié Laboratoire d'Anatomie, ENVL, 1993.

**CHATELAIN E.:** Atlas d'anatomie de la chèvre « *capra hircus. L.*». INRA. Paris, 1987.

**CHEMINEAU P., MAHIEU M., VARO H., SHITALOU E., JEGO Y., GRUDE A., THIMONIER J.:** Reproduction des caprins et des ovins ; Créoles de Guadeloupe et de Martinique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1991. 44 : 45-50.

**CHICHE J.:** Les effets des programmes d'encouragement à l'élevage sur la production des ovins et des caprins au Maroc. *Bulletin de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II* ,1999.

**CLUTTON-BROCK J., DENNIS-BRYAN K., ARMITAGE P.L., JEWELL P.A.:** Osteology of the Soay Sheep. *Bulletin British Museum Natural History*, 1990, **56**, 1-56.

**COLLECTIF.:** Eketorp. Befestigung und Siedlung auf Öland/Schweden. Die Fauna. Stockholm: Almqvist & Wiksell International, 1976, 118-120.

**CRÉPIN J.:** La chèvre. Paris, France, Librairie Spéciale Agricole, 1906, 339 p.

**CUQ P.:** L'âge des Animaux Domestiques. Dakar EISMV, 3<sup>ème</sup> édition, 1975, 65 p.

**D.S.A.:** Direction des Services Agricoles de la wilaya de Sétif, 2011.

**DAIKH B. :** Mesures ostéométriques et essais de dureté osseuse des métapodes des petits ruminants. Mémoire de Magister, option anatomie. Batna, 2007,81p.

**DAVIS S.:** The archaeology of animals. London: Blasford, 1987, 224p.

**DAVIS S.J.M.:** Measurements of a group of adult female Shetland sheep skeletons from a single flock: a baseline for zooarchaeologists. *J. Archaeol. Sci.*, 1996, **23**, 593-612.

**DE CREMOUX R.:** Relations entre les numérations cellulaires du lait et les infections mammaires chez la chèvre. Thèse Doct. vét., Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, France. 1995. 71 p.

**DESSE J., CHAIX L., DESSE-BERSET N.:** « OSTEO », Base-réseau de données ostéométriques pour l'archéozoologie. Procédures, codages, exploitation des données, organisation du réseau. Paris : Ed. C.N.R.S, 1986, 146-147

**DIAMOND J:** Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 2002., 418: 700–707.

**DRIESCH A. Von Den., BOESSNECK J.:** Die Tierknochenfunde aus der neolithischen Siedlung von Merimde- Benisalâme am Westlichen Nildelta. Inst. Paleoanat. Domestikationsf. u. Geschichte Tiermedir. Univ. Munich, Allemagne, München éd, 1985, 123 p. Cité dans VIGNE J.D.: Les grandes étapes de la domestication de la chèvre : une proposition d'explication de son statut en Europe occidentale. *Ethnozootecnie*, 1988, 14: 1-14.

**DRIESCH A. von den.:** A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology (éd.): Harvard, 1976, 1, 1-137

**DRIESCH A. Von den & BOESSNECK J.:** Kritische Anmerkungen zur Widerristhöhenberechnung aus Langenmassen vor-und frühgeschichtlicher Tierknochen, *Saugetierkd. Mitt.* 1974, **22**, 325-348.

**DSASI .:** Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'informations. Recensement général de l'agriculture, 2001. Rapport général des résultats définitifs, Juin 2003, 28-29p.

**EPSTEIN H.:** The origin of the domestic animals in Africa, vol. 2. London, Munich, New-York, USA, Africana Publishing Corporation, 1971, p. 210-309.

**FANTAZI K.:** Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister I.N.A. Alger, 2004, 145p.

**FAUGERE O., FAUGERE B., MERLIN P., DOCKES C., PERROT C.:** L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Kolda (Haute Casamance) : référentiel technico-économique (données recueillies dans vingt villages de 1984 à 1987), 1988, 187 p.

**FELIACHI K. :** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Commission générale AnGR, Point focal algérien pour les ressources génétiques. Octobre 2003, 29-30p.

**FOCK J.:** Metrische Untersuchungen an Metapodien einiger europäischer Rinderrassen. *Diss. Med. Vet.*, München, 1966, 1-81.

**FOREST V.:** De la hauteur au garrot chez les espèces domestiques. *Rev. Méd. Vét.*, 1998, **149**, 1, 55-60.

**FOUCAT D.:** Effet de la présence d'un grillage métallique au sein du ciment de scellement des cupules des prothèses totales de hanche "étude mécanique et thermique". Thèse Doctorat, INSA Strasbourg, 2003, p50.

**GADDOUR A & NAJARI S.:** Adjustment of the kid's growth curve in pure goat breeds and crosses under southern Tunisian conditions. *J. Appl. Anim. Res.*, 2008, 2: 117-120.

**GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M.:** Amélioration de la production laitière caprine par le croisement d'absorption dans une oasis du Sud tunisien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 2008 a, 61: 57-62.

**GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M.:** Productive performances of pure bred and crossed caprine genotypes in the southern Tunisia. *Options Méditerran.*, Ser. 2008. A (79): 234-238.

**GAUTIER A.:** La domestication. Et l'homme créa ses animaux. Paris, France, Errance, 1990, 277 p.

**GEOFFROY ST.H.:** L'élevage dans l'Afrique du Nord: Algérie-Maroc-Tunisie, Ed CHALLAMEL. Paris, 1919, 530p.

**GEOFFROY-SAINT-HILAIRE I.:** Acclimatation et domestication des animaux utiles. Paris, France, La Maison rustique, 1861, Réédition en fac-simile, 1986, Paris, France, La Maison rustique/Flammarion, p. 199. 200, p. 227-229, p. 348.359.

**GILBERT T.:** L'élevage des chèvres. Editions de Vecchi S.A., Paris, 2002, 159p.

**GOULD S. J. :** Le mécanicien céleste et le naturaliste terrestre. Cité par GOULD S. J. : les quatre antilopes de l'apocalypse. Réflexions sur l'histoire naturelle. Paris : Seuil, 2000, 45-60.

**GRASSE P. :** Traité de Zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie, Tome XVI, premier fascicule. Mammifères : téguments, squelette. Paris: Masson et Cie Editions, 1967, 1162p.

**GRASSE P.:** Traité de zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Tome XVII, premier fascicule. Mammifères, les ordres : anatomie, éthologie, systématique. Paris: Masson et Cie. Editeurs, 1955.

**GRIGNON G. :** Les cours du PCEM Cours HISTOLOGIE, Ellipses/édition marketing S.A. 1996.

**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, 26ème Congrès mondial WVA ; Recherche/search, CD Rom Mac/PC, Conception ACM, 1999.

**GUINTARD C. & BETTI E.:** Osteometry of the domestic ruminants' metapodial bones (*Bos Taurus* and *Ovis aries*): typology and sexing. Mondial Vet.Lyon.26 th World Veterinary Congress (26; 1999-09-23/26 ; Lyon). Proceedings, Mondial Vet Lyon 99.

**GUINTARD C. & BORVON A. :** Sexer les métapodes de bovins : proposition de méthodologie appliquée aux métacarpes. Exemple de sites archéologiques médiévaux d'Andone (Charente, X-XIè siècles) et de Montsoreau (Maine-et Loire, XIè siècle). Bull.Soc.Sc.Nat.Ouest de la France, nouvelle série, tome 31(3), 2009.

**GUINTARD C. & LALLEMAND M.:** Osteometric study of metapodial bones in sheep (*Ovis aries*, L. 1758). *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 2003, 185, 573-583.

**GUINTARD C. & MAZZOLI-GUINTARD C. :** Elevage d'hier, élevage d'aujourd'hui. Mélanges d'Ethnozootechnie offerts à Bernard Denis. Collection « Histoire ». Presses Universitaires de Rennes, 2004, 445p.

**GUINTARD C. & TEKKOUK-ZEMMOUCHI.:** Aperçu ostéo-biométrique de la race ovine (*Ovis aries*, L.) Ouled Djellal (Algerie). *Revue Med.Vet.* 2010, 161, 11, 521, 531.

**GUINTARD C. & TARDY F. :** Les bovins de l'île Amsterdam, un exemple d'isolement génétique, Aurochs, le retour : aurochs, vaches et autres bovins de la préhistoire à nos jours, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1994, 203-209.

**GUINTARD C. :** Identifier et mesurer l'évolution de l'élevage bovin : Un problème de méthode en archéozoologie. VIe Congrès International de la S.A.M., 1-5 octobre 1996, "L'innovation technique au Moyen Age, Dijon, (éd.) : Errance, 1997, 21-29.

**GUINTARD C., TEKKOUK-ZEMMOUCHI F., BETTI E. & BENHAMZA L MELIZI M.:** Osteometric and radiographic comparative Data of the cannon bone in two Artiodactyl species: Dromedary (*Camelus dromedarius*, L.1758) and Cattle (*Bos Taurus*, L. 1758). XXVII<sup>th</sup> Congress of the European Association of Veterinary Anatomists. 23<sup>th</sup> -26<sup>th</sup> July 2008, Budapest (Hungary).

**GUINTARD C.:** Estimation du poids chez les bovins à partir du métapode, *In* IIème Congrès des étudiants du MNHN, 6 et 7 juin 1996, Biodiversité et Biologie des Organismes et des Populations, Zoologie, 1996b, 37-38.

**GUINTARD C.:** Etude ostéométrique des métapodes de bovins : La race Charolaise. Thèse de Doctorat du MNHN, Paris, inédit, 1996a, 391 pages.

**GUINTARD C.:** L'apport de l'archéozoologie à la connaissance d'un castrum de l'an mil : l'exemple d'Andone (Charente-ca.950-1028). Bilans et perspectives *in* Le château et la nature. Actes des Rencontres d'Archéologie et d'Histoire en Périgord, Septembre 2004.

**GUINTARD C.:** L'aurochs-reconstitué, un descendant du *Bos primigenius* ? *In* Aurochs, le retour. Aurochs, vaches et autres bovins de la préhistoire à nos jours. Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1994a, 201-202.

**GUINTARD C.:** Le cornage primigène (ou *primigenius*), caractéristiques, variabilité et intérêts pour l'aurochs reconstitué. *In*: DESSE J., N. DESSE-BERSET, P. MENIEL & J. STUDER (Eds). Hommage à Louis Chaix. Revue de Paléobiologie, volume special, 2005, 10: 259-269.

**GUINTARD C.:** Le métapode, un bon marqueur génétique. *In* Aurochs, le retour. Aurochs, vaches et autres bovins de la préhistoire à nos jours. Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1994b, 179-196.

**GUINTARD C.:** Les bovins de l'île Amsterdam. Etude ostéomorphométrique des métapodes, mémoire de DEA, Paris VII - MNHN, inédit, 1991, 73 pages.

**GUINTARD C.:** Morphologie osseuse et sélection bovine, *In* : L'homme, l'animal domestique et l'environnement du Moyen Age au XVIIIe siècle. *Enquêtes et documents*, C.R.H.M.A., Nantes, 1993, 129-140.

**GUINTARD C.:** On the size of the ure-ox or the aurochs (*Bos primigenius* Bojanus, 1827), *In*: G.C. WENIGER (éd.) *Archäologie und Biologie des Aurochs*, Neanderthal, 1999, 7-21.

**HAAK D.:** Metrische Untersuchungen an Röhrenknochen bei deutschen Merinoslandschafen und Heidschunuken. Th. Méd. Vét: Munchen: 1965, 90p.

**HACHEM L.:** La faune rubanée de Cuiry-lès-Chaudardes (Aisne-France) ; essai sur la place de l'animal dans la première société néolithique du Bassin parisien. Thèse de Doctorat, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, 1995.

**HAENLEIN G.F.W.:** Role of goat meat and milk in human nutrition. *In*: Proc. 5th Int. Conf. Goats, New Delhi, India, 1-8 March 1991, Vol. II, part II. New Delhi, India, ICAR, 1992. p: 575-580.

**HAFID N.:** L'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres sanguins. Mémoire de Magistère en Sciences vétérinaires, Univ de Batna, 2006.101p.

**HAIMOVICI S.:** Observatiuni asupra metapodalelor de Bos Taurus descoperite in Asezarile din epoca bronzului. *An. St. Univ. Iasi. N. S.*, 1963, **10**, 183-192.

**HAMMOND J.:** Growth and the development of Mutton Qualities in the Sheep. London: Oliver and Boyd, 1932.

**HARRIS D.R.:** The distribution and ancestry of the domestic goat. *Proc. Linnean Soc. London*, 1960.196, 173: 79-91.

**HELMER D.:** La domestication des animaux par les hommes préhistoriques. Paris, France, Masson, 1992, 184 p.

**HIGHAM C.F.W.:** The metrical attributes of two samples of bovine limb bones. *J. Zool.*, 1969, **157**, 63-74.

**HOLMES PEGLER H.S.:** The book of goat. Ninth edition, The bazaar, Exchange and Mart, LTD, 1966, 255p.

**HOLST P.J ; DENNEY G.D.:** The value of dentition for determining the age of goats *Int. Goat Sheep Res*, 1980, 1(1): 41-47.

**ISAAC E.:** Geography of domestication. New York, Englewood Cliff, USA, Prentice Hall, 1970, 132 p.

**JANSEN C., BURG K. van den. :** L'élevage de chèvres .Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA). Programme de radio rurale No 06/2, 2006, p7-8.

**JANSEN C., BURG K. van den. :** L'élevage de chèvres dans les zones tropicales. Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA). serie Agrodok 7. deusième édition, 2002, p 78-85.

**JASH S., SINGH C., GUPTA A.K.:** Effect of enhanced prepartum concentrate feeding on kidding and lactation performance of stallfed crossbred goats. *Indian J. Small Ruminants*, 2001, 7: 19-24

**JEWELL P.A.:** Cattle from British archaeological sites. *Man and cattle, Symposium on domestication (May 1960, London)*, 1963, 80-101.

**KERBA A.:** Base des données sur les races caprines en Algérie base de données FAO, ed fao, 1995, pp19-39.

**KHALDOUN A., BELLAH F., AMRANI M & DJENNADI F.:** Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC, Alger, 2001, p45.

**KHELIFI Y.:** Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes, Cihem options méditerranéennes, 1997, 245-246 p.

**KÚRTEN B.:** Sex dimorphism and size trends in the cave bear, *Ursus spelaeus* Rosenmüller and Heinroth, *Acta. Zool. Fenn.*, 1955, **90**, 252-264.

**LALLEMAND M. :** Etude ostéométrique des métapodes de moutons (*Ovis-aries* L.). Th.Diplôme d'état de Docteur Vétérinaire. Faculté de Médecine de Nantes, 2002.

**LAMY D.:** Etude des corrélations entre différentes mesures des membres thoraciques et pelviens chez le chien et le mouton adultes : analyse ostéométrique Th.Diplôme d'état de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, 2003. p: 255

**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.

**LASOTA-MOSKALEWSKA A.:** The skeleton of a prehistoric Cow with Characteristics of both Primigenious and Brachycerous cattle, *Ossa*, 1982-84, **9-11**, 53-72.

**LEWIS S.:** 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 8th April 1995.* Edited by Sue Anderson and Katherine Boyle, 1997, 35-37.

**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 27th April 1996, Cardiff on 16<sup>th</sup> November 1996 and Durham on 7th 1997.* Edited by Sue Anderson, 1999, 56-57.

**LUIKART G., GIELLY L., EXCOFFIER L., VIGNE J.D., BOUVET J. et TABERLET P.:** Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proc. Nat. Accad. Sci. USA.* 2001, 98, 10 : 5927-5932.

**MADANI T., YAKHLEF H & ABBACHE N.:** Les races bovines, ovines, caprines et camelines. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie, Alger 22-23/01/2003. *Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATE-GEF/PNUD Projet ALG/97/G31*, 2003, p : 44-51.

**MADANI T.:** L'élevage caprin dans le Nord Est de l'Algérie. Gruner L et Chabert Y (Ed). INRA et Institut de l'Élevage Pub, Tours 2000. Actes de la 7<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur les Caprins, Tours (France) 15-21/05/2000, 351-353.

**MADANI T.:** L'élevage caprin dans le nord est de l'Algérie. *Journal algérien des Régions Arides* n° 0, 2001, 41-45.

**MANALLAH I & DEKHILI M.:** Caractérisation morphologiques des caprins dans la zone des hautes plaines de Sétif. *Département d'Agronomie, Université Ferhat ABBAS, Sétif, Algérie.* Agriculture N° 2, 2011, 7-13p.

**MANALLAH I.:** Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Mémoire de Magister. Spécialité : Production Animale. Option : Amélioration de la Production Animale. Université Ferhat Abbas–SETIF. 2012 ,107 p.

**MARIE PJ.:** Le remodelage osseux normal et sa régulation. *In* : TEOT L, VIDAL J and DOSSA J. (eds): *Le tissu osseux*, Montpellier : Sauramps Médical, 1989, 113-136.

**MASON I.L.:** Wild goats and their domestication. *In*: Gall C. ed., *Goat production*. London, United Kingdom, Academic Press, 1981 a. 2. p. 37-55.

**MASSEAU I., BISAILLON A., BEAUGAROL G., DESROCHERS A., HARERY D.:** Textinfo [Montréal,Canada], 24/08/2004. Elaboration de l'atlas bovin d'anatomie et d'imagerie médicale pour le LITIEM.

**MATHON D.:** Anatomie et physiologie de l'os - Cours ENV T A3 ; 2009.

**MATOLCSI V.J.:** Historische Erforschung der Körpergröße des Rindes auf Grund von ungarischen Knochenmaterial. *Zeitschrift für Tierzucht und Zuchtungsbiologie*, 1970, **87**, 89-137.

**MATTHEWS J. G.:** Diseases of the goat. 3th ed. Ames, Iowa (USA): Wiley-Blackwell, 2009, 448p.

**MAUDET C.:** Diversité et caractérisation génétique des races bovines et caprines originaires de la région Rhône-Alpes. Thèse de doctorat Biologie. Laboratoire Biologie de Grenoble, 2001, 165 p. Cité par GADDOUR A & NAJARI S.: Indices d'efficacité zootechnique des génotypes caprins issus d'un croisement dans les oasis du sud Tunisien 2010.

**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.

**MENIEL P.:** Contribution à l'histoire de l'élevage en Picardie, du Néolithique à la fin de l'âge du Fer. Revue Archéologique de Picardie, 1984, n° spécial.

**MENIEL P.:** Contribution à l'histoire de l'élevage en Picardie, du Néolithique à l'âge du Fer, Thèse de Doctorat, Université Paris VII, Paris, 1984.

**MENNERICH G.:** Römerzeitliche Tierknochen aus drei Fundorten des Niederrheingebietes. Diss., München, 1968.

**MOULIN C.:** La chèvre Rove. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 1980, 75 p.

**MOURAD M. M.:** Contribution à la connaissance des populations caprines dans les systèmes sylvo-pastoraux méditerranéens. Thèse de docteur ingénieur, Université d'Orsay, France, 1986, 157p.

**MOUTOU F & PASTORET P.P.:** Répartition géographique des animaux domestiques: une perspective historique. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2010, 29 (1), 87-94.

**MÜLLER H.H.:** Die Haustiere der mitteldeutschen Bandkeramiker, Schriften der Sektion für Vor- und Frühgeschichte 17, Berlin, 1964.

**MUZZOLINI A.:** Dating the earliest Central Saharan rock art: Archaeological and linguistic data. In: Friedman R., Adams B. eds, *The followers of Horus. Studies dedicated to Michael Allen Hoffman*. Oxford, United Kingdom, 1992, 356 p. (Egyptian Studies Association Publication No. 2).

**MUZZOLINI A.:** L'origine des chèvres et des moutons domestiques en Afrique. Reconsidération de la thèse diffusionniste traditionnelle. *Empuries*, 1993, 2: 160-171.

**MUZZOLINI A.:** La variabilité de la taille chez l'Aurochs *Bos primigenius* d'Europe et d'Afrique. *Bulletin de la société Méridionale de Spéléologie et de Préhistoire*, 1985, **XXV**, 23-36.

**MUZZOLINI A.:** Les débuts de la domestication au Sahara et les gravures rupestres les plus anciennes ("école bubaline"). *Préhist. Ariégeoise*, 1991, 46 : 211-233.

**MUZZOLINI A.:** Les débuts de la domestication des animaux en Afrique : faits et problèmes. *Ethnorotechnie*, 1989, 42 : 7-22.

**NADERI S., REZAEI H.R., POMPANON F., BLUM M., NEGRINI R., NAGHASH H.R., BALKIZ Ö., MASHKOUR M., GAGGIOTTI O., AJMONE-MARSAN P., KENCE A., VIGNE J.D & TABERLET P.:** The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA

analysis of wild and domestic individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2008, 105, 46: 17659–17664.

**NICKEL R., SCHUMMER A. et SEIFERLE E. :** The anatomy of the domestic animals, vol.1, 1986, Verlag Paul Parey, Berlin-Haumburg.

**NICKEL R., SCHUMMER A., SEIFERLE E.:** Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I, Bewegungsapparat. 2. Berlin und Hamburg, 1961.

**NIEVERGELT B.:** Ibexes in an African environment. New York, Berlin, Heidelberg, Germany, Springer-Verlag, 1981, 189 p.

**NOBIS G.:** Zur Kenntnis der ur- und frühgeschichtlichen Rinder Nord- und Mitteldeutschlands. *Z. Tierzucht. ZüchtBiol.*, 1954, **63**, 155-194.

**NOZAWA K.:** Domestication and history of goats. In: Majjala K. ed., Genetic resources of pig, sheep and goat. Tokyo, Amsterdam, Oxford, New-York, USA, 1991, p. 391-404.

**ONAR V., PAZVANT G., BELLI O.:** Osteometric examination of metapodial bones in sheep (*Ovis aries L.*) and goat (*Capra hircus L.*) unearthed from the Upper Anzaf Castle in Eastern Anatolia. *Revue Méd. Vét.*, 2008, 159, 3, 150-158.

**PAC.:** Evaluation des mesures de la PAC dans le secteur Ovin Caprin. Rapport Final. Octobre, 2011, 6: 6-24p.

**PAIR.:** Le Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan. 2011, p33. E-mail [contact@pair-archeologie.fr](mailto:contact@pair-archeologie.fr). Consulté le 30 /07/2013.

**PATRY D.:** Colonialisme, stéréotypes et intertextualité : le miracle de la race et Ulysse, cadre de Marius et Ary Leblond. Mémoire présenté à l'université du Québec à Trois-Rivières comme exigence partielle de la maîtrise en lettres. Avril 2008, p 204.

**POPESKO P.:** Atlas d'anatomie topographique des animaux domestiques. Volume 3: Bassin et extrémités. Vigot. Editions 1980.

**POULAIN T.:** La domestication des animaux en France à l'époque Néolithique. In : NOBIS, G. & SCHWABEDISSEN, H.: Die Anfänge des Neolithikums IX vom Orient bis Nordeuropa. Der Beginn der Haustierhaltung der "Alten Welt", Böhlau, Köln, 1984.

**PRUGNOLLE H. & THOREAU F. :** Histologie PCEM, *Edition ESTEM*, Paris, 1996.

**QUITTET E.:** La chèvre, le guide de l'éleveur. Edition la maison rustique, Paris, 1977, 277p.

**REICHSTEIN H.:** Die Fauna des Germanischen Dorfes Feddersen Wierde. Teil 2: Masstabellen und Tafeln. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 1991, 378-387.

**REVERDIN L.:** Sur la faune du Néolithique ancien et moyen des stations lacustres. *Arch. suis. Anthropol. Gén.*, 1928 -1929, 5: 41-46.

**RHO & al.**1998. Cité par BLETTERY V.: Etude biomécanique comparative d'os longs de lapins conservés par congélation, dans le formol ou après cuisson. Th. Diplôme d'état de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'alimentation Nantes Atlantique - ONIRIS, 2012. p: 162.

**RÜTIMEYER L.:** Untersuchungen der Thierreste aus den Pfahlbauten der Schweiz. Zürich, Suisse, Mit. antiq. Ces, 1860, 51 p. (XIII, 2).

**SAEZ F.:** le système osseux : physiologie, croissance et remodelage. Polycopié, IFSI – Unité d'enseignement 2.2 S1, Cycles de la vie et grandes fonctions. Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand. 2012 - 2013.

**SALAKO A. E.:** Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *Int. J. Morphol.*, 2006b, 24:13-8.

**SALAKO A. E.:** Principal component factor analysis of the morphostructure of immature Uda sheep. *Int. J. Morphol.*, 2006a, 24:571-4.

**SALAMI S.O., IBE C.S., UMOSEN A.D., AJAYI I. E & MAIDAWA S. M.:** Comparative osteometric study of long bones in Yankasa sheep and red Sokoto goats. *Int. J. Morphol.*, 2011, 29(1):100-104.

**SANSON A.:** Traité de zootechnie, tome V. Paris, France, Librairie agricole de la maison rustique, 1910, p. 137-I 50. study. Addis-Abeba,

**SHALLER O.:** Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature; Stuttgart: Enke, 1992, 614p.

**SHARIR A., BARAK M.M & SHAHAR R.:** Whole bone mechanics and mechanical testing. *Vet. J* [en ligne]. Juillet 2008, Vol. 177, n°1, p 8-17.

**SHOKOLNIK A., MALTZ E & GORDIN S.:** Desert conditions and goat milk production. *Journal of Dairy Science*, 1980, 63, 1749-1754.

**SMITH M.C & SHERMAN D.M.:** Goat medicine. 2nd ed. Wiley-Blackwell, 2009, 888p.

**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.

**TEKKOUK NEE ZEMMOUCHI FAIZA.:** Ostéométrie des métapodes des Bovins. Thèse de Doctorat université Mentouri de Constantine, 2010, 178 p.

**TEKKOUK-ZEMMOUCHI F.:** Structure des dents et diagnose de l'âge des mammifères domestiques. Polycopié, Laboratoire d'Anatomie, 2002, 15p.

**THOMAS R.N.W.:** A statistical evaluation of criteria used in sexing cattle metapodials. *Archaeozoologia.*, 1988, II (1,2), 83-92.

**TOPPETS V., PASTORET V., DE BEHR V., ANTOINE N., DESSY C & GABRIEL A.:** Morphologie, croissance et remaniement du tissu osseux ; Formation continue-article de synthèse, *Ann. Méd. Vét.*, 2004, 148, 1-13.

**TORTORA & DERRICKSON.:** Principes d'Anatomie et de Physiologie. DeBoeck, 2007, cité par SAEZ F. : le système osseux : physiologie, croissance et remodelage. UNIVERSITE BLAISE PASCAL CLERMONT-FERRAND, IFSI – Unité d'enseignement 2.2 S1, Cycles de la vie et grandes fonctions , Année universitaire 2012-2013.

**TRESSET A.:** Le rôle des relations homme/animal dans l'évolution économique et culturelle des sociétés des Ve-IVe millénaires en Bassin Parisien : approche ethno-zootechnique fondée sur les

ossements animaux. Thèse de Préhistoire-Ethnologie-Anthropologie, Université Paris I - Panthéon-Sorbonne, Paris, 1996.

**TRICHERT M.:** Osteometrische Untersuchungen zur Berechnung der Widderristhöhe bei Schafen. In: CLASON A.T.: *Archaeological studies*. Amsterdam.1975. 51-59.

**TURNER S.:** Chapter six - Diseases of bones and related structures. Dans Stashak, Adam's lameness in horses IV (pp. 293-299). Philadelphie: Lea & Febiger. 1987.

**VIGNE J.D & TABERLET P.:** Nouveau scénario pour la domestication de la chèvre. Publiés le 4 novembre sur le site de la revue PNAS, 2008, 1-3 p.

**VIGNE J.D.:** Les débuts de l'élevage. Le pommier, Paris, 2004. 192p.

**VIGNE J.D.:** Les grandes étapes de la domestication de la chèvre : une proposition d'explication de son statut en Europe occidentale. *Ethnozootechnie*, 1988, 14 : 1-14.

**VILA E.:** L'évolution de la taille du mouton dans le nord de la Mésopotamie (du Vème au Ier millénaire avant J.-C.): les faits et leurs causes. Colloques d'histoire des connaissances zoologiques 13, Journée d'étude Université de Liège 17 mars 2001, 2002 : 47-79.

**WATSON J.P.N.:** Fragmentation analysis of animal bone samples from archaeological sites. *Archaeometry*, 1972, 14: 221-8.

**WIIG O.:** Sexing of sub fossil cattle metacarpals. *Acta Theriol.*, 1985, **30**, 495-503.

**WILSON R.T.:** Small Ruminant Production and the Small Ruminant Genetic Resource in Tropical Africa. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome, 1991.

**YABLOKOV, A. V.:** Variability of mammals (Translated from Russian by Dr Jayant Hommode). Washington, D.C: Smithsonian institution and National Science Foundation, 1974.

**ZALKIN V. J.:** The variability of Metapodialia in Sheep (Russe).Bul. Mosk. Obsc. Isp. Prirody Otd. Biol., 1961, 66 (5), 115-132.

**ZALKIN V.J.:** Metapodial variation and its significance for the study of ancient horned cattle. *Bull. Mosk. Olsc. Isp. Prirody Otd. Biol.*, 1960, **65 (1)**, 109-126.

**ZEDER M.A & HESSE B.:** The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10,000 years ago. *Science*, 2000, 287(5461): 2254-2257.in the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture FAO Rome, 2007.

**ZEUNER F.E.:** A history of domesticated animals. London, United Kingdom, Hutchinson,1963, 129-152.

## SITOGRAPHIE

<http://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel/etrehumain/anatomie/squelette/structure-un-os-long.php> . Consulté le 14-04-2014.

[www.homepage.mac.com/danielbalas/HISTOLOGIE/HISTGENE/index.html](http://www.homepage.mac.com/danielbalas/HISTOLOGIE/HISTGENE/index.html)

[http://www.google.dz/imgres?imgurl=http://chevreauxlamothe.free.fr/IMG/jpg/la\\_chevre\\_Maltese.jpg&imgrefurl=http://chevreauxlamothe.free.fr/article.php3?id\\_article%3D101&h=1536&w=2048&sz=789&tbnid=4r96\\_qDnh0e4M:&tbnh=90&tbnw=120&zoom=1&usq=\\_\\_7rKlfIO594SO\\_OvoSP42SfAga1Y=&docid=zz5SMqRrnzanUM&sa=X&ei=-YZvUuzOM46HswbwtYGoCw&ved=0CEQQ9QEwAw](http://www.google.dz/imgres?imgurl=http://chevreauxlamothe.free.fr/IMG/jpg/la_chevre_Maltese.jpg&imgrefurl=http://chevreauxlamothe.free.fr/article.php3?id_article%3D101&h=1536&w=2048&sz=789&tbnid=4r96_qDnh0e4M:&tbnh=90&tbnw=120&zoom=1&usq=__7rKlfIO594SO_OvoSP42SfAga1Y=&docid=zz5SMqRrnzanUM&sa=X&ei=-YZvUuzOM46HswbwtYGoCw&ved=0CEQQ9QEwAw)

*Annexes I*

*Illustration*



Photo 1 : Troupeau de petits ruminants.



Photo 2 : Métapodes antérieur et postérieur droits.



Photo 3 : Dépouillement du métapode.



Photo 4 : Isolement de l'os canon.



Photo 5 : Cuisson.



Photo 6 : Dissection.



Photo 7 : Métacarpe et Métatarse.



Photo 8 : Balance alimentaire électronique (précision le g).



Photo 9 : Pied à coulisse.



Photo 10 : Mesure GL (GLT).



Photo 11 : Mesure d (dT).



Photo 12 : Mesure e (et).



**Photo 13 : Mesure Bp (BpT).**



**Photo 14 : Mesure Dp (DpT).**



**Photo 15 : Mesure Bd (BdT).**



**Photo 16 : Mesure Dd (DdT).**

# *Annexes II*

*Valeurs brutes des paramètres  
biométriques et ostéométriques*

## Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métacarpes (Populations globales)

N°	SEXE	AGE	POIDS (Kg)	PMC En (g)	Paramètres mesurés en mm						Indices calculés			
					GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	Bp/GL	d/GL	e/GL
1	M	1 an	22-24	45	136,78	27,74	19,42	17,72	11,54	31,58	19,05	0,20	0,12	0,08
2	F	≥5	13	25	120,77	23,02	17,33	14,34	10,80	26,87	17,58	0,19	0,11	0,08
3	F	≥5	12	20	109,38	22,02	16,66	13,62	9,78	25,49	15,72	0,20	0,12	0,08
4	F	4 mois	7	10	94,39	23,19	16,56	11,25	7,49	22,27	16,67	0,24	0,11	0,07
5	F	≥5	12	20	112,12	21,73	16,18	13,67	10,63	24,34	16,11	0,19	0,12	0,09
6	F	5 mois	6-7	15	102,06	23,19	16,49	12,46	9,02	25,02	16,87	0,22	0,12	0,08
7	M	10 mois	14.75	30	120,69	27,10	18,31	17,64	10,90	30,60	19,01	0,22	0,14	0,09
8	F	6-7 mois	7-8	20	111,17	23,53	16,92	13,70	9,77	25,25	17,77	0,21	0,12	0,08
9	M	6-7 mois	8-9	20	105,60	25,03	17,10	13,08	8,62	27,16	18,64	0,23	0,12	0,08
10	F	6-7 mois	7-8	20	113,81	22,40	15,31	12,73	8,84	23,76	15,88	0,19	0,11	0,07
11	F	6-7 mois	7-8	15	112,86	21,82	15,93	12,98	8,86	23,43	15,34	0,19	0,11	0,07
12	F	6-7 mois	7-8	20	112,21	23,69	15,27	13,58	8,67	25,19	16,63	0,21	0,12	0,07
13	M	6-7 mois	8-9	20	111,95	23,68	16,63	14,34	9,79	26,83	17,29	0,21	0,12	0,08
14	M	9-10 mois	11-12	20	113,58	23,98	17,25	14,65	10,19	27,31	18,15	0,21	0,12	0,08
15	F	9-10 mois	10-11	25	120,66	25,24	17,01	15,85	10,45	25,85	16,95	0,20	0,13	0,08
16	M	10 mois	13	25	120,96	23,13	17,22	14,49	9,84	25,62	16,52	0,19	0,11	0,08
17	F	7 mois	8	15	103,81	23,14	16,74	12,90	9,42	24,64	17,04	0,22	0,12	0,09
18	F	4-5 ans	11	20	108,55	22,36	17,06	13,26	9,84	24,63	15,88	0,20	0,12	0,09
19	M	4 mois	6-7	15	98,41	21,90	15,11	12,46	8,62	25,10	14,53	0,22	0,12	0,08
20	M	4 ans	20	45	133,25	28,10	19,70	19,29	12,88	30,16	19,32	0,21	0,14	0,09
21	M	4-6 mois	7,5	15	103,62	24,16	17,28	13,57	9,19	27,09	18,14	0,23	0,13	0,08
22	F	4 ans	14	20	119,47	23,54	17,02	15,05	11,08	26,11	16,95	0,19	0,12	0,09
23	F	3 mois	5	10	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	0,22	0,12	0,07
24	M	4-6 mois	6	10	101,85	25,12	16,05	13,08	8,60	25,78	17,36	0,24	0,12	0,08
25	F	6 mois	6-7	15	104,50	23,02	15,65	14,05	8,59	24,84	15,66	0,22	0,13	0,08
26	M	6 mois	6-7	20	104,82	22,84	16,40	15,32	9,76	25,68	15,71	0,21	0,14	0,09
27	F	9 mois	10	20	115,38	24,18	16,42	13,86	10,58	26,00	16,11	0,20	0,12	0,09
28	F	8 mois	11	20	113,10	23,36	16,34	13,40	8,88	26,12	16,73	0,20	0,11	0,07
29	F	42 mois	14	25	113,72	24,26	17,98	16,91	10,98	27,27	17,53	0,21	0,14	0,09
30	F	8-9 mois	7	15	97,24	20,44	14,07	11,71	8,10	23,15	15,16	0,21	0,12	0,08
31	M	16 mois	14	25	119,09	23,37	16,66	16,10	10,19	26,56	16,48	0,19	0,13	0,08
32	F	1 an	12	20	117,51	23,19	16,53	14,36	9,33	26,05	16,29	0,19	0,12	0,07
33	M	3-4 ans	27	45	142,38	28,90	19,68	19,05	13,32	31,96	20,34	0,20	0,13	0,09
34	M	3-4 ans	28	45	147,28	29,68	20,62	20,38	13,27	33,63	21,31	0,20	0,13	0,09
35	M	2 ans	16	25	124,06	32,24	23,26	16,27	10,91	29,17	19,31	0,25	0,13	0,08
36	F	18 mois	12	25	117,79	24,71	16,72	14,84	10,18	26,38	17,37	0,20	0,12	0,08
37	F	4 ans	16	25	130,76	26,46	18,80	14,97	11,54	28,33	17,89	0,20	0,11	0,08
38	F	4 ans	14	25	120,04	23,62	17,18	15,60	10,89	28,00	16,90	0,19	0,12	0,09
39	F	3 ans	12	15	112,42	20,57	15,00	12,83	9,56	25,05	15,30	0,18	0,11	0,08
40	F	4 ans	16	30	133,06	26,68	18,72	16,67	11,27	29,60	19,02	0,20	0,12	0,08
41	F	3-4 ans	13	20	121,47	23,84	16,21	13,17	9,08	26,11	17,29	0,19	0,10	0,07
42	F	3 ans	13	20	114,00	22,42	15,40	14,26	8,81	24,60	16,35	0,19	0,12	0,07
43	F	3 ans	13	20	117,01	23,61	16,96	13,37	10,85	26,91	17,44	0,20	0,11	0,09
44	F	33 mois	12	15	113,43	20,96	15,19	12,09	8,71	24,49	15,55	0,18	0,10	0,07
45	F	3 ans	12	20	109,59	23,27	16,48	14,37	9,19	25,58	15,86	0,21	0,13	0,08
46	M	10 mois	11	25	109,49	24,93	17,20	16,23	10,54	27,82	17,66	0,22	0,14	0,09
47	F	10 mois	9	20	109,70	22,40	15,98	14,09	9,07	25,43	16,57	0,20	0,12	0,08
48	F	42 mois	14	25	114,95	23,37	16,54	15,34	11,10	26,36	16,69	0,20	0,13	0,09
49	F	1 an	9,25	20	112,47	22,06	15,92	14,66	9,43	24,68	16,51	0,19	0,13	0,08
50	F	6 mois	8	15	97,22	23,05	15,50	12,78	8,24	24,50	15,52	0,23	0,13	0,08
51	M	8 mois	8-9	20	100,82	25,24	17,51	14,24	9,53	27,04	17,16	0,25	0,14	0,09
52	M	1 an	20	35	133,47	28,37	19,31	17,38	11,09	30,24	19,50	0,21	0,13	0,08
53	M	16 mois	12	20	112,31	24,63	16,76	14,32	9,44	27,15	17,64	0,21	0,12	0,08
54	M	3 ans	15	30	120,60	25,49	18,45	16,67	11,69	28,11	17,36	0,21	0,13	0,09
55	M	18 mois	20	45	135,15	29,69	19,92	20,53	12,80	31,44	19,29	0,21	0,15	0,09
56	M	3-4 ans	28	60	144,29	31,20	22,00	21,86	13,58	33,89	22,94	0,21	0,15	0,09
57	F	18 mois	15	30	125,50	26,56	19,21	15,69	10,46	29,37	19,40	0,21	0,12	0,08
58	M	1 an	19	40	130,74	29,25	19,71	19,28	11,64	33,06	20,76	0,22	0,14	0,08
59	F	4 ans	15	25	124,75	26,01	18,51	15,65	10,74	28,30	19,29	0,20	0,12	0,08
60	M	3 ans	31	45	138,71	29,18	20,83	19,42	13,38	30,32	20,47	0,21	0,14	0,09
61	M	3 ans	32	60	142,45	31,36	20,14	22,95	14,21	33,46	21,34	0,22	0,16	0,09
62	M	26 mois	28	40	140,10	28,92	19,80	18,20	12,19	36,61	23,40	0,20	0,12	0,08
m	//	//	13,35	24,91	117,05	24,70	17,34	15,15	10,23	27,16	17,55	0,20	0,12	0,08
σ	//	//	6,48	11,25	13,22	2,85	1,89	2,58	1,56	3,07	1,94	0,01	0,01	0,006
CV%	//	//	48,53	45,16	11,29	11,53	10,89	17,02	15,24	11,30	11,05	5	8,33	7,5

## Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses (Populations globale)

N°	SEX E	AGE	POIDS (Kg)	PMT en (g)	Paramètres mesurés en mm							Indices calculés		
					GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	BpT/ GLT	dT/ GLT	eT/ GLT
1	M	1 an	22-24	40	142,16	22,64	22,42	14,89	12,31	28,00	18,90	0,15	0,10	0,08
2	F	≥5	13	20	126,33	18,93	17,72	11,87	10,33	23,51	16,19	0,14	0,09	0,08
3	F	≥5	12	20	118,03	20,80	19,62	13,36	10,94	23,77	16,25	0,17	0,11	0,09
4	F	4 mois	7	10	101,58	19,63	17,95	8,43	7,94	21,60	16,01	0,19	0,08	0,07
5	F	≥5	12	20	120,33	18,09	17,25	11,68	9,97	21,69	15,23	0,15	0,09	0,08
6	F	5 mois	6-7	15	108,58	19,50	18,20	9,97	9,34	22,14	16,33	0,17	0,09	0,08
7	M	10 mois	14-75	25	129,32	21,82	20,70	13,67	11,07	26,89	18,12	0,16	0,10	0,08
8	F	6-7 mois	7-8	20	118,19	20,10	18,15	11,53	9,73	23,23	17,20	0,17	0,09	0,08
9	M	6-7 mois	8-9	15	112,49	20,40	18,78	10,83	9,03	24,55	17,78	0,18	0,09	0,08
10	F	6-7 mois	7-8	15	117,81	20,11	16,92	10,23	9,27	21,34	15,30	0,17	0,08	0,07
11	F	6-7 mois	7-8	15	115,99	18,92	17,92	10,51	9,47	21,12	14,27	0,16	0,09	0,08
12	F	6-7 mois	7-8	20	117,09	20,32	18,05	10,87	9,34	23,54	15,93	0,17	0,09	0,07
13	M	6-7 mois	8-9	20	115,54	19,73	19,53	11,73	10,40	24,25	16,21	0,17	0,10	0,09
14	M	9-10 mois	11-12	20	120,79	21,62	19,98	11,47	10,26	24,93	17,23	0,17	0,09	0,08
15	F	9-10 mois	10-11	20	126,06	21,11	19,15	12,30	10,91	23,40	16,92	0,16	0,09	0,08
16	M	10 mois	13	30	132,37	20,30	20,26	12,25	10,93	25,12	17,58	0,15	0,09	0,08
17	F	7 mois	8	15	110,57	19,31	18,27	10,13	8,82	21,78	15,83	0,17	0,09	0,07
18	F	4-5 ans	11	15	115,25	19,19	17,85	11,01	9,94	22,03	15,50	0,16	0,09	0,08
19	M	4 mois	6-7	10	103,52	19,89	17,88	10,74	9,28	21,41	15,71	0,19	0,10	0,08
20	M	4 ans	20	35	138,44	23,46	22,35	15,39	13,43	27,40	18,74	0,16	0,11	0,09
21	M	4-6 mois	7,5	15	110,56	20,66	19,27	10,63	8,89	23,07	16,75	0,18	0,09	0,08
22	F	4 ans	14	20	126,83	20,81	19,62	12,44	10,35	23,04	15,83	0,16	0,09	0,08
23	F	3 mois	5	10	95,20	16,89	15,50	9,53	7,31	18,57	13,81	0,17	0,10	0,07
24	M	4-6 mois	6	10	106,29	20,34	19,06	10,63	8,97	22,43	16,64	0,19	0,10	0,08
25	F	6 mois	6-7	15	109,93	18,50	17,63	10,25	8,75	21,55	14,93	0,16	0,09	0,07
26	M	6 mois	6-7	20	111,85	19,66	18,63	11,88	10,26	22,93	14,42	0,17	0,10	0,09
27	F	9 mois	10	20	118,53	19,92	18,02	11,01	9,97	22,69	15,09	0,16	0,09	0,08
28	F	8 mois	11	15	116,15	18,99	17,92	10,61	8,30	22,85	15,78	0,16	0,09	0,07
29	F	42 mois	14	25	120,85	20,83	19,74	12,77	11,52	24,04	16,56	0,17	0,10	0,09
30	F	8-9 mois	7	15	104,23	17,22	16,60	10,39	9,19	20,71	14,67	0,16	0,09	0,08
31	M	16 mois	14	25	124,31	19,68	17,65	13,01	11,13	23,43	15,69	0,15	0,10	0,08
32	F	1 an	12	20	123,25	18,62	17,88	11,65	10,10	23,08	15,20	0,15	0,09	0,08
33	M	3-4 ans	27	45	150,30	24,03	22,60	16,28	13,36	27,64	19,46	0,15	0,10	0,08
34	M	3-4 ans	28	40	156,80	24,14	24,70	16,33	13,56	29,54	20,18	0,15	0,10	0,08
35	M	2 ans	16	25	130,37	23,05	22,62	13,11	11,93	26,10	18,75	0,17	0,10	0,09
36	F	18 mois	12	20	124,06	20,09	18,70	11,99	10,03	23,73	16,78	0,16	0,09	0,08
37	F	4 ans	16	25	137,35	21,85	21,04	12,14	11,40	25,32	17,10	0,15	0,08	0,08
38	F	4 ans	14	20	127,30	20,04	19,33	12,82	11,10	24,33	16,04	0,15	0,10	0,08
39	F	3 ans	12	15	113,98	18,59	16,83	11,63	9,45	21,89	14,92	0,16	0,10	0,08
40	F	4 ans	16	25	138,69	22,18	22,08	13,74	11,22	25,93	18,01	0,15	0,09	0,08
41	F	3-4 ans	13	20	131,99	19,53	19,83	11,18	8,97	22,95	15,92	0,14	0,08	0,06
42	F	3 ans	13	15	121,60	18,01	17,85	11,11	9,78	21,90	15,85	0,14	0,09	0,08
43	F	3 ans	13	20	122,37	19,93	19,35	11,37	10,93	23,70	16,90	0,16	0,09	0,08
44	F	33 mois	12	15	121,74	18,45	16,70	9,85	9,45	21,34	14,59	0,15	0,08	0,07
45	F	3 ans	12	15	115,79	18,57	17,11	11,24	10,11	22,37	17,78	0,16	0,09	0,08
46	M	10 mois	11	20	116,35	19,82	18,87	13,81	10,51	24,96	16,92	0,17	0,11	0,09
47	F	10 mois	9	15	115,29	18,38	17,47	10,94	9,04	22,49	15,71	0,15	0,09	0,07
48	F	42 mois	14	25	121,81	19,69	18,10	13,16	11,05	23,49	15,91	0,16	0,10	0,09
49	F	1 an	9,25	20	119,77	18,23	17,75	12,13	10,17	21,80	16,99	0,15	0,10	0,08
50	F	6 mois	8	15	104,14	17,20	17,00	9,71	8,62	21,76	14,84	0,16	0,09	0,08
51	M	8 mois	8-9	15	109,80	19,26	18,31	10,68	9,58	23,99	16,06	0,17	0,09	0,08
52	M	1 an	20	30	138,81	22,60	22,27	13,73	11,46	26,66	18,63	0,16	0,09	0,08
53	M	16 mois	12	15	118,30	19,65	18,96	11,26	9,85	23,72	16,71	0,16	0,09	0,08
54	M	3 ans	15	25	128,36	21,05	20,14	13,51	11,58	24,76	17,20	0,16	0,10	0,09
55	M	18 mois	20	45	143,32	22,83	22,33	17,17	13,89	27,93	18,72	0,15	0,11	0,09
56	M	3-4 ans	28	50	148,63	25,11	25,69	19,03	14,00	30,12	21,78	0,16	0,12	0,09
57	F	18 mois	15	25	130,23	22,87	21,93	13,58	10,62	25,40	18,57	0,17	0,10	0,08
58	M	1 an	19	35	138,68	24,51	23,12	15,53	12,37	28,84	20,23	0,17	0,11	0,08
59	F	4 ans	15	25	132,61	22,15	20,45	12,44	10,98	24,38	18,39	0,16	0,09	0,08
60	M	3 ans	31	35	145,32	23,43	20,68	15,04	13,61	27,06	19,61	0,16	0,10	0,09
61	M	3 ans	32	55	148,49	25,99	22,77	17,78	15,02	29,91	20,34	0,17	0,11	0,10
62	M	26 mois	28	35	150,04	23,58	21,90	15,60	12,89	29,94	20,58	0,15	0,10	0,08
<b>m</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>13,35</b>	<b>22,50</b>	<b>123,55</b>	<b>20,52</b>	<b>19,40</b>	<b>12,34</b>	<b>10,54</b>	<b>24,09</b>	<b>16,87</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>
<b>σ</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>6,48</b>	<b>9,90</b>	<b>13,54</b>	<b>2,03</b>	<b>2,14</b>	<b>2,15</b>	<b>1,61</b>	<b>2,53</b>	<b>1,74</b>	<b>0,01</b>	<b>0,008</b>	<b>0,006</b>
<b>CV%</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>48,53</b>	<b>44</b>	<b>10,95</b>	<b>9,89</b>	<b>11,03</b>	<b>17,42</b>	<b>15,27</b>	<b>10,50</b>	<b>10,31</b>	<b>6,25</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>

**Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métacarpes de la catégorie jeune adulte  
(mâle et femelle)**

N°	SEXE	AGE	POIDS (Kg)	PMC en (g)	Paramètres mesurés en mm								Indices calculés		
					GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	Bp/GL	d/GL	e/GL	
1	M	1 an	22-24	45	136,78	27,74	19,42	17,72	11,54	31,58	19,05	0,20	0,12	0,08	
2	F	4 mois	7	10	94,39	23,19	16,56	11,25	7,49	22,27	16,67	0,24	0,11	0,07	
3	F	5 mois	6-7	15	102,06	23,19	16,49	12,46	9,02	25,02	16,87	0,22	0,12	0,08	
4	M	10 mois	14.75	30	120,69	27,10	18,31	17,64	10,90	30,60	19,01	0,22	0,14	0,09	
5	F	6-7 mois	7-8	20	111,17	23,53	16,92	13,70	9,77	25,25	17,77	0,21	0,12	0,08	
6	M	6-7 mois	8-9	20	105,60	25,03	17,10	13,08	8,62	27,16	18,64	0,23	0,12	0,08	
7	F	6-7 mois	7-8	20	113,81	22,40	15,31	12,73	8,84	23,76	15,88	0,19	0,11	0,07	
8	F	6-7 mois	7-8	15	112,86	21,82	15,93	12,98	8,86	23,43	15,34	0,19	0,11	0,07	
9	F	6-7 mois	7-8	20	112,21	23,69	15,27	13,58	8,67	25,19	16,63	0,21	0,12	0,07	
10	M	6-7 mois	8-9	20	111,95	23,68	16,63	14,34	9,79	26,83	17,29	0,21	0,12	0,08	
11	M	9-10 mois	11-12	20	113,58	23,98	17,25	14,65	10,19	27,31	18,15	0,21	0,12	0,08	
12	F	9-10 mois	10-11	25	120,66	25,24	17,01	15,85	10,45	25,85	16,95	0,20	0,13	0,08	
13	M	10 mois	13	25	120,96	23,13	17,22	14,49	9,84	25,62	16,52	0,19	0,11	0,08	
14	F	7 mois	8	15	103,81	23,14	16,74	12,90	9,42	24,64	17,04	0,22	0,12	0,09	
15	M	4 mois	6-7	15	98,41	21,90	15,11	12,46	8,62	25,10	14,53	0,22	0,12	0,08	
16	M	4-6 mois	7,5	15	103,62	24,16	17,28	13,57	9,19	27,09	18,14	0,23	0,13	0,08	
17	F	3 mois	5	10	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	0,22	0,12	0,07	
18	M	4-6 mois	6	10	101,85	25,12	16,05	13,08	8,60	25,78	17,36	0,24	0,12	0,08	
19	F	6 mois	6-7	15	104,50	23,02	15,65	14,05	8,59	24,84	15,66	0,22	0,13	0,08	
20	M	6 mois	6-7	20	104,82	22,84	16,40	15,32	9,76	25,68	15,71	0,21	0,14	0,09	
21	F	9 mois	10	20	115,38	24,18	16,42	13,86	10,58	26,00	16,11	0,20	0,12	0,09	
22	F	8 mois	11	20	113,10	23,36	16,34	13,40	8,88	26,12	16,73	0,20	0,11	0,07	
23	F	8-9 mois	7	15	97,24	20,44	14,07	11,71	8,10	23,15	15,16	0,21	0,12	0,08	
24	M	16 mois	14	25	119,09	23,37	16,66	16,10	10,19	26,56	16,48	0,19	0,13	0,08	
25	F	1 an	12	20	117,51	23,19	16,53	14,36	9,33	26,05	16,29	0,19	0,12	0,07	
26	M	2 ans	16	25	124,06	32,24	23,26	16,27	10,91	29,17	19,31	0,25	0,13	0,08	
27	F	18 mois	12	25	117,79	24,71	16,72	14,84	10,18	26,38	17,37	0,20	0,12	0,08	
28	F	33 mois	12	15	113,43	20,96	15,19	12,09	8,71	24,49	15,55	0,18	0,10	0,07	
29	M	10 mois	11	25	109,49	24,93	17,20	16,23	10,54	27,82	17,66	0,22	0,14	0,09	
30	F	10 mois	9	20	109,70	22,40	15,98	14,09	9,07	25,43	16,57	0,20	0,12	0,08	
31	F	1 an	9,25	20	112,47	22,06	15,92	14,66	9,43	24,68	16,51	0,19	0,13	0,08	
32	F	6 mois	8	15	97,22	23,05	15,50	12,78	8,24	24,50	15,52	0,23	0,13	0,08	
33	M	8 mois	8-9	20	100,82	25,24	17,51	14,24	9,53	27,04	17,16	0,25	0,14	0,09	
34	M	1 an	20	35	133,47	28,37	19,31	17,38	11,09	30,24	19,50	0,21	0,13	0,08	
35	M	16 mois	12	20	112,31	24,63	16,76	14,32	9,44	27,15	17,64	0,21	0,12	0,08	
36	M	18 mois	20	45	135,15	29,69	19,92	20,53	12,80	31,44	19,29	0,21	0,15	0,09	
37	F	18 mois	15	30	125,50	26,56	19,21	15,69	10,46	29,37	19,40	0,21	0,12	0,08	
38	M	1 an	19	40	130,74	29,25	19,71	19,28	11,64	33,06	20,76	0,22	0,14	0,08	
39	M	26 mois	28	40	140,10	28,92	19,80	18,20	12,19	36,61	23,40	0,20	0,12	0,08	
<b>m</b>	//	//	<b>11,10</b>	<b>22,05</b>	<b>112,98</b>	<b>24,39</b>	<b>16,96</b>	<b>14,53</b>	<b>9,64</b>	<b>26,64</b>	<b>17,26</b>	<b>0,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	
<b>σ</b>	//	//	<b>5,15</b>	<b>8,86</b>	<b>12,06</b>	<b>2,65</b>	<b>1,83</b>	<b>2,16</b>	<b>1,25</b>	<b>3,04</b>	<b>1,81</b>	<b>0,016</b>	<b>0,01</b>	<b>0,006</b>	
<b>CV%</b>	//	//	<b>46,39</b>	<b>40,18</b>	<b>10,67</b>	<b>10,86</b>	<b>10,79</b>	<b>14,86</b>	<b>12,95</b>	<b>11,41</b>	<b>10,48</b>	<b>7,61</b>	<b>8,33</b>	<b>8,57</b>	

**Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses de la catégorie jeune adulte (mâle et femelle)**

N°	SEXE	AGE	POIDS (Kg)	PMT en (g)	Paramètres mesurés en mm						Indices calculés			
					GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	BpT/ GLT	dT/ GLT	eT/ GLT
1	M	1 an	22-24	40	142,16	22,64	22,42	14,89	12,31	28,00	18,90	0,15	0,10	0,08
2	F	4 mois	7	10	101,58	19,63	17,95	8,43	7,94	21,60	16,01	0,19	0,08	0,07
3	F	5 mois	6-7	15	108,58	19,50	18,20	9,97	9,34	22,14	16,33	0,17	0,09	0,08
4	M	10 mois	14.75	25	129,32	21,82	20,70	13,67	11,07	26,89	18,12	0,16	0,10	0,08
5	F	6-7 mois	7-8	20	118,19	20,10	18,15	11,53	9,73	23,23	17,20	0,17	0,09	0,08
6	M	6-7 mois	8-9	15	112,49	20,40	18,78	10,83	9,03	24,55	17,78	0,18	0,09	0,08
7	F	6-7 mois	7-8	15	117,81	20,11	16,92	10,23	9,27	21,34	15,30	0,17	0,08	0,07
8	F	6-7 mois	7-8	15	115,99	18,92	17,92	10,51	9,47	21,12	14,27	0,16	0,09	0,08
9	F	6-7 mois	7-8	20	117,09	20,32	18,05	10,87	9,34	23,54	15,93	0,17	0,09	0,07
10	M	6-7 mois	8-9	20	115,54	19,73	19,53	11,73	10,40	24,25	16,21	0,17	0,10	0,09
11	M	9-10 mois	11-12	20	120,79	21,62	19,98	11,47	10,26	24,93	17,23	0,17	0,09	0,08
12	F	9-10 mois	10-11	20	126,06	21,11	19,15	12,30	10,91	23,40	16,92	0,16	0,09	0,08
13	M	10 mois	13	30	132,37	20,30	20,26	12,25	10,93	25,12	17,58	0,15	0,09	0,08
14	F	7 mois	8	15	110,57	19,31	18,27	10,13	8,82	21,78	15,83	0,17	0,09	0,07
15	M	4 mois	6-7	10	103,52	19,89	17,88	10,74	9,28	21,41	15,71	0,19	0,10	0,08
16	M	4-6 mois	7,5	15	110,56	20,66	19,27	10,63	8,89	23,07	16,75	0,18	0,09	0,08
17	F	3 mois	5	10	95,20	16,89	15,50	9,53	7,31	18,57	13,81	0,17	0,10	0,07
18	M	4-6 mois	6	10	106,29	20,34	19,06	10,63	8,97	22,43	16,64	0,19	0,10	0,08
19	F	6 mois	6-7	15	109,93	18,50	17,63	10,25	8,75	21,55	14,93	0,16	0,09	0,07
20	M	6 mois	6-7	20	111,85	19,66	18,63	11,88	10,26	22,93	14,42	0,17	0,10	0,09
21	F	9 mois	10	20	118,53	19,92	18,02	11,01	9,97	22,69	15,09	0,16	0,09	0,08
22	F	8 mois	11	15	116,15	18,99	17,92	10,61	8,30	22,85	15,78	0,16	0,09	0,07
23	F	8-9 mois	7	15	104,23	17,22	16,60	10,39	9,19	20,71	14,67	0,16	0,09	0,08
24	M	16 mois	14	25	124,31	19,68	17,65	13,01	11,13	23,43	15,69	0,15	0,10	0,08
25	F	1 an	12	20	123,25	18,62	17,88	11,65	10,10	23,08	15,20	0,15	0,09	0,08
26	M	2 ans	16	25	130,37	23,05	22,62	13,11	11,93	26,10	18,75	0,17	0,10	0,09
27	F	18 mois	12	20	124,06	20,09	18,70	11,99	10,03	23,73	16,78	0,16	0,09	0,08
28	F	33 mois	12	15	121,74	18,45	16,70	9,85	9,45	21,34	14,59	0,15	0,08	0,07
29	M	10 mois	11	20	116,35	19,82	18,87	13,81	10,51	24,96	16,92	0,17	0,11	0,09
30	F	10 mois	9	15	115,29	18,38	17,47	10,94	9,04	22,49	15,71	0,15	0,09	0,07
31	F	1 an	9,25	20	119,77	18,23	17,75	12,13	10,17	21,80	16,99	0,15	0,10	0,08
32	F	6 mois	8	15	104,14	17,20	17,00	9,71	8,62	21,76	14,84	0,16	0,09	0,08
33	M	8 mois	8-9	15	109,80	19,26	18,31	10,68	9,58	23,99	16,06	0,17	0,09	0,08
34	M	1 an	20	30	138,81	22,60	22,27	13,73	11,46	26,66	18,63	0,16	0,09	0,08
35	M	16 mois	12	15	118,30	19,65	18,96	11,26	9,85	23,72	16,71	0,16	0,09	0,08
36	M	18 mois	20	45	143,32	22,83	22,33	17,17	13,89	27,93	18,72	0,15	0,11	0,09
37	F	18 mois	15	25	130,23	22,87	21,93	13,58	10,62	25,40	18,57	0,17	0,10	0,08
38	M	1 an	19	35	138,68	24,51	23,12	15,53	12,37	28,84	20,23	0,17	0,11	0,08
39	M	26 mois	28	35	150,04	23,58	21,90	15,60	12,89	29,94	20,58	0,15	0,10	0,08
<b>m</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>11,10</b>	<b>20,12</b>	<b>119,31</b>	<b>20,16</b>	<b>18,98</b>	<b>11,74</b>	<b>10,03</b>	<b>23,67</b>	<b>16,57</b>	<b>0,16</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>
<b>σ</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>5,15</b>	<b>8,15</b>	<b>12,37</b>	<b>1,78</b>	<b>1,89</b>	<b>1,88</b>	<b>1,37</b>	<b>2,42</b>	<b>1,62</b>	<b>0,01</b>	<b>0,007</b>	<b>0,005</b>
<b>CV%</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>46,39</b>	<b>40,50</b>	<b>10,36</b>	<b>8,82</b>	<b>9,95</b>	<b>16,01</b>	<b>13,65</b>	<b>10,22</b>	<b>9,77</b>	<b>6,25</b>	<b>7,77</b>	<b>7,14</b>

**Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métacarpes de la catégorie adulte  
(mâle et femelle)**

N°	SEXE	AGE	POIDS (Kg)	PMC En (g)	Paramètres mesurés en mm							Indices calculés		
					GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	Bp/GL	d/GL	e/GL
1	F	≥5	13	25	120,77	23,02	17,33	14,34	10,80	26,87	17,58	0,19	0,11	0,08
2	F	≥5	12	20	109,38	22,02	16,66	13,62	9,78	25,49	15,72	0,20	0,12	0,08
3	F	≥5	12	20	112,12	21,73	16,18	13,67	10,63	24,34	16,11	0,19	0,12	0,09
4	F	4-5 ans	11	20	108,55	22,36	17,06	13,26	9,84	24,63	15,88	0,20	0,12	0,09
5	M	4 ans	20	45	133,25	28,10	19,70	19,29	12,88	30,16	19,32	0,21	0,14	0,09
6	F	4 ans	14	20	119,47	23,54	17,02	15,05	11,08	26,11	16,95	0,19	0,12	0,09
7	F	42 mois	14	25	113,72	24,26	17,98	16,91	10,98	27,27	17,53	0,21	0,14	0,09
8	M	3-4 ans	27	45	142,38	28,90	19,68	19,05	13,32	31,96	20,34	0,20	0,13	0,09
9	M	3-4 ans	28	45	147,28	29,68	20,62	20,38	13,27	33,63	21,31	0,20	0,13	0,09
10	F	4 ans	16	25	130,76	26,46	18,80	14,97	11,54	28,33	17,89	0,20	0,11	0,08
11	F	4 ans	14	25	120,04	23,62	17,18	15,60	10,89	28,00	16,90	0,19	0,12	0,09
12	F	3 ans	12	15	112,42	20,57	15,00	12,83	9,56	25,05	15,30	0,18	0,11	0,08
13	F	4 ans	16	30	133,06	26,68	18,72	16,67	11,27	29,60	19,02	0,20	0,12	0,08
14	F	3-4 ans	13	20	121,47	23,84	16,21	13,17	9,08	26,11	17,29	0,19	0,10	0,07
15	F	3 ans	13	20	114,00	22,42	15,40	14,26	8,81	24,60	16,35	0,19	0,12	0,07
16	F	3 ans	13	20	117,01	23,61	16,96	13,37	10,85	26,91	17,44	0,20	0,11	0,09
17	F	3 ans	12	20	109,59	23,27	16,48	14,37	9,19	25,58	15,86	0,21	0,13	0,08
18	F	42 mois	14	25	114,95	23,37	16,54	15,34	11,10	26,36	16,69	0,20	0,13	0,09
19	M	3 ans	15	30	120,60	25,49	18,45	16,67	11,69	28,11	17,36	0,21	0,13	0,09
20	M	3-4 ans	28	60	144,29	31,20	22,00	21,86	13,58	33,89	22,94	0,21	0,15	0,09
21	F	4 ans	15	25	124,75	26,01	18,51	15,65	10,74	28,30	19,29	0,20	0,12	0,08
22	M	3 ans	31	45	138,71	29,18	20,83	19,42	13,38	30,32	20,47	0,21	0,14	0,09
23	M	3 ans	32	60	142,45	31,36	20,14	22,95	14,21	33,46	21,34	0,22	0,16	0,09
<b>m</b>	//	//	<b>17,17</b>	<b>29,78</b>	<b>123,95</b>	<b>25,24</b>	<b>17,97</b>	<b>16,20</b>	<b>11,23</b>	<b>28,04</b>	<b>18,03</b>	<b>0,20</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>
<b>σ</b>	//	//	<b>6,80</b>	<b>13,26</b>	<b>12,42</b>	<b>3,14</b>	<b>1,85</b>	<b>2,93</b>	<b>1,55</b>	<b>2,97</b>	<b>2,08</b>	<b>0,009</b>	<b>0,01</b>	<b>0,006</b>
<b>CV%</b>	//	//	<b>39,60</b>	<b>44,52</b>	<b>10,02</b>	<b>12,44</b>	<b>10,29</b>	<b>18,08</b>	<b>13,80</b>	<b>10,59</b>	<b>11,53</b>	<b>4,5</b>	<b>8,33</b>	<b>7,5</b>

**Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses, catégorie adulte  
(mâle et femelle)**

N°	SEXE	AGE	POIDS (Kg)	PMT en (g)	Paramètres mesurés en mm							Indices calculés		
					GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
1	F	≥5	13	20	126,33	18,93	17,72	11,87	10,33	23,51	16,19	0,14	0,09	0,08
2	F	≥5	12	20	118,03	20,80	19,62	13,36	10,94	23,77	16,25	0,17	0,11	0,09
3	F	≥5	12	20	120,33	18,09	17,25	11,68	9,97	21,69	15,23	0,15	0,09	0,08
4	F	4-5 ans	11	15	115,25	19,19	17,85	11,01	9,94	22,03	15,50	0,16	0,09	0,08
5	M	4 ans	20	35	138,44	23,46	22,35	15,39	13,43	27,40	18,74	0,16	0,11	0,09
6	F	4 ans	14	20	126,83	20,81	19,62	12,44	10,35	23,04	15,83	0,16	0,09	0,08
7	F	42 mois	14	25	120,85	20,83	19,74	12,77	11,52	24,04	16,56	0,17	0,10	0,09
8	M	3-4 ans	27	45	150,30	24,03	22,60	16,28	13,36	27,64	19,46	0,15	0,10	0,08
9	M	3-4 ans	28	40	156,80	24,14	24,70	16,33	13,56	29,54	20,18	0,15	0,10	0,08
10	F	4 ans	16	25	137,35	21,85	21,04	12,14	11,40	25,32	17,10	0,15	0,08	0,08
11	F	4 ans	14	20	127,30	20,04	19,33	12,82	11,10	24,33	16,04	0,15	0,10	0,08
12	F	3 ans	12	15	113,98	18,59	16,83	11,63	9,45	21,89	14,92	0,16	0,10	0,08
13	F	4 ans	16	25	138,69	22,18	22,08	13,74	11,22	25,93	18,01	0,15	0,09	0,08
14	F	3-4 ans	13	20	131,99	19,53	19,83	11,18	8,97	22,95	15,92	0,14	0,08	0,06
15	F	3 ans	13	15	121,60	18,01	17,85	11,11	9,78	21,90	15,85	0,14	0,09	0,08
16	F	3 ans	13	20	122,37	19,93	19,35	11,37	10,93	23,70	16,90	0,16	0,09	0,08
17	F	3 ans	12	15	115,79	18,57	17,11	11,24	10,11	22,37	17,78	0,16	0,09	0,08
18	F	42 mois	14	25	121,81	19,69	18,10	13,16	11,05	23,49	15,91	0,16	0,10	0,09
19	M	3 ans	15	25	128,36	21,05	20,14	13,51	11,58	24,76	17,20	0,16	0,10	0,09
20	M	3-4 ans	28	50	148,63	25,11	25,69	19,03	14,00	30,12	21,78	0,16	0,12	0,09
21	F	4 ans	15	25	132,61	22,15	20,45	12,44	10,98	24,38	18,39	0,16	0,09	0,08
22	M	3 ans	31	35	145,32	23,43	20,68	15,04	13,61	27,06	19,61	0,16	0,10	0,09
23	M	3 ans	32	55	148,49	25,99	22,77	17,78	15,02	29,91	20,34	0,17	0,11	0,10
<b>m</b>	//	//	<b>17,17</b>	<b>26,52</b>	<b>130,75</b>	<b>21,14</b>	<b>20,11</b>	<b>13,36</b>	<b>11,41</b>	<b>24,81</b>	<b>17,37</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,08</b>
<b>σ</b>	//	//	<b>6,80</b>	<b>11,42</b>	<b>12,57</b>	<b>2,32</b>	<b>2,38</b>	<b>2,25</b>	<b>1,63</b>	<b>2,62</b>	<b>1,87</b>	<b>0,008</b>	<b>0,009</b>	<b>0,007</b>
<b>CV%</b>	//	//	<b>39,60</b>	<b>43,06</b>	<b>9,61</b>	<b>10,97</b>	<b>11,83</b>	<b>16,84</b>	<b>14,28</b>	<b>10,56</b>	<b>10,76</b>	<b>5,33</b>	<b>10</b>	<b>8,75</b>

## Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métacarpes des mâles

N°	AGE	POIDS (Kg)	PMC en (g)	Paramètres mesurés en mm							Indices calculés		
				GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	Bp/GL	d/GL	e/GL
1	1 an	22-24	45	136,78	27,74	19,42	17,72	11,54	31,58	19,05	0,20	0,12	0,08
2	10 mois	14.75	30	120,69	27,10	18,31	17,64	10,90	30,60	19,01	0,22	0,14	0,09
3	6-7 mois	8-9	20	105,60	25,03	17,10	13,08	8,62	27,16	18,64	0,23	0,12	0,08
4	6-7 mois	8-9	20	111,95	23,68	16,63	14,34	9,79	26,83	17,29	0,21	0,12	0,08
5	9-10 mois	11-12	20	113,58	23,98	17,25	14,65	10,19	27,31	18,15	0,21	0,12	0,08
6	10 mois	13	25	120,96	23,13	17,22	14,49	9,84	25,62	16,52	0,19	0,11	0,08
7	4 mois	6-7	15	98,41	21,90	15,11	12,46	8,62	25,10	14,53	0,22	0,12	0,08
8	4 ans	20	45	133,25	28,10	19,70	19,29	12,88	30,16	19,32	0,21	0,14	0,09
9	4-6 mois	7,5	15	103,62	24,16	17,28	13,57	9,19	27,09	18,14	0,23	0,13	0,08
10	4-6 mois	6	10	101,85	25,12	16,05	13,08	8,60	25,78	17,36	0,24	0,12	0,08
11	6 mois	6-7	20	104,82	22,84	16,40	15,32	9,76	25,68	15,71	0,21	0,14	0,09
12	16 mois	14	25	119,09	23,37	16,66	16,10	10,19	26,56	16,48	0,19	0,13	0,08
13	3-4 ans	27	45	142,38	28,90	19,68	19,05	13,32	31,96	20,34	0,20	0,13	0,09
14	3-4 ans	28	45	147,28	29,68	20,62	20,38	13,27	33,63	21,31	0,20	0,13	0,09
15	2 ans	16	25	124,06	32,24	23,26	16,27	10,91	29,17	19,31	0,25	0,13	0,08
16	10 mois	11	25	109,49	24,93	17,20	16,23	10,54	27,82	17,66	0,22	0,14	0,09
17	8 mois	8-9	20	100,82	25,24	17,51	14,24	9,53	27,04	17,16	0,25	0,14	0,09
18	1 an	20	35	133,47	28,37	19,31	17,38	11,09	30,24	19,50	0,21	0,13	0,08
19	16 mois	12	20	112,31	24,63	16,76	14,32	9,44	27,15	17,64	0,21	0,12	0,08
20	3 ans	15	30	120,60	25,49	18,45	16,67	11,69	28,11	17,36	0,21	0,13	0,09
21	18 mois	20	45	135,15	29,69	19,92	20,53	12,80	31,44	19,29	0,21	0,15	0,09
22	3-4 ans	28	60	144,29	31,20	22,00	21,86	13,58	33,89	22,94	0,21	0,15	0,09
23	1 an	19	40	130,74	29,25	19,71	19,28	11,64	33,06	20,76	0,22	0,14	0,08
24	3 ans	31	45	138,71	29,18	20,83	19,42	13,38	30,32	20,47	0,21	0,14	0,09
25	3 ans	32	60	142,45	31,36	20,14	22,95	14,21	33,46	21,34	0,22	0,16	0,09
26	26 mois	28	40	140,10	28,92	19,80	18,20	12,19	36,61	23,40	0,20	0,12	0,08
<b>m</b>	//	<b>16,74</b>	<b>31,73</b>	<b>122,78</b>	<b>26,73</b>	<b>18,55</b>	<b>16,86</b>	<b>11,06</b>	<b>29,36</b>	<b>18,79</b>	<b>0,22</b>	<b>0,13</b>	<b>0,09</b>
<b>σ</b>	//	<b>8,30</b>	<b>13,92</b>	<b>15,54</b>	<b>2,96</b>	<b>1,98</b>	<b>2,87</b>	<b>1,71</b>	<b>3,11</b>	<b>2,12</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,005</b>
<b>CV%</b>	//	<b>49,58</b>	<b>43,87</b>	<b>12,65</b>	<b>11,07</b>	<b>10,67</b>	<b>17,02</b>	<b>15,46</b>	<b>10,59</b>	<b>11,28</b>	<b>4,76</b>	<b>7,69</b>	<b>6,25</b>

## Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses des mâles

N°	AGE	POIDS (Kg)	PMT en (g)	Paramètres mesurés en mm							Indices calculés		
				GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	BpT/GLT	dT/GLT	eT/GLT
1	1 an	22-24	40	142,16	22,64	22,42	14,89	12,31	28,00	18,90	0,15	0,10	0,08
2	10 mois	14.75	25	129,32	21,82	20,70	13,67	11,07	26,89	18,12	0,16	0,10	0,08
3	6-7 mois	8-9	15	112,49	20,40	18,78	10,83	9,03	24,55	17,78	0,18	0,09	0,08
4	6-7 mois	8-9	20	115,54	19,73	19,53	11,73	10,40	24,25	16,21	0,17	0,10	0,09
5	9-10 mois	11-12	20	120,79	21,62	19,98	11,47	10,26	24,93	17,23	0,17	0,09	0,08
6	10 mois	13	30	132,37	20,30	20,26	12,25	10,93	25,12	17,58	0,15	0,09	0,08
7	4 mois	6-7	10	103,52	19,89	17,88	10,74	9,28	21,41	15,71	0,19	0,10	0,08
8	4 ans	20	35	138,44	23,46	22,35	15,39	13,43	27,40	18,74	0,16	0,11	0,09
9	4-6 mois	7,5	15	110,56	20,66	19,27	10,63	8,89	23,07	16,75	0,18	0,09	0,08
10	4-6 mois	6	10	106,29	20,34	19,06	10,63	8,97	22,43	16,64	0,19	0,10	0,08
11	6 mois	6-7	20	111,85	19,66	18,63	11,88	10,26	22,93	14,42	0,17	0,10	0,09
12	16 mois	14	25	124,31	19,68	17,65	13,01	11,13	23,43	15,69	0,15	0,10	0,08
13	3-4 ans	27	45	150,30	24,03	22,60	16,28	13,36	27,64	19,46	0,15	0,10	0,08
14	3-4 ans	28	40	156,80	24,14	24,70	16,33	13,56	29,54	20,18	0,15	0,10	0,08
15	2 ans	16	25	130,37	23,05	22,62	13,11	11,93	26,10	18,75	0,17	0,10	0,09
16	10 mois	11	20	116,35	19,82	18,87	13,81	10,51	24,96	16,92	0,17	0,11	0,09
17	8 mois	8-9	15	109,80	19,26	18,31	10,68	9,58	23,99	16,06	0,17	0,09	0,08
18	1 an	20	30	138,81	22,60	22,27	13,73	11,46	26,66	18,63	0,16	0,09	0,08
19	16 mois	12	15	118,30	19,65	18,96	11,26	9,85	23,72	16,71	0,16	0,09	0,08
20	3 ans	15	25	128,36	21,05	20,14	13,51	11,58	24,76	17,20	0,16	0,10	0,09
21	18 mois	20	45	143,32	22,83	22,33	17,17	13,89	27,93	18,72	0,15	0,11	0,09
22	3-4 ans	28	50	148,63	25,11	25,69	19,03	14,00	30,12	21,78	0,16	0,12	0,09
23	1 an	19	35	138,68	24,51	23,12	15,53	12,37	28,84	20,23	0,17	0,11	0,08
24	3 ans	31	35	145,32	23,43	20,68	15,04	13,61	27,06	19,61	0,16	0,10	0,09
25	3 ans	32	55	148,49	25,99	22,77	17,78	15,02	29,91	20,34	0,17	0,11	0,10
26	26 mois	28	35	150,04	23,58	21,90	15,60	12,89	29,94	20,58	0,15	0,10	0,08
<b>m</b>	//	<b>16,74</b>	<b>28,26</b>	<b>129,66</b>	<b>21,89</b>	<b>20,82</b>	<b>13,69</b>	<b>11,52</b>	<b>25,98</b>	<b>18,03</b>	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>
<b>σ</b>	//	<b>8,30</b>	<b>12,48</b>	<b>15,93</b>	<b>1,98</b>	<b>2,14</b>	<b>2,44</b>	<b>1,79</b>	<b>2,53</b>	<b>1,80</b>	<b>0,01</b>	<b>0,008</b>	<b>0,005</b>
<b>CV%</b>	//	<b>49,58</b>	<b>44,16</b>	<b>12,28</b>	<b>9,04</b>	<b>10,27</b>	<b>17,82</b>	<b>15,53</b>	<b>9,73</b>	<b>9,98</b>	<b>6,25</b>	<b>8</b>	<b>6,25</b>

## Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métacarpes des femelles

N°	AGE	POIDS (Kg)	PMC En (g)	Paramètres mesurés en mm							Indices calculés		
				GL	Bp	Dp	d	e	Bd	Dd	Bp/GL	d/GL	e/GL
1	≥5	13	25	120,77	23,02	17,33	14,34	10,80	26,87	17,58	0,19	0,11	0,08
2	≥5	12	20	109,38	22,02	16,66	13,62	9,78	25,49	15,72	0,20	0,12	0,08
3	4 mois	7	10	94,39	23,19	16,56	11,25	7,49	22,27	16,67	0,24	0,11	0,07
4	≥5	12	20	112,12	21,73	16,18	13,67	10,63	24,34	16,11	0,19	0,12	0,09
5	5 mois	6-7	15	102,06	23,19	16,49	12,46	9,02	25,02	16,87	0,22	0,12	0,08
6	6-7 mois	7-8	20	111,17	23,53	16,92	13,70	9,77	25,25	17,77	0,21	0,12	0,08
7	6-7 mois	7-8	20	113,81	22,40	15,31	12,73	8,84	23,76	15,88	0,19	0,11	0,07
8	6-7 mois	7-8	15	112,86	21,82	15,93	12,98	8,86	23,43	15,34	0,19	0,11	0,07
9	6-7 mois	7-8	20	112,21	23,69	15,27	13,58	8,67	25,19	16,63	0,21	0,12	0,07
10	9-10 mois	10-11	25	120,66	25,24	17,01	15,85	10,45	25,85	16,95	0,20	0,13	0,08
11	7 mois	8	15	103,81	23,14	16,74	12,90	9,42	24,64	17,04	0,22	0,12	0,09
12	4-5 ans	11	20	108,55	22,36	17,06	13,26	9,84	24,63	15,88	0,20	0,12	0,09
13	4 ans	14	20	119,47	23,54	17,02	15,05	11,08	26,11	16,95	0,19	0,12	0,09
14	3 mois	5	10	88,21	19,87	13,05	11,11	6,75	20,74	13,71	0,22	0,12	0,07
15	6 mois	6-7	15	104,50	23,02	15,65	14,05	8,59	24,84	15,66	0,22	0,13	0,08
16	9 mois	10	20	115,38	24,18	16,42	13,86	10,58	26,00	16,11	0,20	0,12	0,09
17	8 mois	11	20	113,10	23,36	16,34	13,40	8,88	26,12	16,73	0,20	0,11	0,07
18	42 mois	14	25	113,72	24,26	17,98	16,91	10,98	27,27	17,53	0,21	0,14	0,09
19	8-9 mois	7	15	97,24	20,44	14,07	11,71	8,10	23,15	15,16	0,21	0,12	0,08
20	1 an	12	20	117,51	23,19	16,53	14,36	9,33	26,05	16,29	0,19	0,12	0,07
21	18 mois	12	25	117,79	24,71	16,72	14,84	10,18	26,38	17,37	0,20	0,12	0,08
22	4 ans	16	25	130,76	26,46	18,80	14,97	11,54	28,33	17,89	0,20	0,11	0,08
23	4 ans	14	25	120,04	23,62	17,18	15,60	10,89	28,00	16,90	0,19	0,12	0,09
24	3 ans	12	15	112,42	20,57	15,00	12,83	9,56	25,05	15,30	0,18	0,11	0,08
25	4 ans	16	30	133,06	26,68	18,72	16,67	11,27	29,60	19,02	0,20	0,12	0,08
26	3-4 ans	13	20	121,47	23,84	16,21	13,17	9,08	26,11	17,29	0,19	0,10	0,07
27	3 ans	13	20	114,00	22,42	15,40	14,26	8,81	24,60	16,35	0,19	0,12	0,07
28	3 ans	13	20	117,01	23,61	16,96	13,37	10,85	26,91	17,44	0,20	0,11	0,09
29	33 mois	12	15	113,43	20,96	15,19	12,09	8,71	24,49	15,55	0,18	0,10	0,07
30	3 ans	12	20	109,59	23,27	16,48	14,37	9,19	25,58	15,86	0,21	0,13	0,08
31	10 mois	9	20	109,70	22,40	15,98	14,09	9,07	25,43	16,57	0,20	0,12	0,08
32	42 mois	14	25	114,95	23,37	16,54	15,34	11,10	26,36	16,69	0,20	0,13	0,09
33	1 an	9,25	20	112,47	22,06	15,92	14,66	9,43	24,68	16,51	0,19	0,13	0,08
34	6 mois	8	15	97,22	23,05	15,50	12,78	8,24	24,50	15,52	0,23	0,13	0,08
35	18 mois	15	30	125,50	26,56	19,21	15,69	10,46	29,37	19,40	0,21	0,12	0,08
36	4 ans	15	25	124,75	26,01	18,51	15,65	10,74	28,30	19,29	0,20	0,12	0,08
<b>m</b>	//	<b>10,90</b>	<b>20,00</b>	<b>112,91</b>	<b>23,24</b>	<b>16,46</b>	<b>13,92</b>	<b>9,63</b>	<b>25,57</b>	<b>16,65</b>	<b>0,20</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>
<b>σ</b>	//	<b>3,04</b>	<b>4,78</b>	<b>9,50</b>	<b>1,61</b>	<b>1,25</b>	<b>1,40</b>	<b>1,14</b>	<b>1,83</b>	<b>1,17</b>	<b>0,01</b>	<b>0,008</b>	<b>0,007</b>
<b>CV%</b>	//	<b>27,88</b>	<b>23,9</b>	<b>8,41</b>	<b>6,92</b>	<b>7,59</b>	<b>10,05</b>	<b>11,83</b>	<b>7,15</b>	<b>7,02</b>	<b>5</b>	<b>7,27</b>	<b>10</b>

## Poids de carcasse, paramètres mesurés et indices calculés pour les métatarses des femelles

N°	AGE	POIDS (Kg)	PMT en (g)	Paramètres mesurés en mm								Indices calculés		
				GLT	BpT	DpT	dT	eT	BdT	DdT	BpT/ GLT	dT/ GLT	eT/ GLT	
1	≥5	13	20	126,33	18,93	17,72	11,87	10,33	23,51	16,19	0,14	0,09	0,08	
2	≥5	12	20	118,03	20,80	19,62	13,36	10,94	23,77	16,25	0,17	0,11	0,09	
3	4 mois	7	10	101,58	19,63	17,95	8,43	7,94	21,60	16,01	0,19	0,08	0,07	
4	≥5	12	20	120,33	18,09	17,25	11,68	9,97	21,69	15,23	0,15	0,09	0,08	
5	5 mois	6-7	15	108,58	19,50	18,20	9,97	9,34	22,14	16,33	0,17	0,09	0,08	
6	6-7 mois	7-8	20	118,19	20,10	18,15	11,53	9,73	23,23	17,20	0,17	0,09	0,08	
7	6-7 mois	7-8	15	117,81	20,11	16,92	10,23	9,27	21,34	15,30	0,17	0,08	0,07	
8	6-7 mois	7-8	15	115,99	18,92	17,92	10,51	9,47	21,12	14,27	0,16	0,09	0,08	
9	6-7 mois	7-8	20	117,09	20,32	18,05	10,87	9,34	23,54	15,93	0,17	0,09	0,07	
10	9-10 mois	10-11	20	126,06	21,11	19,15	12,30	10,91	23,40	16,92	0,16	0,09	0,08	
11	7 mois	8	15	110,57	19,31	18,27	10,13	8,82	21,78	15,83	0,17	0,09	0,07	
12	4-5 ans	11	15	115,25	19,19	17,85	11,01	9,94	22,03	15,50	0,16	0,09	0,08	
13	4 ans	14	20	126,83	20,81	19,62	12,44	10,35	23,04	15,83	0,16	0,09	0,08	
14	3 mois	5	10	95,20	16,89	15,50	9,53	7,31	18,57	13,81	0,17	0,10	0,07	
15	6 mois	6-7	15	109,93	18,50	17,63	10,25	8,75	21,55	14,93	0,16	0,09	0,07	
16	9 mois	10	20	118,53	19,92	18,02	11,01	9,97	22,69	15,09	0,16	0,09	0,08	
17	8 mois	11	15	116,15	18,99	17,92	10,61	8,30	22,85	15,78	0,16	0,09	0,07	
18	42 mois	14	25	120,85	20,83	19,74	12,77	11,52	24,04	16,56	0,17	0,10	0,09	
19	8-9 mois	7	15	104,23	17,22	16,60	10,39	9,19	20,71	14,67	0,16	0,09	0,08	
20	1 an	12	20	123,25	18,62	17,88	11,65	10,10	23,08	15,20	0,15	0,09	0,08	
21	18 mois	12	20	124,06	20,09	18,70	11,99	10,03	23,73	16,78	0,16	0,09	0,08	
22	4 ans	16	25	137,35	21,85	21,04	12,14	11,40	25,32	17,10	0,15	0,08	0,08	
23	4 ans	14	20	127,30	20,04	19,33	12,82	11,10	24,33	16,04	0,15	0,10	0,08	
24	3 ans	12	15	113,98	18,59	16,83	11,63	9,45	21,89	14,92	0,16	0,10	0,08	
25	4 ans	16	25	138,69	22,18	22,08	13,74	11,22	25,93	18,01	0,15	0,09	0,08	
26	3-4 ans	13	20	131,99	19,53	19,83	11,18	8,97	22,95	15,92	0,14	0,08	0,06	
27	3 ans	13	15	121,60	18,01	17,85	11,11	9,78	21,90	15,85	0,14	0,09	0,08	
28	3 ans	13	20	122,37	19,93	19,35	11,37	10,93	23,70	16,90	0,16	0,09	0,08	
29	33 mois	12	15	121,74	18,45	16,70	9,85	9,45	21,34	14,59	0,15	0,08	0,07	
30	3 ans	12	15	115,79	18,57	17,11	11,24	10,11	22,37	17,78	0,16	0,09	0,08	
31	10 mois	9	15	115,29	18,38	17,47	10,94	9,04	22,49	15,71	0,15	0,09	0,07	
32	42 mois	14	25	121,81	19,69	18,10	13,16	11,05	23,49	15,91	0,16	0,10	0,09	
33	1 an	9,25	20	119,77	18,23	17,75	12,13	10,17	21,80	16,99	0,15	0,10	0,08	
34	6 mois	8	15	104,14	17,20	17,00	9,71	8,62	21,76	14,84	0,16	0,09	0,08	
35	18 mois	15	25	130,23	22,87	21,93	13,58	10,62	25,40	18,57	0,17	0,10	0,08	
36	4 ans	15	25	132,61	22,15	20,45	12,44	10,98	24,38	18,39	0,16	0,09	0,08	
<b>m</b>	//	<b>10,90</b>	<b>18,33</b>	<b>119,15</b>	<b>19,54</b>	<b>18,37</b>	<b>11,37</b>	<b>9,84</b>	<b>22,73</b>	<b>16,03</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>	
<b>σ</b>	//	<b>3,04</b>	<b>4,14</b>	<b>9,52</b>	<b>1,42</b>	<b>1,46</b>	<b>1,23</b>	<b>1,009</b>	<b>1,45</b>	<b>1,12</b>	<b>0,01</b>	<b>0,006</b>	<b>0,006</b>	
<b>CV%</b>	//	<b>27,88</b>	<b>22,58</b>	<b>7,98</b>	<b>7,26</b>	<b>7,94</b>	<b>10,81</b>	<b>10,25</b>	<b>6,37</b>	<b>6,98</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>8,57</b>	

# *Annexes III*

*Provenance et date  
d'abattage des animaux*

## Provenance et date d'abattage des animaux

N°	SEXE	AGE	POIDS	PROVENANCE	DATE
1	M	1 an	22-24	EL-KHROUB	05/11/12
2	F	≥5	13	AIN FAKROUN	21/11/12
3	F	≥5	12	//	21/11/12
4	F	4 mois	7	//	21/11/12
5	F	≥5	12	//	21/11/12
6	F	5 mois	6-7	AIN BAÏDA	09/12/12
7	M	10 mois	14.75	BBA	11/12/12
8	F	6-7 mois	7-8	AÏN KARCHA	13/12/12
9	M	6-7 mois	8-9	//	//
10	F	6-7 mois	7-8	//	//
11	F	6-7 mois	7-8	//	//
12	F	6-7 mois	7-8	//	14/12/12
13	M	6-7 mois	8-9	//	//
14	M	9-10 mois	11-12	//	//
15	F	9-10 mois	10-11	//	//
16	M	10 mois	13	AÏN FAKROUN	16/12/12
17	F	7 mois	8	TELAGHMA	//
18	F	4-5 ans	11	BATNA	06/01/13
19	M	4 mois	6-7	//	17/02/13
20	M	4 ans	20	AZZABA	17/02/13
21	M	4-6 mois	7,5	SETIF	24/02/13
22	F	4 ans	14	BBA	24/02/13
23	F	3 mois	5	RAS EL OUAD	24/02/13
24	M	4-6 mois	6	//	03/03/13
25	F	6 mois	6-7	//	//
26	M	6 mois	6-7	//	//
27	F	9 mois	10	AÏN OUALMEN	//
28	F	8 mois	11	//	//
29	F	42 mois	14	AZZABA	//
30	F	8-9 mois	7	AIN KARCHA	//
31	M	16 mois	14	//	08/03/13
32	F	1 an	12	//	//
33	M	3-4 ans	27	SETIF	//
34	M	3-4 ans	28	//	19/03/13 → 01/04/13
35	M	2 ans	16	//	//
36	F	18 mois	12	//	//
37	F	4 ans	16	//	//
38	F	4 ans	14	//	//
39	F	3 ans	12	//	//
40	F	4 ans	16	//	//
41	F	3-4 ans	13	//	//
42	F	3 ans	13	//	//
43	F	3 ans	13	//	//
44	F	33 mois	12	//	//
45	F	3 ans	12	SETIF	//
46	M	10 mois	11	SKIKDA	02/04/13 → 07/04/13
47	F	10 mois	9	//	//
48	F	42 mois	14	//	//
49	F	1 an	9,25	//	//
50	F	6 mois	8	//	//
51	M	8 mois	8-9	//	//
52	M	1 an	20	//	//
53	M	16 mois	12	SETIF	16/04/13
54	M	3 ans	15	//	//
55	M	18 mois	20	//	//
56	M	3-4 ans	28	//	22/04/13
57	F	18 mois	15	//	03/05/13
58	M	1 an	19	//	//
59	F	4 ans	15	BBA	08/05/13
60	M	3 ans	31	SETIF	21/07/13
61	M	3 ans	32	//	//
62	M	26 mois	28	//	//

# *Annexes IV*

*Valeurs de certaines mesures  
des métacarpes des  
populations ovines et caprines  
de référence*

**Valeurs de la grande longueur (GL), de la largeur proximale (Bp) du métacarpe et de l'indice de gracilité de la diaphyse (d/GL) des populations ovines et caprines de référence**

N°	Races et population	GL (mm)		Bp (mm)		d/GL	
		F	M	F	M	F	M
1	Belle Ile	120,66	-	25,04	-	12,06	-
2	Speckle face	121,10	-	25,10	-	13,20	-
3	Welsh Speckleface	122,00	-	25,40	-	12,54	-
4	Llanwenog	122,80	-	25,60	-	12,05	-
5	Blanc des Alpes	122,93	-	26,67	-	11,97	-
6	Mannech	124,64	136,20	26,63	27,86	11,15	11,73
7	Clun	125,68	136,54	26,21	30,44	13,31	14,57
8	Akkaraman	128,35	137,05	26,68	29,65	10,21	11,99
9	Brun noir du Pays	123,33	-	27,72	-	13,84	-
10	Vendéen	121,53	135,30	28,880	32,68	14,14	15,26
11	Suffolk	125,68	124,95	30,70	31,38	14,27	14,97
12	Texel	132,85	133,56	31,28	31,50	13,04	14,97
13	Portland	118,20	-	24,60	-	12,01	-
14	Herdwick	116,90	-	24,30	-	13,60	-
15	Welsh Mountain	113,95	-	22,75	-	11,51	-
16	Lande de Bretagne	120,28	124,75	25,04	24,01	12,06	11,54
17	Romanov	127,98	-	23,54	-	11,28	-
18	Heidschnucke	129,40	131,50	22,51	25,00	9,95	11,90
19	Soay	116,15	119,94	20,20	21,74	10,84	11,77
20	Shetland	105,20	126,80	21,20	25,20	10,74	11,83
21	Southdown	99,00	-	23,00	-	16,01	-
22	Ouessant	91,80	95,29	16,50	18,21	9,92	12,38
23	Iceland	139,60	-	24,80	-	11,39	-
24	Landais	139,93	152,00	25,41	28,12	9,82	9,57
25	Nilotique	147,58	147,83	25,10	26,66	8,19	9,23
26	Baladi	150,77	150,49	23,91	27,03	7,85	8,31
27	Tarasconnaise	142,93	-	28,53	-	11,04	-
28	Roux de Bagnes	143,39	-	30,65	-	12,76	-
29	Wensley Dale	147,00	-	31,60	-	13,13	-
30	Nez Noir du Valais	150,31	161,58	30,43	32,85	11,32	12,10
31	Mérinos Allemand	150,04	153,43	29,48	32,74	11,28	13,27
32	Charmois	-	116,60	-	27,10	-	14,41
33	Charolais	-	131,92	-	31,97	-	16,13
34	Mérinos de Rambouillet	-	141,70	-	28,80	-	12,74
35	Rouge de l'Ouest	-	142,30	-	32,12	-	14,10
36	Jacob	-	124,90	-	26,70	-	12,89
37	Norfolk Horn	-	138,60	-	33,30	-	13,49
38	Teeswater	-	142,00	-	29,50	-	14,09
39	Karaman	115,25	-	23,-56	-	11,57	-
40	Ouled djellal	157,1	160,7	28,2	29,2	10,0	10,4
41	Ovins étudiés par DAIKH	145,01	160,13	24,91	29,09	9,73	10,46
42	Caprins étudiés par DAIKH	113,46	110,31	24,24	24,72	13,09	13,69
43	Caprins autochtones	112,91	122,78	23,24	26,73	12,32	13,73

F : femelle.

M : mâle.

## Résumés

Cette étude a été réalisée sur des caprins de la population algérienne autochtone représentée par un échantillon de 62 individus. Pour chaque animal, le poids de carcasse, l'âge et le sexe ont été enregistrés. Cet échantillon est constitué de 26 mâles âgés de 4 mois à 4 ans dont le poids varie de 6 à 32 kg, et 36 femelles, âgées de 3 mois à plus de 5 ans dont le poids varie de 5 à 16 kg. Après l'abattage, les métapodes ont été prélevés (un métacarpe et un métatarse droits) donc l'échantillon a été formé de 124 métapodes droits qui ont été pesés et mesurés après cuisson et séchage (16 variables). Des indices de gracilité des os ont été calculés (6 indices). La variabilité et les corrélations entre variables ont été analysées et permettent d'isoler des mesures susceptibles de donner un aperçu global de l'étude des métapodes de caprins ainsi que des critères de découpage qui permettent de situer un individu par rapport à un ensemble de races.

Ce travail a pour but de comparer des populations méconnues ou fossiles aux populations caprines actuelles (pures ou croisées).

**Mots-clefs :** Ostéométrie, métacarpe, métatarse, chèvre.

This study was carried out on Algerian goats' population represented by a sample of 62 individuals. For each animal, the carcass weight, age and sex were recorded. This sample consists of 26 males aged between 4 months and 4 years whose weights range from 6 kg and 32 kg, and 36 females, aged 3 months to more than 5 years whose weights range from 5 kg between 16 kg. After slaughtering, the metapodials were collected (right metacarpal and metatarsal) so the sample was composed of 124 right metapodials they were weighed and measured after cooking and drying (16 variables). Slenderness indices of bones were calculated (6 indices). The variability and correlations between variables were analyzed and allow to isolate susceptible measurements to give an over view of the study of the metapordials of goats as well as various criteria for dividing the total population, that premitte to locate an individual relative to the whole races.

This aim work is to compare in known or fossil populations to present goat populations (pure or cross breed).

أجريت هذه الدراسة على عينة مكونة من 62 رأس ماعز. هذه الحيوانات تنتمي إلى مختلف السلالات الأصلية المتواجدة بالجزائر. وقد تم تسجيل وزن الذبيحة، العمر و الجنس لكل حيوان. هذه العينة تتكون من 26 ذكر، تتراوح أعمارهم من 4 أشهر إلى 4 سنوات و وزنهم يتراوح بين 6 و 32 كجم، و 36 أنثى، تتراوح أعمارهم بين 3 أشهر إلى أكثر من 5 سنوات ووزنهم يتراوح من 5 إلى 16 كجم. بعد الذبح، تم جمع العظام (عظمة المشط القائمة الأمامية و عظمة المشط القائمة الخلفية للجانب الأيمن) بحيث تتألف العينة من 124 عظمة مشط للجانب الأيمن. بعد عملية طهيها و تجفيفها يتم وزنها و أخذ قياساتها (16 متغيرات). كما تم حساب مؤشرات النحولة لهذه العظام (6 مؤشرات). وقد تم تحليل التباين والعلاقات المتبادلة بين هذه المتغيرات بعد دراستها و نقلنا من استخراج القياسات التي يمكن استعمالها في إطار مرجعي لدراسة عظام المشط عند الماعز و أيضا استخراج مميزات التي تسمح لنا التقسيم وبالتالي يمكننا تحديد أي ماعز بالنسبة إلى السلالات المتواجدة. كما يهدف هذا العمل لمقارنة مجموعة من الماعز الغير معروفة أو التي تنتمي إلى العصور القديمة ( يتم الحصول عليها من الحفريات) إلى مجموعات الماعز الحالية (نقية أو الهجينة).