



Thèse

2001

Public access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Ostéologie comparée des petits ruminants eurasiatiques sauvages et domestiques (genres Rupicapra, Ovis, Capra et Capreolus) : diagnose différentielle du squelette appendiculaire

Fernandez, Helena

How to cite

FERNANDEZ, Helena. Ostéologie comparée des petits ruminants eurasiatiques sauvages et domestiques (genres Rupicapra, Ovis, Capra et Capreolus) : diagnose différentielle du squelette appendiculaire. Doctoral Thesis, 2001. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:77284

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:77284>

Publication DOI: [10.13097/archive-ouverte/unige:77284](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:77284)

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

Last deposit update in Archive ouverte UNIGE on 15.03.2023 00:49

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES

Département de zoologie et biologie animale

Professeur L. Chaix

Ostéologie comparée des petits ruminants eurasiatiques sauvages et domestiques (genres *Rupicapra*, *Ovis*, *Capra* et *Capreolus*): diagnose différentielle du squelette appendiculaire

THÈSE

**présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès sciences, mention biologique**

par

Helena FERNANDEZ

de

Meyrin (GE)

Thèse N°

(Volume I: texte)

**Muséum d'histoire naturelle
Genève**

2001



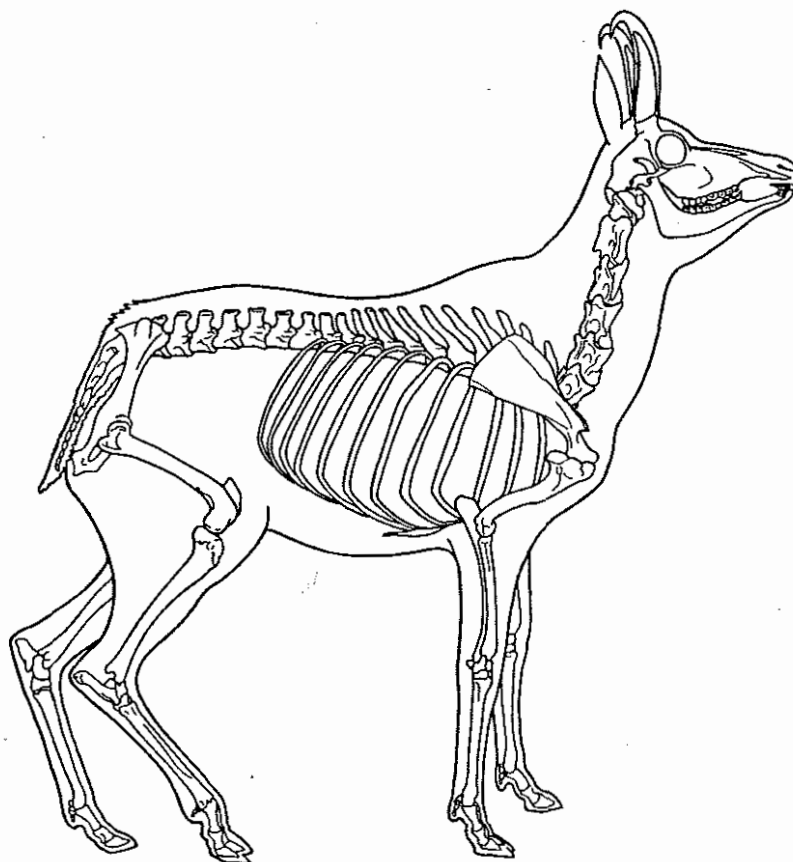
UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES

Département de zoologie et biologie animale

Professeur L. Chaix

Ostéologie comparée des petits ruminants eurasiatiques sauvages et domestiques (genres *Rupicapra*, *Ovis*, *Capra* et *Capreolus*): diagnose différentielle du squelette appendiculaire



THÈSE

présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès sciences, mention biologique

par

Helena FERNANDEZ

(Volume I : texte)

Muséum d'histoire naturelle

Genève 2001

*Don 1213
Sept. 2001*

GE Bib. Muséum hist. nat.



1061333101

A

Illustration de couverture: silhouette et squelette de chamois, dessin réalisé par Gilles Roth.

GPM 8708/1
R003089958

Cette thèse a été soutenue financièrement par:

Le Fonds National de la Recherche Scientifique Suisse

La Société Académique de l'Université de Genève

La bourse Jacques et Nathalie Lebedinsky

La Ville de Genève

A mes parents

Remerciements

Ce travail n'a pu être réalisé qu'avec la collaboration de plusieurs personnes, auxquelles je tiens à adresser mes plus sincères remerciements:

A Louis CHAIX pour m'avoir accueillie, avec sa jovialité légendaire, dans le Département d'Archéozoologie du Muséum d'histoire naturelle de Genève. C'est dans le riche environnement qu'il a su créer au sein de ce Département, tant du point de vue des collections ostéologiques de comparaison que des innombrables articles scientifiques et ouvrages de référence, que j'ai pu mener à bien mon travail. Pour m'avoir transmis une part de son expérience et de ses connaissances en archéozoologie, pour les innombrables questions auxquelles il a toujours volontiers répondu, pour avoir accepté sans problème le "squat" de son bureau et de son ordinateur, pour sa générosité et sa gentillesse, je lui suis profondément reconnaissante.

A Volker MAHNERT, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Genève, pour avoir accepté initialement la direction administrative de ce travail, pour la confiance qu'il m'a accordée et pour son soutien dans les différentes requêtes que j'ai été amenée à faire.

A Jean-Denis VIGNE et à Jean DESSE pour avoir accepté de faire partie du jury de thèse, et pour leur compréhension quant à la remise relativement tardive du manuscrit.

A Philippe MOREL qui m'a d'emblée proposé d'étudier les spécimens de caprinés de sa collection. Son enthousiasme et ses compétences dans les nombreux domaines d'intérêt que nous avons en commun, mais surtout sa chaleur et sa gentillesse me font regretter infiniment son absence définitive.

A Elsbeth BÜTTIKER qui m'a très gentiment accueillie au Muséum d'histoire naturelle de Berne et qui a mis à ma disposition les squelettes de la collection de comparaison.

A Joris PETERS et Henriette MANHART qui m'ont accueillie à l'Université de Munich et ont aimablement mis à ma disposition la collection ostéologique de leur Institut (Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin, Ludwig-Maximilians-Universität).

A Robert LE PENNEC qui nous a apporté un squelette de chamois découvert dans un gouffre du Jura, et qui l'a fait dater.

A Michaël LALLEMAND qui a réalisé les mesures des métapodes de moutons de la collection du Muséum de Genève, et me les a aimablement transmises.

A Jean DESSE qui m'a gracieusement transmis les mesures de bouquetin réalisées par lui-même et Louis Chaix.

A Michel GILLIOD pour sa collaboration concernant les estimations de l'âge des chamois d'après les étuis cornés et les dents.

A Jean-Marie ZUMSTEIN pour la préparation de nombreux squelettes et sa disponibilité pour tout problème relatif à la collection de comparaison. Il m'a en outre apporté une aide précieuse dans l'étude du matériel ostéologique de Munich, sur lequel il a réalisé la plupart des mesures.

A Gilles ROTH qui a réalisé tous les dessins des os; ce travail de longue haleine a nécessité une étroite collaboration et une compréhension mutuelle. Pour sa patience et pour le soin qu'il a apporté à la réalisation de ces dessins, je lui suis vivement reconnaissante.

A Florence MARTEAU pour les scans, les modifications et la mise en page de toutes les planches et figures, et pour la compétence et la patience avec lesquelles elle a réalisé ce gros travail. Merci aussi à Florence et à Bernard CERROTI pour le partage de leur frigo (et de son contenu), et pour leur gentillesse.

A Jacqueline STUDER, Claude OLIVE, Isabelle CHENAL-VELARDE, Patricia CHIQUET et Magali SCHWEIZER pour leur chaleureuse compagnie pendant toutes ces années, le partage de leur expérience en archéozoologie et les nombreuses idées échangées. Merci à Jacqueline STUDER pour la relecture attentive de certaines parties du manuscrit et pour ses conseils avisés, et à Magali SCHWEIZER pour avoir volontiers relu les parties les plus ingrates de ce travail.

A ma famille et à mes proches pour leur affection inconditionnelle et leur confiance. Merci en particulier à Daniel pour sa compréhension, sa patience quasi angélique et son soutien sans faille au cours de ces derniers mois éprouvants. Merci à mes parents pour leur soutien permanent et pour tout ce qu'ils m'ont apporté; ce travail leur est dédié.

ABREVIATIONS EMPLOYEES

cm.	centimètres
mm.	millimètres
kg.	kilogrammes
N	nombre d'observations (effectif)
m	moyenne
min.	minimum
max.	maximum
s	écart-type
CV	coefficient de variation
DT	diamètre transverse
DAP	diamètre antéro-postérieur
SCA	scapula
HUM	humérus
RAD	radius
ULN	ulna
FEM	fémur
TIB	tibia
TAL	talus
CAL	calcaneus
NAV	naviculo-cuboïde
MTC	métacarpe
MTT	métatarse
AD	de notre ère
BC	avant Jésus-Christ
BP	avant le présent (1960)
env.	environ
p.ex.	par exemple

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Objectifs et intérêt de ce travail.....	1
1.2. Présentation des espèces étudiées.....	3
2. ETUDE DES CARACTERES MORPHOSCOPIQUES.....	6
2.1. Ostéologie des petits ruminants.....	6
2.2. Matériel et méthodes.....	8
2.2.1. Matériel examiné.....	8
2.2.2. Description des caractères morphoscopiques.....	16
2.2.3. Présentation des critères.....	18
2.2.4. "Applicabilité" des critères.....	25
2.3. Humérus.....	27
2.3.1. Humérus: Corpus.....	27
2.3.2. Humérus: Clé des critères.....	28
2.3.3. Humérus: Description des caractères morphoscopiques.....	30
2.4. Radius et ulna.....	61
2.4.1. Radius et ulna: Corpus.....	61
2.4.2. Radius et ulna: Clé des critères.....	62
2.4.3. Radius et ulna: Description des caractères morphoscopiques.....	64
2.5. Fémur.....	117
2.5.1. Fémur: Corpus.....	117
2.5.2. Fémur: Clé des critères.....	118
2.5.3. Fémur: Description des caractères morphoscopiques.....	120
2.6. Tibia.....	151
2.6.1. Tibia: Corpus.....	151
2.6.2. Tibia: Clé des critères.....	152
2.6.3. Tibia: Description des caractères morphoscopiques.....	154
2.7. Talus.....	184
2.7.1. Talus: Corpus.....	184
2.7.2. Talus: Clé des critères.....	185
2.7.3. Talus: Description des caractères morphoscopiques.....	186
2.8. Calcanéus.....	210
2.8.1. Calcanéus: Corpus.....	210
2.8.2. Calcanéus: Clé des critères.....	211
2.8.3. Calcanéus: Description des caractères morphoscopiques.....	212
2.9. Naviculo-cuboïde.....	231
2.9.1. Naviculo-cuboïde: Corpus.....	231
2.9.2. Naviculo-cuboïde: Clé des critères.....	232
2.9.3. Naviculo-cuboïde: Description des caractères morphoscopiques.....	232

2.10. Métapodes	242
2.10.1. Métapodes: Corpus.....	242
2.10.2. Métapodes: Clé des critères.....	243
2.10.3. Métapodes: Description des caractères morphoscopiques.....	246
2.11. Caractères morphoscopiques: bilan et discussion	280
3. ETUDE DES CARACTERES METRIQUES	291
3.1. Matériel et méthodes	291
3.1.1. Description des mesures utilisées.....	291
3.1.2. Composition des échantillons.....	291
3.1.3. Age et sexe des individus	295
3.1.4. Méthodes	296
3.2. Proportions relatives des différents segments (stylopode, zeugopode et métapode)	298
3.2.1. Proportions des segments de membre chez les Caprinés	298
3.2.2. Discussion: signification des différences constatées.....	307
3.3. Gracilité (os longs)	313
3.3.1. Chamois et bouquetin.....	313
3.3.2. Mouton	317
3.3.3. Discussion: signification des différences constatées (chamois, bouquetin et mouton).....	324
3.3.4. Gracilité des métapodes: comparaison des genres <i>Ovis</i> , <i>Capra</i> et <i>Rupicapra</i>	325
3.4. Dimorphisme sexuel	327
3.4.1. Os longs.....	327
3.4.2. Scapula.....	336
3.4.3. Tarsiens: talus, calcanéus et naviculo-cuboïde	340
3.4.4. Discussions	343
3.5. Indices métriques	351
3.5.1. Scapula.....	351
3.5.2. Humérus (distum).....	361
3.5.3. Radius (proximum).....	369
3.5.4. Ulna (proximum).....	371
3.5.5. Tibia (distum).....	373
3.5.6. Talus	374
3.5.7. Calcanéus.....	375
3.5.8. Métapodes	376
4. ESTIMATION DE L'AGE INDIVIDUEL CHEZ LE CHAMOIS ET LE BOUQUETIN	383
4.1 Estimation de l'âge individuel d'après les stades d'éruption dentaire	383
4.2. Estimation de l'âge individuel d'après le comptage des anneaux d'âge des étuis cornés	385
4.3. Estimation de l'âge individuel d'après les stades de fusion des éléments du squelette postcrânien	387

5. DONNEES SUR LE CHAMOIS ACTUEL ET FOSSILE.....	399
5.1. Distribution géographique et diachronique du chamois.....	399
5.1.1. Répartition géographique.....	399
5.1.2. Paléontologie du chamois.....	399
5.1.3. Sites qui ont livré du chamois fossile.....	400
5.2. Données morphométriques sur les différentes populations de chamois.....	403
5.3. Dimensions squelettiques du chamois: comparaisons diachroniques et synchroniques.....	404
5.3.1. Dimensions du chamois des Alpes (<i>R.r.rupicapra</i>) à différentes périodes.....	407
5.3.2. Dimensions du chamois des Alpes (<i>R.r.rupicapra</i>) et de l'isard des Pyrénées (<i>R.p.pyrenaica</i>) au Pléistocène supérieur.....	409
5.3.3. Dimensions du chamois des Alpes (<i>R.r.rupicapra</i>) et du chamois des Apennins (<i>R.p.omata</i>) aux périodes mésolithique et néolithique.....	410
 6. CONCLUSION GENERALE.....	 413
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	 419
 ANNEXE: PHYLOGENIE DES CAPRINES.....	 441

1. INTRODUCTION

1.1. Objectifs et intérêt de ce travail

Le but initial de cette étude était de permettre une meilleure connaissance de l'ostéologie des éléments postcrâniens du chamois. La présence de cette espèce est généralement attestée, dans les sites paléontologiques ou archéologiques, grâce à la découverte de chevilles osseuses, caractéristiques. En revanche, il est probable que la présence du chamois est souvent ignorée lorsqu'il n'est représenté que par des fragments de squelette postcrânien, notamment lorsque ces restes sont peu abondants – ce qui est généralement le cas pour cette espèce. Les éléments du squelette postcrânien du chamois ressemblent en effet à ceux d'autres petits ruminants européens, sauvages ou domestiques: le mouton, la chèvre, le bouquetin et le chevreuil. Si le problème de la confusion du chevreuil et du bouquetin ne se pose pas en raison de leur différence de taille, ces deux espèces se situent généralement aux extrémités d'un continuum au sein duquel le critère de taille est inefficace et même dangereux, en raison des variations géographiques et chronologiques qui peuvent affecter les dimensions des animaux.

Afin de mettre en évidence les critères permettant de distinguer le chamois des autres petits ruminants, il s'est avéré nécessaire d'étudier de manière approfondie la variation des caractères chez toutes les espèces concernées. Ainsi, l'étude du squelette appendiculaire s'est étendue aux cinq espèces de petits ruminants déjà mentionnées. Ce travail d'ostéologie comparée est basé sur l'examen de squelettes de spécimens actuels, mais c'est dans une optique archéozoologique qu'il a été abordé; c'est en effet essentiellement cette discipline qui bénéficiera, du moins nous l'espérons, des connaissances acquises.

L'identification spécifique correcte des restes osseux animaux constitue une base essentielle à toute étude archéozoologique. En Europe, le problème de la distinction entre les petits ruminants domestiques (mouton et chèvre) et sauvages (chamois, bouquetin et chevreuil) est particulièrement aigu pour le Mésolithique, période de transition entre les cultures de chasseurs-cueilleurs et d'éleveurs-agriculteurs. Par ailleurs, la question de la distinction entre la chèvre et le mouton constitue un problème permanent pour l'archéozoologue confronté aux restes de caprinés domestiques. La discrimination de ces deux espèces est importante, car elles ont pu faire l'objet de modes d'exploitation différents

par les hommes préhistoriques. En outre, la question de l'origine des premières formes domestiques de chèvre et de mouton, loin d'être résolue, passe notamment par une meilleure connaissance des caractères squelettiques. Finalement, il faut également évoquer le fait que la connaissance des espèces exploitées par l'Homme constitue un élément de la reconstitution des paléo-environnements¹. Ainsi, la présence de chevreuil, animal forestier, possède une signification différente de celle du chamois ou du bouquetin, espèces typiques des milieux montagneux et escarpés.

Outre l'attribution spécifique des restes osseux, la connaissance du sex-ratio – qui passe par celle du dimorphisme sexuel des espèces – et la détermination de l'âge des animaux abattus constituent des éléments indispensables à une étude démographique de l'échantillon faunique; celle-ci permettra de révéler le mode d'exploitation (chasse spécialisée ou opportuniste, exploitation des animaux pour la boucherie ou pour d'autres produits, etc.) réalisé par les hommes préhistoriques.

La première partie de ce travail est consacrée à l'examen des caractères morphoscopiques susceptibles de permettre la discrimination des différentes espèces étudiées. Cette étude a porté sur les principaux éléments du squelette appendiculaire (humérus, radius, ulna, fémur, tibia, métapodes, talus, calcaneus et naviculo-cuboïde). L'examen approfondi des caractères discriminants est basé sur un nombre de spécimens suffisamment important pour rendre compte de la variabilité intraspécifique (due au sexe, à l'âge, ou à la variabilité individuelle). Les critères mis en évidence sont présentés de manière à permettre la diagnose différentielle.

Dans la seconde partie, nous abordons les caractères métriques; leur examen a porté sur les mêmes éléments anatomiques que ceux de l'étude morphologique, ainsi que sur la scapula. L'objectif principal était d'obtenir une meilleure connaissance de l'ostéométrie des éléments du squelette appendiculaire du chamois et du bouquetin, qui n'ont jusqu'à présent pas fait l'objet d'études approfondies. Plusieurs aspects ont été abordés: les proportions relatives des différents segments de membres, la gracilité des os longs et le dimorphisme sexuel. La plupart de ces questions ont également été abordées chez le mouton – bien que de manière moins approfondie – dans l'optique d'une meilleure compréhension de la variabilité intraspécifique.

Dans cette même section, nous passons en revue différents indices métriques; ces derniers, qui reflètent les proportions de parties d'os susceptibles d'être conservées dans

¹ voir par exemple DELPECH (1984, 1988, 1990).

les sites archéologiques, peuvent contribuer à la discrimination des différentes espèces. Les résultats obtenus mettent en évidence les cas favorables à l'utilisation de ces indices, mais montrent également les limites de leur maniement.

Une troisième partie aborde la question de l'estimation de l'âge chez le chamois et le bouquetin. La connaissance des âges individuels, obtenue indépendamment des dates de soudures squelettiques, nous a permis d'élaborer une table de fusion épiphysaire des principaux éléments de squelette postcrânien pour chacune de ces deux espèces. A notre connaissance, aucune donnée synthétique n'était jusqu'à présent disponible².

La quatrième et dernière partie de ce travail est consacrée à l'étude diachronique des dimensions du chamois des Alpes et à la comparaison des dimensions squelettiques de différentes sous-espèces de chamois. Malheureusement, le manque de données disponibles ne nous a pas permis d'approfondir ce sujet fort intéressant.

1.2. Présentation des espèces étudiées

Position taxonomique

Toutes les espèces étudiées sont des Mammifères de l'ordre des Artiodactyles et du sous-ordre des Ruminants. Leur désignation scientifique et leur position taxonomique sont données ci-dessous.

Famille des Cervidae, sous-famille des Capreolinae.

Chevreuil: *Capreolus capreolus* (Linné, 1758)

Famille des Bovidae, sous-famille des Caprinae

Chamois: *Rupicapra rupicapra* (Linné, 1758)

Bouquetin: *Capra ibex* Linné, 1758

Chèvre: *Capra hircus* Linné, 1758

Mouton: *Ovis aries* Linné, 1758

² Des indications sur la fusion des épiphyses chez le bouquetin figurent toutefois dans le travail de COUTURIER (1962).

Au sein de la sous-famille des Caprinae, on distingue traditionnellement quatre tribus (Saigini, Rupicaprini, Caprini et Ovibovini, d'après SIMPSON 1945). Selon cette classification, le bouquetin, la chèvre et le mouton appartiennent à la tribu Caprini, et le chamois à la tribu Rupicaprini. Cependant, la validité de ces tribus est actuellement remise en question par les acquis récents de la systématique moléculaire. On trouvera en **annexe** ("Phylogénie des Caprinae: synthèse des différentes études basées sur l'analyse des caractères morphologiques et moléculaires") une revue des connaissances actuelles concernant les relations phylogénétiques des différents genres de la sous-famille des Caprinae.

Le terme de capriné, traduction vernaculaire de Caprinae, permet de désigner conjointement – dans le cadre de notre étude – le chamois, le bouquetin, la chèvre et le mouton. Nous éviterons complètement les termes "ovicapriné" ou "ovicapridé" dont l'utilisation – pour désigner ensemble la chèvre et le mouton – constitue une aberration taxonomique. Nous utiliserons l'expression "caprinés domestiques" pour la chèvre et le mouton, et "caprinés sauvages" pour le chamois et le bouquetin.

Espèces et sous-espèces

La plupart des chamois examinés dans le cadre de cette étude appartiennent à la sous-espèce des Alpes (*Rupicapra rupicapra rupicapra*), mais quelques spécimens de chamois des Pyrénées ou isard (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*) et de chamois des Abruzzes (*Rupicapra pyrenaica ornata*) ont également fait l'objet d'observations³. De même, la plupart des bouquetins sont originaires des Alpes (*Capra ibex ibex*), mais nous avons également étudié des représentants du bouquetin de Sibérie (*Capra (ibex) sibirica*) et du bouquetin de Nubie (*Capra (ibex) nubiana*)⁴.

A propos de la nomenclature des formes sauvages et domestiques d'une même espèce zoologique

Le présent travail inclut également des spécimens de chèvre égagre ou chèvre à bézoar (*Capra aegagrus*), de mouflon oriental (*Ovis orientalis*), de mouflon corso-sarde⁵ (*Ovis musimon*) et d'argali (*Ovis ammon*).

³ Le genre *Rupicapra* est actuellement divisé en deux espèces: *R.rupicapra* et *R.pyrenaica*, incluant chacune plusieurs sous-espèces (LOVARI 1987; GRUBB 1993).

⁴ Le statut d'espèce accordé à ces deux taxons est davantage en accord avec les résultats des études les plus récentes (HARTL *et al.* 1990; MANCEAU *et al.* 1997, 1999).

⁵ Il s'agit d'un spécimen originaire de Sardaigne.

Concernant les deux espèces domestiques, nous avons délibérément adopté les noms scientifiques correspondant à l'usage le plus courant – notamment en archéozoologie – bien que leur attribution fasse l'objet de nombreux débats (GENTRY *et al.* 1996)^{6,7}. Par ailleurs, il est communément admis que la chèvre étagne est l'ancêtre des chèvres domestiques. D'un point de vue zoologique, il s'agit donc de la même espèce. Il en va de même pour le mouflon oriental et le mouton, le premier étant l'ancêtre du second. Le mouflon corso-sarde constitue un cas particulier. Cette race insulaire de petite taille était initialement considérée comme une espèce (ou sous-espèce) de mouflon sauvage. Cependant, plusieurs travaux ont montré l'origine domestique de ces animaux, ce qui constitue un bon exemple de marronnage (POPLIN 1979; VIGNE 1988). Pour reprendre les termes d'HELMER (1992, p.121), "*le mouflon de Corse représente (...) un type très proche, sinon identique, des premiers moutons arrivés en Méditerranée occidentale dans la deuxième moitié du VIIIème millénaire BP*".

Selon les règles définies par le Code International de Nomenclature Zoologique (RIDE *et al.* 1985), l'espèce *Ovis aries* inclut donc *orientalis* et *musimon*, et l'espèce *Capra hircus* inclut *aegagrus*. Mais puisque la question de la distinction entre espèces sauvages et domestiques n'a pas été tranchée, nous utiliserons, par commodité et suivant l'usage courant, les noms scientifiques propres à chacune des formes évoquées ci-dessus.

⁶ Cette référence correspond à une proposition parue dans le "Bulletin of Zoological Nomenclature"; de nombreux commentaires ont suivi, dans les numéros 53, 54, 55 et 56 de la même revue.

⁷ Concernant le débat général sur les noms scientifiques à attribuer aux formes domestiques, on trouvera également des arguments et propositions dans les contributions de DENNLER DE LA TOUR (1968), MINELLI (1993), UERPMANN (1993) et GAUTIER (1993, 1997).

2. ETUDE DES CARACTERES MORPHOSCOPIQUES

2.1. Ostéologie des petits ruminants

Principales études consacrées à l'ostéologie comparée des genres de petits ruminants inclus dans ce travail

Nous avons abordé l'étude des caractères morphoscopiques en nous basant sur les critères précédemment établis par d'autres auteurs, et en particulier par BOESSNECK *et al.* (1964) dans leur travail fondamental sur l'ostéologie comparée de la chèvre et du mouton.

Les critères mis en évidence par BOESSNECK *et al.* (1964) pour les principaux éléments du squelette postcrânien ont été testés par d'autres auteurs sur du matériel fossile (PRUMMEL & FRISCH 1986) ou actuel (CLUTTON-BROCK *et al.* 1990). L'étude réalisée par BOESSNECK *et al.* (1964) a également servi de point de départ pour la comparaison entre les deux espèces de caprinés domestiques et un autre représentant du groupe, comme le mouflon à manchettes (*Ammotragus lervia*) (GABLER 1985) ou le bharal (*Pseudois bharal*) (GÖTZE 1998). Le problème de la distinction entre le chamois et les deux formes domestiques a été abordé par Petra WOLFF (1975) dans le cadre de l'étude d'un complexe faunique comportant, outre des ossements de chèvre et de mouton, de nombreux restes de chamois. Plus récemment, PUCHER & ENGL (1997) ont repris certains des critères de WOLFF et en ont proposé de nouveaux.

Certains travaux ont porté sur l'ostéologie comparée d'un nombre restreint d'éléments anatomiques, voire d'un seul, chez plusieurs genres de petits ruminants – dont les deux espèces de caprinés domestiques ainsi que le chamois, le bouquetin et le chevreuil. Ces études ont été réalisées pour l'os coxal (LEMPPENAU 1964), le sacrum (BOESSNECK & MEYER-LEMPPENAU 1966) ainsi que les métapodes et les phalanges (BOSOLD 1968). Pour la scapula et l'humérus, HELMER & ROCHETEAU (1994) ont comparé les genres *Ovis*, *Capra*, *Rupicapra*, *Gazella* et *Capreolus*. Les carpiens et tarsiens ont fait l'objet d'une étude comparative incluant le bouquetin, le chamois, la saïga, le chevreuil et le renne (SLOTT-MOLLER 1987).

Nous avons également pris connaissance de descriptions plus ponctuelles concernant un couple d'espèces. Pour la chèvre et le mouton, il s'agit des études portant sur le tibia (KRATOCHVIL 1969) et sur la scapula (BUITENHUIS 1995). CREGUT-BONNOURE (1987) a

décrit les critères distinctifs du carpe et du tarse pour le tahr (*Hemitragus bonali*) et le bouquetin des Alpes (*C. ibex*). SARRION MONTAÑANA (1988) a mentionné quelques caractères du talus, du calcanéus et des métapodes pour la distinction entre la chèvre et le bouquetin des Pyrénées (*C. pyrenaica*). ALTUNA (1972) a repris quelques-uns des caractères de PRAT (1966) pour la distinction entre le chamois et le bouquetin, et les a testés sur les deux formes pyrénéennes.

La question des différences ostéologiques existant entre les Bovidés et les Cervidés a été abordée par HEINTZ (1970) et s'applique, dans le cadre de notre travail, à la distinction entre les caprinés et le chevreuil. Plusieurs éléments du squelette postcrânien du chamois et du chevreuil ont fait l'objet d'une description par BOUVIER (1966). PRAT (1966) a également mentionné quelques critères distinctifs pour les espèces sauvages de Cervidés et Bovidés européens, dont le chamois et le bouquetin.

Citation des différentes sources

Les critères mis en évidence par BOESSNECK *et al.* (1964) ont fait l'objet d'une description abrégée et simplifiée, dans une version publiée en anglais (BOESSNECK 1969). Ce n'est jamais à cette dernière que nous nous référons, mais bien à la version allemande originale (BOESSNECK *et al.* 1964). Dans leur publication, les auteurs se réfèrent à d'autres travaux qui ont contribué à l'établissement des caractères discriminants pour les genres *Ovis* et *Capra*⁸. Pour simplifier, nous citons généralement BOESSNECK *et al.* (1964) comme les "découvreurs" de tel ou tel critère et renvoyons le lecteur à leur travail pour la citation de la source originelle. Dans quelques cas seulement, nous nous référons directement à notre lecture de CORNEVIN & LESBRE (1891) et de PANISSET (1906), qui comptent parmi les références citées par BOESSNECK *et al.* (1964).

Dans le texte, nous utilisons les guillemets pour indiquer que nous reproduisons assez fidèlement la description d'un auteur. Cela ne signifie pas pour autant qu'il s'agisse d'une citation mot pour mot identique, car il a souvent été nécessaire de tronquer ou de simplifier une phrase, de présenter les éléments dans un ordre différent ou encore de modifier la terminologie ostéologique afin qu'elle soit compréhensible au lecteur. Lorsque l'original est rédigé dans une langue étrangère, nous avons tenté d'en donner une traduction fidèle mais claire. Afin de ne pas trop alourdir le texte, les travaux présentés ci-dessus ne font pas

⁸ Les contributions les plus importantes sont celles de CORNEVIN & LESBRE (1891) et de GROMOVA (1953, cité par BOESSNECK *et al.* 1964).

l'objet d'une référence comportant la date de publication, mais nous mentionnons les pages correspondant aux citations des différents ouvrages ou articles.

Terminologie ostéologique

La terminologie utilisée suit généralement BARONE (1976) et les *Nomina Anatomica Veterinaria* (1983). Dans certains cas, nous avons cependant jugé plus pertinent de conserver certains termes, plus usités en archéozoologie.

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Matériel examiné

L'étude des caractères morphoscopiques a porté sur les os longs (humérus, radius, ulna, métacarpe, fémur, tibia et métatarse), ainsi que sur certains tarsiens (talus, calcaneus, naviculo-cuboïde).

Corpus

Pour les caprinés, l'essentiel de notre corpus est constitué par les formes alpines de chamois (*R.r.rupicapra*) et de bouquetin (*C.i.ibex*) ainsi que les formes domestiques d'*Ovis* et de *Capra* – le mouton (*O.aries*) et la chèvre (*C.hircus*).

Notre matériel comprend de nombreux squelettes complets – du moins pour les éléments anatomiques étudiés – mais également des squelettes incomplets ou très incomplets (dans ce dernier cas, seuls un ou deux éléments sont représentés). Le **tableau 2.1** résume le nombre de spécimens disponibles pour les échantillons principaux (espèces ou sous-espèces les mieux représentées). La proportion de squelettes complets n'est pas la même pour tous les taxons; elle est par exemple très importante dans le cas du bouquetin, alors que notre corpus de chamois comporte davantage de squelettes incomplets.

Espèce	TOTAL	Complets	Incomplets	Très incomplets
<i>R.r.rupicapra</i>	91	59	28	4
<i>O.aries</i>	40	23	21	6
<i>C.hircus</i>	40	20	16	4
<i>C.i.ibex</i>	45	42	3	0
<i>C.capreolus</i>	30	14	14	2

Tableau 2.1. Corpus global (nombre maximum de spécimens) utilisé pour la quantification des caractères.

La provenance, le sexe et l'âge des spécimens étudiés sont détaillés dans les **tableaux 2.2-2.6**. Le corpus de base est constitué par les squelettes des collections du Muséum d'histoire naturelle de Genève (GE) et de celui de Berne (BE) ainsi que de la collection privée de Philippe Morel⁹ (MO). Il a été complété, pour l'examen de certains caractères, par des spécimens de la collection de Munich (MU) (Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin, Ludwig-Maximilians-Universität).

Nous avons examiné un nombre réduit de représentants d'autres espèces ou sous-espèces que celles indiquées dans le tableau 2.1 (ces spécimens sont en grisé dans les tableaux 2.2-2.6): chamois des Apennins (*Rupicapra pyrenaica ornata*), chamois des Pyrénées (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*), mouflon corso-sarde (*Ovis musimon*), mouflon oriental (*Ovis orientalis*), argali (*Ovis ammon*), chèvre égagre (*Capra aegagrus*), bouquetin de Sibérie (*Capra (ibex) sibirica*) et bouquetin de Nubie (*Capra (ibex) nubiana*). Les spécimens de chamois des Apennins, mouflon oriental et chèvre égagre sont tous originaires de parcs zoologiques. C'est également le cas de la plupart des bouquetins de la collection de Munich.

⁹ Cette collection appartient désormais au Musée d'archéologie de Neuchâtel (Laténium).

ESPECE	NUMERO	ORIGINE	PAYS	SEXE	SQUELETTE	STATUT	AGE
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.15	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	10 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.16	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	8 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.18	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	14ans1/2 - 15ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.20	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	14 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.25	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	14 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.28	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	7 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.29	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	12 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.31	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	11ans1/2 - 13ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.32	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	11 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.33	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	12ans1/2 - 14ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.34	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	8ans1/2 - 10ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.35	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	9ans1/2 - 10ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.36	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	13 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.38	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	10 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.42	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	14ans1/2 -16ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 10/81	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	12ans1/2 -13ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 11/78	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	9 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 88/93	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	17 ans et 10 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.17	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	5 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.21	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	8ans1/2 - 10ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.41	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	9 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 874/87	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 875/28	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	5-7 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 18/79	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	4 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 1935	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	4 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 35486	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	(4-6 ans)
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.01	Alpes	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	4 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.09	Alpes	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	6ans1/2 - 7ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.23	Alpes	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	> 4 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.26	Alpes	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	(5-8 ans)
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 3083	Alpes	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	3 ans - 12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.03	Alpes	Suisse	M	Incomplet	"adulte"	(3-4 ans)
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 16290	Alpes	Suisse	M	Incomplet	"adulte"	5 ans - 12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.08	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	> 2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 726/66	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	3 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE Engadine	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	> 4 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 18985	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	(3-5 ans)
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 4384	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	> 2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 5895	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	(8-12 ans)
<i>R.r.rupicapra</i>	MO D0178	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	> 2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 3483	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"adulte"	> 4 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.04	Alpes	Suisse	F	Très incomplet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 22487	Alpes	Suisse	-	Très incomplet	"adulte"	-
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.22	Alpes	Suisse	F	Complet	"subadulte"	3 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.43	Alpes	Suisse	F	Complet	"subadulte"	2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.14	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 604/90	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	3 ans env.
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.19	Alpes	Suisse	M	Incomplet	"subadulte"	2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.39	Alpes	Suisse	M	Incomplet	"subadulte"	4 ans env.
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 875/25	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"subadulte"	3 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 11785	Alpes	Suisse	-	Incomplet	"subadulte"	3 ans - 4 ans

Tableau 2.2. Corpus utilisé pour l'étude des caractères morphoscopiques: chamois des Alpes (*R.rupicapra rupicapra*), chamois des Pyrénées (*R.pyrenaica pyrenaica*) et chamois des Apennins (*R.pyrenaica ornata*).

ESPECE	NUMERO	ORIGINE	PAYS	SEXE	SQUELETTE	STATUT	AGE
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.37	Alpes	Suisse	F	Complet	"jeune"	1 an 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.40	Alpes	Suisse	F	Complet	"jeune"	1 an 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.44	Alpes	Suisse	F	Complet	"jeune"	1 an 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.30	Alpes	Suisse	M	Complet	"jeune"	2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 874/93	Alpes	Suisse	M	Complet	"jeune"	2-3 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 875/23	Alpes	Suisse	M	Complet	"jeune"	3 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 234/82	Alpes	Suisse	M	Complet	"jeune"	8 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 86/80	Alpes	Suisse	M	Complet	"jeune"	10-11 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 1058/55	Alpes	Suisse	-	Complet	"jeune"	5-6 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 1491/93	Alpes	Suisse	-	Complet	"jeune"	10 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 1491/94	Alpes	Suisse	-	Complet	"jeune"	5-6 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 847/54	Alpes	Suisse	-	Complet	"jeune"	4 mois - 15 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.05	Alpes	Suisse	-	Très incomplet	"jeune"	10 mois env.
<i>R.r.rupicapra</i>	GE Gd-Paradis	Alpes	Italie	-	Incomplet	"adulte"	-
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 20	Alpes	Allemagne	F	Complet	"adulte"	5 ans - 12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 5	Alpes	Allemagne	F	Complet	"adulte"	5 ans1/2 - 6 ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 9	Alpes	Allemagne	F	Complet	"adulte"	10 ans1/2 -11 ans1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 13	Alpes	Allemagne	F	Complet	"adulte"	4 ans - 12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 19	Alpes	Allemagne	F	Complet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 16	Alpes	Allemagne	M	Complet	"adulte"	5 ans - 12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 8	Alpes	Allemagne	F	Complet	"subadulte"	4 ans - 7 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 14	Alpes	Allemagne	M	Complet	"subadulte"	3 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 15	Alpes	Allemagne	F	Incomplet	"subadulte"	4 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 4	Alpes	Allemagne	M	Incomplet	"subadulte"	3 ans - 5 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 1	Alpes	Allemagne	M	Complet	"jeune"	2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 3	Alpes	Allemagne	M	Complet	"jeune"	15 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 11	Alpes	Allemagne	-	Complet	"jeune"	15 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.10	Vercors	France	-	Incomplet	"subadulte"	2 ans - 3 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 5083	Jura	Suisse	-	Complet	"adulte"	3 ans - 5 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 1603/66	Jura	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	10 ans - 12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE Fossile	Jura	Suisse	M	Incomplet	"adulte"	3 ans - 5 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.02	Salève	France	-	Complet	"jeune"	15 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	GE 351.27	Voirons	France	M	Incomplet	"subadulte"	3 ans - 5 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	MU 25	Captivité	-	M	Complet	"jeune"	2 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 2695	Captivité	-	F	Incomplet	"adulte"	12 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 1947	-	-	F	Complet	"adulte"	3 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO D1782	-	-	-	Très incomplet	"adulte"	> 4 ans 1/2
<i>R.r.rupicapra</i>	MO 1483	-	-	-	Incomplet	"subadulte"	2 ans - 3 ans
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 543/81	-	-	M	Complet	"jeune"	6 mois
<i>R.r.rupicapra</i>	BE 1940	-	-	-	Complet	"jeune"	4 mois
<i>R.p.pyrenaica</i>	GE 299/65	Pyrénées	-	F	Incomplet	"subadulte"	2 ans 1/2
<i>R.p.ornata</i>	MU 27	Captivité	-	F	Complet	"subadulte"	3 ans 1/2
<i>R.p.ornata</i>	MU 28	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	3 ans - 5 ans
<i>R.p.ornata</i>	MU 29	Captivité	-	F	Complet	"subadulte"	4 ans

Tableau 2.2 (suite). Corpus utilisé pour l'étude des caractères morphoscopiques: chamois des Alpes (*R.rupicapra rupicapra*), chamois des Pyrénées (*R.pyrenaica pyrenaica*) et chamois des Apennins (*R.pyrenaica ornata*).

ESPECE	NUMERO	RACE ou ORIGINE	PAYS	SEXE	SQUELETTE	STATUT	AGE
<i>Ovis aries</i>	GE 202.24	Kerma	Soudan	F	Complet	"adulte"	4 ans 1/2 env.
<i>Ovis aries</i>	GE 202.27	Kerma	Soudan	F	Complet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.33	Kerma	Soudan	F	Complet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.49	Kerma	Soudan	F	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.22	Kerma	Soudan	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.70	Kerma	Soudan	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.12	Kerma	Soudan	-	Très incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.21	Kerma	Soudan	F	Complet	"subadulte"	> 4 ans 1/2
<i>Ovis aries</i>	GE 202.23	Kerma	Soudan	F	Complet	"subadulte"	4 ans 1/2 env.
<i>Ovis aries</i>	GE 202.34	Kerma	Soudan	F	Complet	"subadulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.35	Kerma	Soudan	F	Complet	"subadulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.60	Kerma	Soudan	F	Complet	"subadulte"	> 3 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.46	Kerma	Soudan	M	Complet	"jeune"	2 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.20	Kerma	Soudan	M	Incomplet	"jeune"	8 mois env.
<i>Ovis aries</i>	GE 202.25	Kerma	Soudan	M	Incomplet	"jeune"	14 mois env.
<i>Ovis aries</i>	GE 202.26	Kerma	Soudan	M	Incomplet	"jeune"	8-9 mois
<i>Ovis aries</i>	GE 202.47	Kerma	Soudan	M	Incomplet	"jeune"	15-16 mois
<i>Ovis aries</i>	GE 202.62	Kerma	Soudan	M	Incomplet	"jeune"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.39	Kerma	Soudan	F	Très incomplet	"jeune"	12-13 mois
<i>Ovis aries</i>	GE 202.36	Kerma	Soudan	M	Très incomplet	"jeune"	5 mois 1/2
<i>Ovis aries</i>	GE 202.48	Kerma	Soudan	M	Très incomplet	"jeune"	12 mois
<i>Ovis aries</i>	GE 202.66	Tabo	Soudan	-	Très incomplet	"jeune"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.50	Karaman (Izmir)	Turquie	F	Complet	"subadulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.51	Karaman (Izmir)	Turquie	M	Complet	"subadulte"	> 4 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.11	Crète	Grèce	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.38	Palma de Mallorca	Espagne	-	Complet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.75	Nez noir du Valais	Suisse	F	Complet	"adulte"	3 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.69	Nez noir du Valais	Suisse	M	Complet	"subadulte"	3 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.76	Nez noir du Valais	Suisse	M	Incomplet	"subadulte"	2ans1/2 - 3ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.52	Nez noir du Valais	Suisse	M	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.72	Nez noir du Valais	Suisse	F	incomplet	"jeune"	14 mois env.
<i>Ovis aries</i>	GE 202.73	Nez noir du Valais	Suisse	F	Incomplet	"jeune"	14 mois env.
<i>Ovis aries</i>	GE 202.68	Brun noir du Pays	Suisse	F	Complet	"adulte"	8 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.67	Brun noir du Pays	Suisse	F	Incomplet	"jeune"	3-4 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 202.64	Roux du Valais?	Suisse	F	Complet	"adulte"	10 ans env.?
<i>Ovis aries</i>	GE 202.77	Roux du Valais	Suisse	F	Incomplet	"subadulte"	1 an 1/2
<i>Ovis aries</i>	GE 202.65	Blanc des Alpes X ?	Suisse	F	Complet	"subadulte"	3 ans env.
<i>Ovis aries</i>	GE 853/04	(Grisons)	Suisse	F	Complet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.37	Follatères (Valais)	Suisse	-	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.10	Haute-Savoie	France	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.40	Aven du Berger (Ain)	France	M	Incomplet	"jeune"	18 mois env.
<i>Ovis aries</i>	BE 95/65	M. des landes Lüneburg	Captivité	M	Complet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	MU 46	Rotkopfschaf	Captivité	F	Incomplet	"adulte"	> 6 ans
<i>Ovis aries</i>	MU 23	Skudde	Captivité	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 202.90	M. de l'Oberland grison	Captivité	F	Complet	"adulte"	9 ans
<i>Ovis aries</i>	MU 20	Mouton du Cameroun	Captivité	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	MU 27	Mouton du Cameroun	Captivité	M	Incomplet	"adulte"	10 ans
<i>Ovis aries</i>	GE 433/70	-	-	-	Très incomplet	"adulte"	-
<i>Ovis aries</i>	GE 767/40	-	-	M	Complet	"subadulte"	-
<i>Ovis aries</i>	BE 1948	-	-	M	Complet	"subadulte"	-
<i>O. musimon</i>	GE 844/24	Sardaigne	Italie	M	Complet	"adulte"	-
<i>O. orientalis</i>	MU 6	Captivité	-	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>O. orientalis</i>	MU 27	Captivité	-	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>O. orientalis</i>	MU 28	Captivité	-	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>O. ammon</i>	GE 203.01	Désert de Gobi	Mongolie	M	Complet	"adulte"	-

Tableau 2.3. Corpus utilisé pour l'étude des caractères morphoscopiques: mouton (*Ovis aries*), mouflon corso-sarde (*O. musimon*), mouflon oriental (*O. orientalis*) et argali (*O. ammon*).

ESPECE	NUMERO	RACE ou ORIGINE	PAYS	SEXE	SQUELETTE	STATUT	AGE
<i>Capra hircus</i>	GE 252.30	Nubienne (Kerma)	Soudan	F	Complet	"adulte"	> 5 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.44	Nubienne (Kerma)	Soudan	-	Incomplet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.03	Nubienne (Kerma)	Soudan	F	Complet	"subadulte"	4 ans 1/2 env.
<i>Capra hircus</i>	GE 252.02	Nubienne (Kerma)	Soudan	F	Complet	"subadulte"	5-6 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.04	Nubienne (Kerma)	Soudan	M	Complet	"subadulte"	4 ans 1/2 - 5 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.15	Nubienne (Tabo)	Soudan	F	Très incomplet	"jeune"	-
<i>Capra hircus</i>	Pétra I	Pétra	Jordanie	-	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	Pétra II	Pétra	Jordanie	-	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 610/74	-	Ethiopie	M	Complet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.07	Angora (Izmir)	Turquie	F	Complet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.06	Angora (Izmir)	Turquie	M	Complet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.58	Koroni	Grèce	-	Très incomplet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.32	Naine	Suisse	F	Complet	"adulte"	6 ans env.?
<i>Capra hircus</i>	GE 252.41	Naine africaine	Suisse	F	Complet	"adulte"	13 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.36	Naine du Tibet	Suisse	M	Incomplet	"subadulte"	3 ans env.
<i>Capra hircus</i>	GE 252.57	Naine du Tibet	Suisse	M	Incomplet	"jeune"	2 ans
<i>Capra hircus</i>	BE 1956	Blanche suisse	Suisse	F	Complet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.33	Chamoisée	Suisse	F	Complet	"adulte"	10 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.34	Chamoisée	Suisse	F	Complet	"adulte"	4 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.27	Chamoisée	France	F	Complet	"adulte"	12 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.35	Chamoisée	Suisse	M	Incomplet	"jeune"	9 mois
<i>Capra hircus</i>	GE 252.01	Alpine	France	M	Incomplet	"jeune"	2 ans env.
<i>Capra hircus</i>	MO 5390	Grisonne à raies	Suisse	F	Complet	"adulte"	9 ans
<i>Capra hircus</i>	BE 1156/92	Valaisanne à col noir	Suisse	F	Complet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.39	Noire et blanche VS	Suisse	M	Incomplet	"adulte"	25 ans?
<i>Capra hircus</i>	GE 252.08	Fionnay (VS)	Suisse	-	Incomplet	"jeune"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.05	Poitevine	France	F	Complet	"subadulte"	4-5 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.10	Haute-Savoie	France	F	Complet	"adulte"	4 ans env.
<i>Capra hircus</i>	GE 252.42	Haute-Savoie	France	-	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 252.09	Ain	France	F	Incomplet	"jeune"	7 mois env.
<i>Capra hircus</i>	GE 252.26	GE	Suisse	F	Complet	"adulte"	15 ans
<i>Capra hircus</i>	GE 252.12	-	-	-	Complet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	GE 601/21	-	-	F	Complet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 13588	Spéléo (BE)	Suisse	-	Très incomplet	"adulte"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 27587	Spéléo (OW)	Suisse	-	Incomplet	"jeune"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 11488	Spéléo (OW)	Suisse	-	Très incomplet	"jeune"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 25289	Spéléo (OW)	Suisse	-	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 27387	Spéléo (OW)	Suisse	-	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 27787	Spéléo (OW)	Suisse	F	Incomplet	"subadulte"	-
<i>Capra hircus</i>	MO 13885	Spéléo (URI)	Suisse	M	Incomplet	"jeune"	-
<i>C.aegagrus</i>	MU 1	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	9 ans
<i>C.aegagrus</i>	MU 2	Captivité	-	M	Complet	"(sub)adulte"	-
<i>C.aegagrus</i>	MU 3	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	-

Tableau 2.4. Corpus utilisé pour l'étude des caractères morphoscopiques: chèvre domestique (*C.hircus*) et égaire (*C.aegagrus*).

ESPECE	NUMERO	ORIGINE	PAYS	SEXE	SQUELETTE	STATUT	AGE
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.07	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	7-8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MO D3282	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	> 6 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 02	Alpes	Suisse	F	Complet	"adulte"	10 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.06	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 875/24	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	8 ans env.
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 876/50	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 1875	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 1946	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	MO 8095	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 876/52	Alpes	Suisse	F	Incomplet	"adulte"	> 6 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.02	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	7-8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.04	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	(8 ans)
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.11	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	7 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 876/51	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	6-8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MO D3182	Alpes	Suisse	M	Complet	"subadulte"	3-8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE Gd-Paradis	Alpes	Italie	M	Incomplet	"subadulte"	> 2 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MO 6394	Alpes	Suisse	F	Complet	"jeune"	2-7 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.01	Alpes	Suisse	M	Complet	"jeune"	3 ans 1/4
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.09	Alpes	Suisse	M	Complet	"adulte"	11 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 106/79	Alpes (ou Jura)	Suisse	F	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 85/80	Alpes (ou Jura)	Suisse	F	Complet	"adulte"	7 ans et 10 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 113/80	Alpes (ou Jura)	Suisse	M	Complet	"adulte"	9 ans et 11 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 167/82	Alpes (ou Jura)	Suisse	M	Complet	"adulte"	(13 ans 1/2)
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 294/77	Alpes (ou Jura)	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 767/36	Alpes?	Suisse	M	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 310/78	Alpes (ou Jura)	Suisse	M	Complet	"subadulte"	(12 ans)
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 308	Alpes (ou Jura)	Suisse	F	Complet	"jeune"	3-7 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	BE E84	Alpes (ou Jura)	Suisse	F	Complet	"jeune"	3-7 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	GE 255.12	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	16 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MO 7296	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	(10 ans env.)
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 19	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 24	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	> 7 ans 1/2
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 33	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	15 ans et 7 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 37	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	6 ans et 10 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 40	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	> 18 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 41	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	7 ans et 2 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 46	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	12 ans et 2 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 51	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	17 ans et 1 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 59	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	7 ans et 5 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 60	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	8 ans et 4 mois
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 65	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	BE David	Captivité	-	M	Incomplet	"adulte"	(12 ans env.)
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 08	Captivité	-	F	Complet	"subadulte"	> 8 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	MU 55	Captivité	-	F	Complet	"subadulte"	3 ans
<i>Capra ibex ibex</i>	BE 236/85	Captivité	-	F	Complet	"jeune"	11 mois env.
<i>C.(ibex) sibirica</i>	GE 255.05	Altai	Mongolie	M	Complet	"adulte"	8-10 ans
<i>C.(ibex) sibirica</i>	GE 912/94	-	Pakistan	M	Complet	"adulte"	6-10 ans
<i>C.(ibex) sibirica</i>	GE 912/95	-	Pakistan	M	Incomplet	"subadulte"	2-8 ans
<i>C.(ibex) sibirica</i>	GE 912/96	-	Pakistan	F	Complet	"subadulte"	2-8 ans
<i>C.(ibex) nubiana</i>	GE Nubiana	Pétra	Jordanie	F	Incomplet	"jeune"	-

Tableau 2.5. Corpus utilisé pour l'étude des caractères morphoscopiques: bouquetin des Alpes (*Capra ibex ibex*), bouquetin de Sibérie (*C.(ibex) sibirica*) et bouquetin de Nubie (*C.(ibex) nubiana*).

ESPECE	NUMERO	ORIGINE	PAYS	SEXE	SQUELETTE	STATUT	AGE
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.39	-	Allemagne		Incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.06	Hte-Savoie	France	M	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.36	Hte-Savoie	France	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.41	Hte-Savoie	France	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.33	Hte-Savoie	France	F	Complet	"subadulte"	1 an 1/2 env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.40	Hte-Savoie	France	M	Complet	"subadulte"	3 ans env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.10	Hte-Savoie	France	F	Incomplet	"jeune"	6 mois env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.08	Jura (Ain)	France	M	Incomplet	"jeune"	9 mois env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.09	Jura (Ain)	France	-	Incomplet	"jeune"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.38	Jura (Ain)	France	F	Incomplet	"jeune"	9 mois env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.01	Ain	France	M	Incomplet	"subadulte"	11-12 mois env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.34	Oise	France	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.35	Oise	France	F	Incomplet	"subadulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.17	Argovie	Suisse	M	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.03	Vaud	Suisse	M	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.04	Vaud	Suisse	F	Incomplet	"jeune"	7 mois env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.02	Genève	Suisse	F	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.25	Genève	Suisse	F	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.26	Genève	Suisse	M	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.31	Genève	Suisse	M	Complet	"subadulte"	1 an 1/2 env.
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.45	Captivité	-	F	Complet	"adulte"	2 ans?
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.07	-	-	F	Complet	"adulte"	3-4 ans
<i>C. capreolus</i>	GE 757/58	-	-	M	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	BE 138/77	-	-	M	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	BE 1931	-	-	F	Complet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.18	-	-	-	Incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 874/86	-	-	F	Incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1635/07	-	-	M	Très incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	BE 1/80	-	-	-	Très incomplet	"adulte"	-
<i>C. capreolus</i>	GE 1051.XX	-	-	-	Incomplet	"jeune"	-

Tableau 2.6. Corpus utilisé pour l'étude des caractères morphoscopiques: chevreuil (*C. capreolus*)

Afin de donner une idée globale, pour un individu particulier, du stade d'épiphysation¹⁰ de l'ensemble des éléments anatomiques, nous avons attribué à chaque spécimen un "statut" (tab. 2.2–2.6): un statut "adulte" correspond à une épiphysation complète de tous les éléments anatomiques étudiés (éventuellement, les soudures les plus tardives, réalisées au niveau des proximums tibial et huméral peuvent être en toute fin de réalisation). Le terme de "subadulte" s'applique lorsque certains éléments sont épiphysés et d'autres non, et celui de "jeune" lorsque aucun élément – sauf éventuellement la scapula – n'est épiphysé.

Pour le chevreuil et les deux espèces de caprinés domestiques, l'âge individuel a été donné tel qu'il est mentionné dans les collections, et nous n'avons pas cherché à le vérifier ou à le préciser (tab. 2.3, 2.4 et 2.6). Pour le chamois et le bouquetin, qui ont fait l'objet d'une étude plus approfondie (chapitre 4), les âges reportés dans les tableaux ont été estimés d'après le comptage des anneaux des étuis cornés, le stade d'éruption dentaire ou le stade

¹⁰ Nous avons renoncé à éviter les anglicismes – ou néologismes – "épiphysation" et "épiphysé".

d'épiphyse du squelette; lorsque les animaux sont issus de captivité, nous disposons même souvent d'un âge très précis (tab. 2.2 et 2.5).

La représentation des différentes classes d'âge et du sex-ratio varie en fonction de chaque espèce (tab. 2.2–2.6). Pour le mouton et la chèvre, on note une très nette sous-représentation des mâles adultes. Pour le bouquetin, la surreprésentation des mâles dans notre corpus de base a pu être compensée, pour certains critères, par l'ajout d'un corpus de femelles de la collection de Munich. Pour le chamois au contraire, le corpus complémentaire a encore augmenté le déséquilibre entre mâles et femelles, en faveur de ces dernières.

2.2.2. Description des caractères morphoscopiques

Sélection des caractères

Comme point de départ de cette étude, nous nous sommes largement inspirée des caractères présentés par BOESSNECK *et al.* (1964), de sorte que la très grande majorité des critères établis pour permettre la distinction entre la chèvre et le mouton ont pu être testés dans le cadre de notre travail. Les différences proposées par d'autres auteurs ont également été prises en compte, et ont ainsi pu être confrontées à nos observations. Enfin, de nombreux critères ont été mis en évidence pour la première fois au cours de notre étude.

Nous avons procédé à l'examen des différents caractères de manière systématique, pour chacun des éléments anatomiques étudiés. Une première série d'observations, portant sur un nombre limité de spécimens de chaque espèce, nous a permis de sélectionner les critères qui semblaient pertinents dans le cadre de notre problématique. Chaque spécimen a ensuite été examiné et les observations ont été relevées individuellement. Finalement, nous avons compté le nombre de spécimens de chaque espèce qui présentaient un aspect particulier et réalisé les pourcentages indiqués dans les tableaux de fréquences (**cf. p. 23**). Ces pourcentages avaient déjà été calculés avant d'ajouter les spécimens de la collection de Munich; si les nouvelles proportions obtenues étaient sensiblement différentes, nous l'avons mentionné.

Caractéristiques des pièces examinées

Les observations réalisées ont porté en majorité sur des éléments épiphysés mais également sur des pièces en cours de fusion ou non épiphysées. D'une manière générale, seules les pièces qui présentaient un bon état de conservation de la partie concernée ont été prises en compte. Ainsi, les parties non épiphysées – plus fragiles et donc davantage

sujettes à la destruction – ont été plus souvent exclues que les épiphyses complètement ossifiées. Lorsque le caractère concerné semblait encore mal différencié (chez un jeune spécimen), il a également été ignoré.

De même que nous avons employé, par commodité, les termes "adulte", "subadulte" et "jeune" pour décrire l'état d'épiphysation général du squelette, nous les utilisons pour décrire le stade d'ossification d'un élément. Chez les "adultes", la soudure épiphysaire est complètement terminée. Pour le stylopode et le zeugopode, le terme de "subadulte" s'applique lorsque seule l'une des épiphyses est complètement soudée à la diaphyse, alors que la fusion de l'épiphysse opposée (proximum ou distum) n'a pas débuté ou est en cours; pour les éléments qui ne possèdent qu'une seule épiphysse (scapula, calcanéus, métapodes), la fusion de cette dernière n'est alors pas réalisée. Les "jeunes" sont à un stade précoce d'épiphysation: ce terme s'applique obligatoirement à des pièces comportant au moins deux épiphyses, dont aucune n'est complètement ossifiée. La composition précise du corpus étudié – nombre total de spécimens et sex-ratio par "classe d'âge" correspondant à l'état d'épiphysation – est donnée au début de chaque chapitre consacré à un élément anatomique particulier, et la signification exacte des termes utilisés pour les différentes classes d'âge est également précisée.

Le fait d'avoir relevé individuellement chacune de nos observations nous a permis de prendre en considération l'incidence éventuelle, sur les fréquences observées, de facteurs comme l'âge, le sexe et l'origine des spécimens. Nous avons testé l'éventualité de différences dues à l'état d'épiphysation d'un élément en comparant les résultats obtenus pour les adultes avec ceux des spécimens subadultes et jeunes. De même, l'influence du dimorphisme sexuel a été évaluée en comparant les proportions obtenues pour les spécimens adultes mâles et femelles. Il faut toutefois noter que les corpus des deux espèces domestiques se prêtent mal à ce genre de considérations, notamment en raison du nombre insuffisant de mâles adultes. En outre, les mâles et les femelles peuvent appartenir à des races (ou origines) très différentes. Dans tous les cas où cela nous a semblé pertinent, nous avons également recherché l'existence possible de différences entre populations d'une même espèce. Rappelons toutefois que cela n'est pas notre objectif de départ et que, dans ce cas encore, la composition des corpus utilisés n'est pas adéquate. Chaque fois que nous avons décelé une influence de l'âge, du dimorphisme sexuel ou de l'origine des individus (pour les domestiques), nous l'avons mentionné.

Définition des critères

Chaque critère correspond à un caractère particulier (importance du développement d'une crête, angle formé par deux bords, présence ou absence d'une bosse, etc.), et chaque caractère peut présenter différents "aspects" ou "états" (crête très développée ou peu développée, angle aigu ou droit, bosse présente ou absente, etc.).

Nous avons tenté de décrire ces critères de la manière la plus claire possible, par des explications et surtout par des illustrations correspondant précisément aux différents aspects possibles. Le plus souvent, trois états ont été définis pour chaque caractère particulier. Par exemple, le caractère "développement de la tubérosité" peut présenter les aspects "faible", "intermédiaire" ou "fort". Dans ce cas, les états "faible" et "fort" correspondent à deux états opposés dits "extrêmes"; ils sont en principe faciles à distinguer et non ambigus. L'aspect intermédiaire, par définition, est moins tranché. Nous avons parfois défini quatre états en tout, dont deux sont intermédiaires et ressemblent davantage à l'un ou à l'autre des aspects extrêmes. Par exemple, dans la succession "très faible", "assez faible", "assez fort", "très fort", les aspects "assez faible" et "assez fort" correspondent aux états intermédiaires. Parfois, au contraire, deux états – par exemple "présent" ou "absent" – ont suffi pour décrire un caractère.

Dans le texte, les mots **en gras** correspondent à des descriptions d'états de caractères. La définition de certains critères – comme par exemple l'élévation plus importante de telle partie de l'os par rapport à telle autre – peut dépendre de la manière dont l'os est positionné. L'orientation "correcte" de l'os, telle que nous la définissons, est illustrée dans les planches correspondantes (il s'agit en fait d'orienter l'os selon son plus grand axe, comme pour prendre une mesure avec le pied à coulisse).

Deux ou plusieurs caractères sont parfois en relation les uns avec les autres. Il n'a pas toujours été possible de les présenter ensemble, mais nous avons toujours mentionné l'existence de liens.

2.2.3. Présentation des critères

A l'exception des métapodes, qui ont été regroupés à la fin de cette étude, les éléments squelettiques sont présentés dans l'ordre anatomique: humérus, radius, ulna, fémur, tibia, talus, calcaneus et naviculo-cuboïde. Pour chaque os, les critères sont présentés, autant que possible, de proximal à distal.

Nous avons cherché à réaliser une présentation des critères qui permette d'orienter le lecteur le plus efficacement possible vers son objectif – la détermination spécifique. L'utilisation de clés dichotomiques, telle qu'elle est souvent pratiquée en zoologie ou en botanique, a parfois pu être utilisée avec succès dans un contexte ostéologique (VIGNE 1995; BAILON 1999). Dans notre cas cependant, cette approche ne s'est pas avérée pertinente, et ce pour deux raisons. Premièrement, les différences entre les espèces étudiées – phylogénétiquement très proches pour ce qui concerne les caprinés – ne se manifestent généralement pas en termes de présence/absence, mais en termes de fréquences. Deuxièmement, les différents caractères ne varient pas de manière "concertée", et il est donc impossible de procéder de manière dichotomique avec cinq espèces différentes.

Dans le cadre de la discrimination entre deux espèces distinctes, certains critères sont plus utiles que d'autres, en ce sens qu'ils sont plus décisifs pour la détermination. L'intérêt d'un critère résulte finalement de deux propriétés: *i*) l'absence de confusion possible: l'aspect "caractéristique" que présente l'une des espèces n'a jamais été observé chez l'autre; *ii*) une fréquence d'apparition élevée de cet aspect caractéristique. Par exemple, si le caractère X a été observé chez 25% des moutons et chez aucun chamois, il semble que l'on dispose d'un critère intéressant car il peut permettre de désigner le mouton à l'exclusion du chamois¹¹; cependant, sa faible probabilité d'apparition diminue son utilité potentielle. Idéalement, la combinaison des deux propriétés mentionnées (*i*) et *ii*) aboutit à une situation de réciprocité: chacune des deux espèces peut présenter un aspect caractéristique qui n'a jamais été observé chez l'autre, et ces aspects caractéristiques ont une fréquence d'apparition élevée. Ce genre de situation est assez exceptionnelle dans notre contexte, et c'est pourquoi la plupart des critères établis ne peuvent qu'"éventuellement être utiles" pour permettre de discriminer les deux espèces concernées.

S'il est ainsi possible de hiérarchiser, dans une certaine mesure, les différents critères qui interviennent dans le cadre de la discrimination de deux espèces, cet exercice devient impossible lors de la prise en compte simultanée de plusieurs espèces. Un "bon" critère pour la distinction entre le chamois et le bouquetin peut s'avérer complètement inutile si l'on cherche à discriminer le chamois du mouton.

¹¹ pour autant que le corpus de chamois soit suffisamment important pour que l'on ait confiance dans les résultats obtenus.

Clé des critères: "mode d'emploi"

Les considérations qui précèdent nous ont finalement amenée à élaborer une "clé des critères" pour chacun des éléments anatomiques étudiés. Une telle clé est présentée au début de chaque chapitre consacré à un élément et doit permettre de guider le lecteur, en indiquant les critères les plus utiles dans le cadre d'une détermination particulière (par exemple pour discriminer le chamois du mouton). Chaque critère est désigné par une lettre et un numéro (p.ex. a1). Les lettres permettent de regrouper les critères par partie de l'os (proximum, diaphyse ou distum) et par vue. Le **tableau 2.7** présente comme exemple la clé des critères élaborée pour le distum de l'humérus; il est suivi des explications destinées à une utilisation optimale de cette clé.

HUMERUS - DISTUM					
Chevreuil / Caprinés		c3,e6,g1,g2			(1)
Chamois / Caprinés		c1,c4,e1,e2			(2)
Mouton / Caprinés		d1,d2,(e3)			
Chèvre / Caprinés		c9,d1			
Bouquetin / Caprinés		d3			
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		(c6),d4,f2,g2			(3)
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		c2,e7,(f4)			
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil	
Chamois	c1,c2,c4,(c5),d1,d2,e1,e2,(e3),e4,e5,e7,(f1),(f2),f3,f4,g1,g2	c1,c2,c4,c6,(c7),c9,d1,(d2),d4,e1,e2,(e4),e7,(e9),f1,f2,(f3),(f4),g2	c1,c4,(c6),c7,d3,d4,e1,e2,(e4),e5,(e6),(e9),(f1),f2,g1,g2	c2,c3,c4,c8,d1,d2,d4,e4,(e5),e6,(e9),f1,(f3),g1,g2	(4)
Mouton		c5,c6,c9,d1,d2,d4,e3,e4,(e8),(e9),(f1),f2,g2	c2,c4,c5,(c6),c7,d1,d2,d3,d4,e3,(e5),(e6),e7,(e9),f2,f3,f4,g2	c1,c3,(c8),d4,e1,e2,(e3),(e5),e6,(e9),f4,g1,g2	
Chèvre			(c2),(c4),(c6),d1,d3,(e6),e7,(e8),(f1)	(c1),c3,c5,c6,c7,(c8),d1,d2,e1,e2,e4,e6,f2,(f4),g1,g2	(5)

Tableau 2.7. Clé des critères pour le distum de l'humérus.

(1) Critères qui peuvent permettre de caractériser le chevreuil par opposition aux caprinés de même taille (c'est-à-dire sans tenir compte du bouquetin).

(2) Critères qui peuvent permettre de caractériser le chamois par opposition aux trois autres espèces de caprinés (mais pas forcément par rapport au chevreuil). De même, d'autres critères s'appliquent au mouton, à la chèvre et au bouquetin.

(3) Critères "de groupe" qui peuvent permettre de faire la distinction entre le chamois et le mouton d'une part, et la chèvre et le bouquetin d'autre part. Précisons que ces critères n'incluent pas ceux qui permettent seulement de distinguer, par exemple, le chamois du bouquetin ou le mouton de la chèvre. D'autres critères "de groupe" peuvent permettre de faire la distinction entre le chamois et le bouquetin d'une part, et le mouton et la chèvre d'autre part, c'est-à-dire entre caprinés sauvages et domestiques.

(4) Critères qui peuvent permettre de distinguer le chamois du chevreuil. Les critères présentés dans la première partie du tableau sont inclus dans cette seconde partie. Il en va de même pour les autres combinaisons possibles de couples d'espèces (chamois/mouton, mouton/chèvre, etc.). Nous avons volontairement omis le couple bouquetin/chevreuil, pour des raisons évidentes de différence de taille.

(5) Arbitrairement, nous avons défini trois "qualités" de critères, que l'on peut qualifier de très performants (caractère gras), plus ou moins performants (caractère normal) ou peu performants (entre parenthèses). Les règles utilisées pour définir ces catégories sont expliquées ci-dessous, mais le lecteur n'a pas à s'en préoccuper car elles n'ont été élaborées que pour réaliser une mise en évidence visuelle des critères présentés dans les clés. Pour un couple d'espèces¹², nous avons utilisé les codes suivants:

- **caractère gras:** lorsqu'un aspect particulier apparaît dans au moins 50% des cas chez une espèce et dans 0% des cas chez l'autre. Dans ce cas de figure, l'aspect discriminant est fréquent et le risque d'erreur est *a priori* nul.
- **caractère normal:** lorsqu'un aspect particulier apparaît dans plus de 33% des cas chez une espèce et dans moins de 10% des cas chez l'autre (l'aspect discriminant est plus ou moins fréquent, et un risque d'erreur existe).
- **entre parenthèses:** lorsqu'un aspect particulier apparaît: *i)* dans 25% à 33% des cas chez une espèce et dans moins de 10% des cas chez l'autre (l'aspect discriminant est assez peu fréquent et un risque d'erreur existe); *ii)* dans moins de 25% des cas chez une espèce et dans 0% des cas chez l'autre (l'aspect discriminant est peu fréquent mais le risque d'erreur est *a priori* nul).

"Stratégie" de détermination

Les critères indiqués en gras sont les plus efficaces; on peut donc les considérer en priorité. Les caractères indiqués entre parenthèses ne sont pas forcément les moins fiables, mais la probabilité qu'ils s'avèrent utiles est moins élevée que pour les deux autres catégories. Cependant, tous les critères méritent d'être pris en compte puisqu'il n'est pas possible de prévoir exactement leur efficacité, qui dépend de chaque situation.

La première partie de la clé (moitié supérieure du tableau 2.7) doit permettre une distinction assez rapide si la conservation de l'os permet d'utiliser les critères qui y figurent et si l'on est en présence d'une espèce relativement facile à identifier sur la base de la partie anatomique concernée. Dans l'exemple du distum huméral (tab. 2.7), le chevreuil et le chamois sont les espèces qui présentent, *a priori*, les meilleures chances d'être reconnues parmi toutes les autres. Le but des critères "de groupe" (chamois-mouton/chèvre-bouquetin

¹² Les mêmes principes ont été appliqués pour les groupes (chamois-mouton/chèvre-bouquetin et mouton-chèvre/chamois-bouquetin), avec quelques variations permettant de prendre en compte la notion de réciprocité.

ou mouton-chèvre/chamois-bouquetin) est de permettre éventuellement un premier tri relativement rapide. Bien entendu, des informations autres que morphologiques peuvent également permettre de réduire le champ des possibles (taille, contexte géographique ou chronologique).

Si la première étape a permis de faire une sélection, on peut passer à la seconde partie de la clé (moitié inférieure du tableau 2.7) pour tenter de discriminer les espèces potentielles restantes. Si l'on cherche par exemple à faire la distinction entre le chamois, le mouton et la chèvre – le bouquetin et le chevreuil étant d'ores et déjà exclus – on pourra considérer les trois cases situées en haut et à gauche (de la seconde partie du tableau) et rechercher les critères qui y apparaissent simultanément ou non. Dans tous les cas, il est évidemment possible de passer en revue, l'un après l'autre, les différents critères correspondant à la partie anatomique à déterminer.

La "stratégie" à appliquer pour aboutir à une détermination dépend donc des critères disponibles. Finalement, c'est le bilan de la combinaison d'un maximum de caractères qui permettra, le cas échéant, la diagnose.

Tableaux de fréquences: "mode d'emploi"

Pour chaque critère – et pour chaque espèce – nous avons calculé les proportions des différents états possibles d'un caractère. Afin d'expliquer certains codes utilisés, nous présentons ci-dessous deux exemples de critères (tab. 2.8 et 2.9), suivis des explications correspondantes.

HUM c4: Bord crânial du capitulum						
VUE DISTALE Pl.V		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B	Plat	2%	95%	10%*	0%	26%
C,D,E	Intermédiaire	57%	5%	90%	98%	74%
A	Très courbé	41%	0%	0%	2%	0%
C,E / D	Intermédiaire1 / 2	5% / 52%	5% / 0%	50% / 40%	16% / 80%	70% / 4%

Tableau 2.8. Critère c4 du distum de l'humérus.

HUM d4: Epicondyle latéral: développement en direction latérale						
VUE CAUDALE Pl.V		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Large	73%	34%	0%	0%	4%
B,D	Intermédiaire	27%	48%	7%	49%	39%
C,E	Etroit	0%	18%	93%	51%	57%
	très étroit	0%	2%	23%	4%	0%

Tableau 2.9. Critère d4 du distum de l'humérus.

- Pour chaque espèce, nous avons indiqué le nombre de pièces examinées. Ce nombre peut varier d'un critère à l'autre, et ce pour différentes raisons: *i)* certaines pièces sont abîmées et ne permettent pas l'observation du caractère, ou bien certains jeunes spécimens ont été exclus car la partie concernée n'est pas encore bien différenciée; *ii)* certains critères ont été définis ou modifiés après que l'étude des squelettes des collections de Berne et de Neuchâtel ait été réalisée, et n'ont pas pu être testés sur ce matériel; *iii)* seuls certains critères ont été vérifiés sur le matériel de la collection de Munich.
- Les tableaux présentent généralement deux aspects extrêmes (par exemple les aspects "plat" et "très courbé", tab. 2.8) et un aspect intermédiaire. Ce dernier peut être décomposé en un état "intermédiaire 1" et un état "intermédiaire 2", parfois désignés dans le texte par les abréviations I1 et I2. Dans l'exemple illustré par le tableau 2.8, l'aspect I1 se rapproche davantage de l'aspect "plat", et l'aspect I2 de l'aspect "très courbé". Si elle n'est pas évidente, la signification précise des aspects intermédiaires est expliquée dans le texte.
- Lorsqu'il existe, pour les aspects extrêmes, des différences de fréquences suffisamment importantes entre les espèces, trois catégories d'états sont mises en évidence, en fonction de leur fréquence d'apparition: *i)* inférieure à 10%, *ii)* comprise entre 10% et 33% et *iii)* supérieure à 33%. Une fois de plus, ces distinctions sont arbitraires et visent uniquement à

guider le lecteur. Dans le cas des exemples présentés, elles mettent en relief le fait que le critère c4 (**tab. 2.8**) concerne surtout la distinction entre le chamois et le mouton, alors que le critère d4 (**tab. 2.9**) peut par exemple s'avérer utile pour discriminer les représentants du genre *Capra* des deux autres espèces de caprinés. Afin de diminuer le risque d'erreur dû à une interprétation subjective, nous proposons de ne baser la détermination que sur les cas extrêmes. Ainsi, l'existence des cas intermédiaires correspond le plus souvent à une "marge d'incertitude".

- Les astérisques (*) signalent la présence de pièces correspondant à des individus "jeunes" ou "subadultes". Ces cas ne sont signalés que lorsqu'ils concernent tous les spécimens; dans l'exemple du critère c4 (**tab. 2.8**), on peut en déduire que, pour les trois chèvres qui présentent un aspect "plat", il s'agit d'humérus dont le proximum n'est pas épiphysé (car le distum est, sauf mention spéciale, toujours épiphysé).
- Le symbole ♣ renvoie à un complément de description. Dans l'exemple du critère d4 (**tab. 2.9**), il permet de préciser que pour une partie des spécimens qui présentent un aspect "étroit", on peut même dire qu'il s'agit d'un aspect "très étroit". Les pourcentages indiqués représentent la proportion de ces cas "très étroits" par rapport à la *totalité*, soit 23% des chèvres au total.
- Les lettres A-D situées dans la partie gauche du tableau renvoient aux illustrations réalisées pour les cinq espèces étudiées, et regroupées par planches. Ces lettres désignent les espèces dans l'ordre de leur présentation dans les tableaux (A = chamois, B = mouton, C = chèvre, D = bouquetin, E = chevreuil). Elles servent à indiquer quel état du caractère est illustré par quelle espèce: dans l'exemple du critère c4 (**tab. 2.8**), le mouton (B) illustre l'aspect "plat", le chamois (A) l'aspect "très courbé", la chèvre (C) et le chevreuil (E) l'aspect "intermédiaire 1" et le bouquetin (D) l'aspect "intermédiaire 2" (**cf. Pl. IV**). Certains aspects ne sont pas illustrés, et alors il n'y a pas de lettre dans la case correspondante.

Illustrations

Chaque dessin a été réalisé directement à partir de l'os entier. Pour les illustrations de chamois et de chevreuil, nous avons délibérément choisi les plus gros spécimens de notre collection. Pour le bouquetin au contraire, c'est toujours la plus petite femelle qui a été illustrée. Pour la chèvre et le mouton, nous avons sélectionné des pièces dont les dimensions correspondaient à celles des espèces sauvages.

Afin d'illustrer les aspects de caractères les plus fréquents pour une espèce donnée, chaque dessin a ensuite été modifié en prenant comme modèles les spécimens qui présentaient les aspects désirés. Le dessin final représente ainsi un "patchwork" de différents individus; il correspond en quelque sorte à l'os "idéal", qui illustre tous les traits caractéristiques d'une espèce donnée.

Afin de ne pas surcharger les illustrations, nous n'avons indiqué par des flèches que les aspects "extrêmes" (cf. p.ex. Pl. IV). Les aspects intermédiaires sont illustrés mais ils ne sont, en principe, pas désignés par des flèches. Les illustrations permettent une vision immédiate et synthétique des caractères discriminants. Mais les pourcentages indiqués sont là pour rappeler que les espèces se distinguent généralement par la fréquence relative des caractères plutôt que par leur présence/absence.

2.2.4. "Applicabilité" des critères

Les résultats quantifiés, présentés dans les tableaux de fréquences, ne sont valables que pour les espèces et sous-espèces à partir desquelles ils ont été calculés (cf. tab. 2.1). En effet, des différences peuvent *a priori* exister entre sous-espèces distinctes, et c'est pourquoi toute extrapolation devrait être considérée avec prudence. D'une manière générale, les critères que nous proposons ne devraient pas non plus être appliqués à de très jeunes individus.

Pour les espèces domestiques, certains des spécimens de notre corpus se démarquent beaucoup, par leur taille, des animaux des époques plus anciennes, et l'on pourrait s'interroger sur la légitimité de l'application à ces derniers de critères mis en évidence sur des animaux aussi différents. Toutefois, nous pensons que cette diversité constitue justement une garantie pour la mise en évidence des caractéristiques spécifiques. Autrement dit, l'hétérogénéité de notre corpus doit nous permettre de "dégager de la multitude des caractères individuels ou des caractères de race les caractères véritablement spécifiques" (CORNEVIN & LESBRE 1891). Pour ces deux formes domestiques, il faut également garder à l'esprit le fait que notre corpus, relativement réduit dans ce cas, ne peut prétendre à englober toute la variabilité existante. A cet égard, il importe de tenir compte de la comparaison de nos résultats avec ceux de BOESSNECK *et al.* (1964), et d'autres auteurs également.

Comme nous l'avons déjà mentionné, quelques spécimens ont fait l'objet d'observations ponctuelles (spécimens "complémentaires"). Les représentants des espèces ou sous-espèces *R.p.pyrenaica*, *O.musimon*, *O.ammon*, *C.nubiana* et *C.sibirica* ont été testés pour la plupart des critères d'un même élément anatomique, alors que les spécimens de *R.p.ornata*, *O.orientalis* et *C.aegagrus*, étudiés à Munich, n'ont fait l'objet d'un examen que pour une sélection de caractères – dont le nombre varie en fonction de l'élément anatomique considéré. Les observations réalisées sont mentionnées lorsqu'elles nous semblent d'un quelconque intérêt, en raison de la ressemblance ou au contraire de la différence par rapport

aux espèces proches. Compte tenu du nombre extrêmement restreint d'individus (de un à quatre par taxon), les données recueillies ne peuvent être généralisées à l'ensemble des représentants du taxon. La composition et le nombre des spécimens complémentaires sont précisés au début de chaque chapitre consacré à un élément anatomique particulier. Dans le texte, nous nous référons généralement à ces spécimens par leur nom spécifique ou sous-spécifique (*ornata*, *pyrenaica*, *orientalis*, etc.). Les expressions du type "chez *ornata*" sont à interpréter comme "chez les trois spécimens de *Rupicapra pyrenaica ornata* examinés", etc.

2.3. HUMÉRUS

2.3.1. Humérus: Corpus

Les classes d'âge ont été définies par rapport aux stades de fusion épiphysaire de l'humérus:

-**adultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le proximum et pour le distum.

-**subadultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le distum, mais est en cours ou n'a pas encore débuté pour le proximum.

-**jeunes**: la fusion épiphysaire est en cours ou n'a pas encore débuté pour le proximum, et n'est pas tout à fait terminée pour le distum.

Remarques – La soudure du distum huméral est précoce, alors que celle du proximum est plus tardive. Par conséquent, les individus "subadultes" sont fréquents dans notre corpus. Quelques jeunes moutons et chèvres ont également été inclus afin d'augmenter le corpus. Mais seule une minorité de spécimens non adultes ont contribué à l'examen des caractères du proximum.

	Adultes et (sub)adultes ¹³			Subadultes			Jeunes	Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	36 (+6)	21 (+5)	10 (+1)	15 (+5)	6 (+2)	4 (+3)	0	51 (+11)
<i>O.aries</i>	16 (+4)	12 (+3)	1 (+1)	13	7	6	6	35 (+4)
<i>C.hircus</i>	15	12	1	15	5	5	1	31
<i>C.ibex</i>	18 (+14)	7 (+14)	11	10	3	7	0	28 (+14)
<i>C.capreolus</i>	15	9	6	8	2	4	0	23

Tableau 2.10. Corpus étudié pour l'humérus: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Rupicapra pyrenaica ornata* (une femelle adulte et deux subadultes)
- 1 *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* (femelle subadulte)
- 3 *Ovis orientalis* (femelles adultes)
- 1 *Ovis musimon* (mâle adulte)
- 1 *Ovis ammon* (mâle adulte)
- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles adultes et un mâle (sub)adulte)
- 4 *Capra (ibex) sibirica* (une femelle et trois mâles, tous subadultes)
- 1 *Capra (ibex) nubiana* (femelle subadulte)

¹³ Spécimens chez lesquels seule une légère trace de la fusion persiste au niveau du proximum huméral; ils ont été regroupés avec les adultes car ce stade est très tardif.

2.3.2. Humérus: Clé des critères

HUMÉRUS - PROXIMUM				
Chevreuil / Caprinés		a1		
Chamois / Caprinés		a2,a5		
Mouton / Caprinés		(a1)		
Chèvre / Caprinés		(a3)		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	a1,a2,a3,(a4),a5, a6	a2,(a3),a5,a6	a1,a2,(a3),a4,a5	a1,(a2),(a3),a5
Mouton		(a1),a3,a4,(a6)	a6	a1,a2,(a3),(a4),a6
Chèvre			(a3),a4	a1,a2

HUMÉRUS - DIAPHYSE				
Chevreuil / Caprinés		b2		
Chamois / Caprinés		b3		
Mouton / Caprinés		-		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	b2,b3	b3	b3	b1,b2,b3
Mouton		b2	-	b2
Chèvre			-	b1,b2,b3

HUMÉRUS – DISTUM				
Chevreuil / Caprinés		c3,e6,g1,g2		
Chamois / Caprinés		c1,c4,e1,e2		
Mouton / Caprinés		d1,d2,(e3)		
Chèvre / Caprinés		c9,d1		
Bouquetin / Caprinés		d3		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		(c6),d4,f2,g2		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		c2,e7,(f4)		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	c1,c2,c4,(c5),d1, d2,e1,e2,(e3),e4, e5,e7,(f1),(f2),f3,f4, g1,(g2)	c1,c2,c4,c6,(c7), c9,d1,(d2),d4,e1, e2,(e4),e7,(e9),f1, f2,(f3),(f4),g2	c1,c4,(c6),c7,d3, d4,e1,e2,(e4),e5, (e6),(e9),(f1),f2,g1, g2	c2,c3,c4,c8,d1,d2, d4,e4,(e5),e6,(e9) f1,(f3),g1,g2
Mouton		c5,c6,c9,d1,d2,d4, e3,e4,(e8),(e9), (f1),f2,g2	c2,c4,c5,(c6),c7, d1,d2,d3,d4,e3, (e5),(e6),e7,(e9), f2,f3,f4,g2	c1,c3,(c8),d4,e1, e2,(e3),(e5),e6, (e9),f4,g1,g2
Chèvre			(c2),(c4),(c6),d1, d3,(e6),e7,(e8),(f1)	(c1),c3,c5,c6,c7, (c8),d1,d2,e1,e2, e4,e6,f2,(f4), g1,g2

Plusieurs indices concernant le distum huméral sont présentés dans la partie consacrée aux caractères métriques (§ 3.5.2).

2.3.3. Humérus: Description des caractères morphoscopiques

HUMERUS - PROXIMUM

HUM a1: Tubercule majeur: tubérosité latérale ¹⁴						
VUE LATÉRALE, P.I.I		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=38)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
E	Réduite	0%	0%	0%	0%	100%
A	Haute et étroite	45%	0%	18%	8%	28%
B,C,D,E	Intermédiaire	55%	85%	82%	90%	72%
	Large et basse	0%	15%	0%	2%	0%

Ce caractère a été pris en compte par BOUVIER (p.13) pour la distinction entre le chamois et le chevreuil: "La convexité du tubercule majeur est plus fortement développée, plus large, plus haute et plus massive chez le chamois que chez le chevreuil". Nos observations confirment en effet que, chez ce dernier, la tubérosité latérale apparaît nettement réduite relativement au reste du proximum, et notamment par rapport à la tête humérale.

La forme de la surface latérale peut également participer à la discrimination entre espèces de caprinés. BOESSNECK *et al.* (p.63) ont mentionné ce caractère pour la distinction entre la chèvre ("forme haute et étroite") et le mouton ("forme basse et large"), mais le jugent peu performant compte tenu de l'existence de formes intermédiaires.

Nous avons défini, de manière un peu plus précise, une tubérosité latérale **haute et étroite** comme étant plus haute que large, et une tubérosité **large et basse** comme étant plus large que haute. Nos résultats montrent que seule une minorité de chèvres et de moutons présentent ces deux aspects extrêmes. Chez la plupart des individus des deux espèces, la tubérosité n'est pas plus développée dans l'une ou l'autre de ses deux dimensions (aspect **intermédiaire**). Par ailleurs, nous avons observé une forme "large et basse" chez *ammon* et deux *orientalis*, alors qu'un autre *orientalis* ainsi que *musimon* présentent un aspect intermédiaire. Ce dernier aspect a également été observé chez les trois chèvres égagres.

¹⁴ Cette tubérosité est constituée par la convexité du tubercule majeur (*tuberculum majus pars caudalis*) ainsi que par la surface servant d'insertion au muscle infra-épineux (*facies musculi infraspinati*) (BARONE 1976).

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.31) ont examiné ce caractère chez les moutons soay (n=42), et ont constaté que 93% d'entre eux correspondent au type "mouton" ("tubérosité latérale large et basse") alors que 7% de cas sont intermédiaires avec le type "chèvre" ("tubérosité haute et étroite"). Ces différences avec nos résultats signifient peut-être que les soay sont particulièrement "typiques", mais peuvent également résulter d'une certaine subjectivité du critère - le type "mouton" reconnu par ces auteurs pourrait inclure un certain nombre de nos cas "intermédiaires".

Chez près de la moitié des chamois examinés, la tubérosité latérale est haute et étroite, ce qui est discriminant par rapport au mouton. Cet aspect a également été observé chez l'un des trois *ornata* (aspect intermédiaire chez les deux autres et chez *pyrenaica*), ainsi que chez l'un des quatre *sibirica* (aspect intermédiaire pour les autres spécimens).

La combinaison de ce critère avec le suivant (HUMa2) permet de faire la distinction entre le chamois et le mouton.

HUM a2: Tubercule majeur: bord proximo-caudal de la tubérosité latérale						
VUE LATÉRALE, P.I.I		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=19)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=36)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
A	Effacé	89%	5%	5%*	8%	59%
E	Intermédiaire	11%	0%	10%	22%	12%
C,D	Anguleux 🍏	0%	95%	85%	70%	29%
B	🍏 saillant	0%	53%	10%	17%	0%

Chez la grande majorité des chamois de notre corpus, les bords proximal et caudal délimitant la tubérosité latérale forment un angle obtus, ce qui correspond à un aspect **effacé**; cet aspect a également été observé chez deux des trois *ornata* et chez *pyrenaica*. Cette différence entre le chamois et les caprinés domestiques a également été mentionnée par PUCHER & ENGL (p.42); cependant, selon leur description du caractère chez le chamois, le contour de la surface latérale est très enfoncé dans l'os, et l'illustration qui en est faite (Abb.8b) n'est pas représentative de la majorité des individus. En effet, nous n'avons observé un aspect "fondu", caractérisé par un bord en continuité avec le contour du sommet du tubercule majeur, que chez 9% des chamois (ainsi que 18% des chevreuils et 5% des chèvres).

Chez les autres espèces de caprinés, le bord est généralement anguleux. La présence d'un angle **saillant** – c'est-à-dire aigu – est fréquente chez le mouton, et cet aspect a également été observé chez les trois *orientalis* ainsi que chez *musimon* (état intermédiaire

pour *ammon*). Nous n'avons pas non plus constaté de différences entre les chèvres domestiques et les égagres, qui présentent un aspect "anguleux" (non saillant) ou "intermédiaire".

Pour tous les caprinés à l'exception du chamois, la plupart des cas qui correspondent à un bord effacé sont des spécimens chez lesquels le processus de fusion du proximum avec la diaphyse n'est pas terminé. C'est le cas pour *nubiana* ainsi que pour l'un des *sibirica*, tous deux subadultes. Parmi les trois *ibex* qui présentent un aspect "effacé", on compte également un individu subadulte. Chez la chèvre, un jeune spécimen représente le seul cas "effacé" – et même "fondu". Pour le mouton, nous avons observé un aspect "effacé", voire "fondu", chez plusieurs jeunes dont l'état de fusion du proximum est très peu avancé (individus non comptabilisés). Ce critère devrait donc être utilisé avec prudence sur des humérus dont la fusion épiphysaire proximale n'est pas terminée.

HUM a3: Sommet du tubercule majeur: bord proximo-caudal						
VUE LATÉRALE, P.I.I		<i>R.rupicapra</i> (n=40)	<i>O.aries</i> (n=19)	<i>C.hircus</i> (n=17)	<i>C.ibex</i> (n=10)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
B	Incliné	0%	89%	6%	20%	12%
A,D,E	Intermédiaire	98%	11%	65%	80%	76%
C	Escarapé	2%	0%	29%	0%	12%
A / D	Intermédiaire 1 / 2	48% / 50%	0% / 11%	24% / 41%	40% / 40%	12% / 64%

HUM a4: Sommet du tubercule majeur: élévation						
VUE LATÉRALE, P.I.I		<i>R.rupicapra</i> (n=40)	<i>O.aries</i> (n=19)	<i>C.hircus</i> (n=17)	<i>C.ibex</i> (n=13)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
D	Peu élevé	7%	16%	0%	36%	0%
A,B	Intermédiaire	63%	79%	63%	64%	18%
C,E	Élevé	30%	5%	37%	0%	82%

BOESSNECK *et al.* (p.61-62) ont décrit l'aspect du sommet du tubercule majeur chez les deux caprinés domestiques: "Chez la chèvre, le tubercule majeur est étroit et élevé; il surplombe largement la tête humérale et la convexité du tubercule majeur. Chez le mouton, le tubercule majeur est plus large et se projette environ moitié moins haut que chez la chèvre au dessus du bord proximal de la convexité. En outre, le bord proximo-caudal est escarpé chez la chèvre et aplati chez le mouton."

Nous avons distingué deux composantes de l'aspect du sommet du tubercule majeur. Premièrement, l'inclinaison du bord proximo-caudal (critère a3): le bord peut être **incliné**, à 45 degrés environ, ou au contraire **escarpé**, c'est-à-dire qu'il s'élève presque verticalement.

Deuxièmement, l'élévation du sommet du tubercule majeur par rapport à sa convexité (critère a4): le sommet est **peu élevé** lorsque la distance qui le sépare du bord proximal de la convexité est inférieure à la moitié de la hauteur de la convexité; il est au contraire **élevé** lorsque cette même distance est à peu près égale à la hauteur de la convexité.

Nos résultats montrent que ces deux critères peuvent servir à la distinction entre les deux formes domestiques, mais s'appliquent également à d'autres espèces; la fréquence des cas intermédiaires limite toutefois leur utilité. En outre, les aspects observés varient très facilement avec le positionnement de l'os; pour permettre une comparaison avec nos observations, l'os doit donc être positionné comme sur nos illustrations (vue latérale, Pl.X). De plus, le proximum doit être bien conservé – ce qui n'est pas toujours le cas, même pour les pièces actuelles.

HUM a5: Sommet du tubercule majeur: petite dépression						
VUE LATÉRALE, Pl.I		<i>R.rupicapra</i> (n=47)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
A	Nette	34%	0%	0%	0%	6%
	Intermédiaire	43%	11%	4%	4%	6%
B,C,D,E	Absente	23%	89%	96%	96%	88%

Chez certains chamois, nous avons relevé la présence d'une petite dépression située en travers du tubercule majeur; celle-ci est plus ou moins bien marquée, et c'est en vue crânio-latérale qu'elle est le mieux visible. Chez l'un des trois *ornata* et chez *pyrenaica* nous avons observé un aspect intermédiaire, alors que chez les deux autres *ornata* cette dépression est absente.

HUM a6: Courbure du tubercule majeur en direction du tubercule mineur						
VUE CAUDALE Pl.II		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=25)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
A	Forte	67%	0%	18%	57%	53%
C,D,E	Intermédiaire	28%	4%	32%	26%	35%
B	Faible	5%*	96%	50%	17%	12%

BOESSNECK *et al.* (p.63) ont proposé ce critère pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, il n'est pas rare que le sommet du tubercule majeur se penche plus fortement au dessus du sillon intertuberculaire. Chez le mouton, la courbure au niveau médial est plus prononcée que chez la chèvre, mais le sillon

intertuberculaire, plus large, n'est pas autant recouvert par le tubercule majeur. Les deux tubercules ont ainsi tendance à former un anneau au dessus du sillon intertuberculaire chez la chèvre, mais pas chez le mouton. Toutefois, ce caractère est en partie estompé chez les chèvre naines, et l'on trouve des formes intermédiaires chez les moutons primitifs."

Afin de mesurer l'importance de la courbure du tubercule majeur au dessus du sillon intertuberculaire, nous avons distingué les aspects **fort**, **faible** et **intermédiaire** suivant que l'extrémité médiale du sommet du tubercule majeur se situe, respectivement, à l'aplomb de la moitié médiale du sillon, à l'aplomb de la moitié latérale du sillon ou à peu près à l'aplomb du milieu du sillon. D'après nos observations, ce caractère est très constant chez le mouton mais la variabilité existant chez la chèvre restreint grandement son utilisation dans le cadre de la distinction entre les deux formes domestiques. Par contre, ce critère peut s'avérer très utile pour distinguer le chamois du mouton.

D'après BOESSNECK *et al.*, la courbure de la partie médiale du sommet est davantage creusée chez le mouton que chez la chèvre (cf. *supra*); nous avons en effet constaté, chez la chèvre, le faible creusement de cette partie (Pl. II (B) et (C)).

HUMERUS - DIAPHYSE

HUM b1: Tubérosité deltoïdienne: développement (adultes)

VUE CRANIALE, Pl.III VUE LATÉRALE, Pl.I		<i>R.rupicapra</i> (n=37)	<i>O.aries</i> (n=19)	<i>C.hircus</i> (n=12)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=15)
A	Très marquée	54%	47%	58%	14%	20%
B,C,D	Intermédiaire	41%	42%	34%	47%	40%
E	Mousse 🍏	5%	11%	8%	39%	40%
	🍏 absente	0%	0%	0%	14%	0%

Selon GABLER (p.46), les deux espèces de caprinés domestiques diffèrent par l'aspect de la tubérosité deltoïdienne: "Cette tubérosité ressemble plutôt à une bordure chez le mouton alors que, chez la chèvre, elle prend la forme d'une surface rêche de forme triangulaire, légèrement voûtée."

La forme de la tubérosité nous a toutefois semblé très variable, et difficile à définir. Nous avons donc simplement considéré le développement plus ou moins important de la tubérosité deltoïdienne. L'un des états extrêmes correspond à la présence d'une tubérosité **très marquée**, c'est-à-dire formant un bourrelet épais et très saillant. A l'opposé, la tubérosité

peut être **mousse** – présentant un faible relief – voire **absente**. Les cas **intermédiaires** correspondent à la présence d'une tubérosité qui peut être saillante mais fine ou, au contraire, épaisse mais pas très saillante. Compte tenu de l'influence de l'âge sur ce critère (cf. *infra*), les résultats présentés dans le tableau ci-dessus concernent exclusivement des humérus dont la fusion du proximum avec la diaphyse est complètement terminée.

D'une manière générale, la variabilité constatée chez toutes les espèces limite fortement l'utilisation de ce critère. Les fréquences obtenues pour la chèvre et le mouton sont très similaires et ne permettent aucune discrimination. Concernant les formes sauvages, nous avons observé une tubérosité très marquée ou un aspect "intermédiaire" chez *Ovis (orientalis, musimon et ammon)*, et les aspects "mousse" ou "intermédiaire" chez les chèvres égagres.

Une influence du sexe sur le développement de la tubérosité latérale n'a pas pu être mise en évidence chez le bouquetin¹⁵. Une tubérosité très marquée a été observée chez tous les chamois mâles, mais également chez près de la moitié des femelles adultes de la même espèce. Pour le mouton et la chèvre, la variabilité des races et le nombre extrêmement réduit de mâles adultes dans notre corpus ne permet pas de prendre en compte la question du dimorphisme sexuel¹⁶. Nous n'avons pas constaté de différence entre les mâles et les femelles de chevreuil.

Par contre, la comparaison des résultats obtenus pour les adultes avec ceux basés sur un corpus réduit de subadultes – dont le proximum n'est pas complètement soudé à la diaphyse (tableau suivant) – révèle que le développement de la tubérosité deltoïdienne est manifestement lié à l'âge. Pour les subadultes, l'aspect "mousse" (voire absent) est majoritaire chez toutes les espèces, ce qui n'est jamais le cas pour les adultes. En outre, chez six jeunes moutons et une jeune chèvre (non comptabilisés dans le tableau), la tubérosité est également absente.

HUM b1: Tubérosité deltoïdienne: développement (subadultes)						
		<i>R.rupicapra</i> (n=24)	<i>O.aries</i> (n=14)	<i>C.hircus</i> (n=13)	<i>C.ibex</i> (n=14)	<i>C.capreolus</i> (n=8)
	Très marquée	21%	7%	0%	0%	0%
	Intermédiaire	12%	14%	8%	14%	0%
	Mousse	67%	79%	92%	86%	100%
	absente	12%	50%	46%	43%	100%

¹⁵ qui présente un dimorphisme sexuel de taille marqué (cf. § 3.4).

¹⁶ Mais certaines observations ne vont pas dans le sens de l'existence d'une différence sexuelle: les 11% de cas correspondant à un aspect mousse chez le mouton sont deux béliers du Soudan, alors que le développement de la tubérosité est de "très marqué" à "mousse" chez six femelles de la même origine.

Pour le bouquetin, nous avons observé de nombreux spécimens adultes chez lesquels la tubérosité est d'aspect "intermédiaire" ou "mousse", et manifestement en cours de formation; cela signifie que, chez cette espèce au moins, le développement de la tubérosité deltoïdienne se poursuit après que la fusion épiphysaire proximale soit achevée. Une tubérosité en cours de formation a également été observée chez *ammon* (mâle adulte).

HUM b2: Crête humérale (adultes)						
VUE CRANIALE, Pl.III		<i>R.rupicapra</i> (n=35)	<i>O.aries</i> (n=19)	<i>C.hircus</i> (n=12)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=14)
E	Très faible	0%	0%	8%	0%	79%
A,C,D	Intermédiaire	94%	37%	84%	89%	21%
B	Aiguisée	6%	63%	8%	11%	0%
	Intermédiaire 1 / 2	8% / 86%	5% / 32%	42% / 42%	25% / 64%	21% / 0%

La crête humérale forme le prolongement distal de la tubérosité deltoïdienne et s'atténue progressivement en direction de l'extrémité distale de l'humérus. En fait, cette crête est **très faiblement marquée** chez le chevreuil, et ainsi la diaphyse présente une section arrondie qui la distingue de celle des caprinés.

BOESSNECK *et al.* (p.61) ont proposé ce critère pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "La crête humérale est plus aiguisée chez le mouton alors qu'elle est émoussée, arrondie, presque indistincte chez la chèvre."

Chez de nombreux moutons, il existe effectivement une crête **aiguisée** et la diaphyse présente une section triangulaire caractéristique, avec des bords pentus et aplatis, en particulier le bord médial. BOESSNECK *et al.* ont fait remarquer que la crête humérale est souvent moins bien marquée chez les moutons primitifs. Mais parmi les moutons soay (n=42) étudiés par CLUTTON-BROCK *et al.* (p.31) pour ce caractère, 83% sont de type "mouton" ("la forme de l'arête est aiguisée et voûtée") alors que 17% sont intermédiaires avec le type "chèvre" ("cette partie est émoussée et rectiligne, devenant indistincte dans sa partie distale").

Concernant la chèvre, nous avons constaté que la très grande majorité des spécimens examinés présentent une crête humérale distincte, bien qu'elle ne soit pas particulièrement aiguisée (état **intermédiaire**). Même si nous regroupons les spécimens qui présentent un aspect "très faible" et "plutôt faible" (état **intermédiaire 1**), le pourcentage de chèvres qui correspondent à la description de BOESSNECK *et al.* n'est que de 50%. Il est difficile de dire si

ces divergences de résultats sont dues à une interprétation subjective ou à la différence de composition des corpus utilisés.

Chez les *Ovis* sauvages, nous avons observé une crête aiguisée (*ammon* et *orientalis*) ou un aspect intermédiaire (*musimon* et *orientalis*). Comme la plupart de nos chèvres domestiques, les trois égagres présentent un aspect intermédiaire.

Nos résultats ne suggèrent pas l'existence d'un dimorphisme sexuel. A propos de la variabilité intraspécifique, le seul fait remarquable concerne la chèvre: l'aspect "aiguisé" a été observé seulement chez trois femelles du Soudan¹⁷, et le seul spécimen qui présente un aspect "très faible" est également d'origine africaine (Ethiopie). L'âge ne semble pas non plus avoir une influence importante sur le développement de la crête humérale, comme le montrent les observations réalisées sur un corpus réduit de subadultes (tableau suivant). La fréquence de l'état "aiguisé" diminue toutefois chez le mouton et, parmi six jeunes spécimens (non comptabilisés dans le tableau), un seul présente une crête aiguisée (aspect "plutôt aiguisé" pour les cinq autres).

HUM b2: Crête humérale (subadultes)					
	<i>R.rupicapra</i> (n=26)	<i>O.aries</i> (n=14)	<i>C.hircus</i> (n=13)	<i>C.ibex</i> (n=14)	<i>C.capreolus</i> (n=8)
Très faible	4%	0%	0%	7%	88%
Intermédiaire	92%	64%	85%	79%	12%
Aiguisée	4%	36%	15%	14%	0%
Intermédiaire 1 / 2	42% / 50%	7% / 57%	23% / 62%	7% / 72%	12%

¹⁷ deux spécimens adultes et un subadulte; le seul autre spécimen du Soudan, un mâle, présente un aspect "plutôt aiguisé".

HUM b3: Position du trou nourricier						
VUE CAUDALE, Pl.II		<i>R.rupicapra</i> (n=61/55)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=30/29)	<i>C.ibex</i> (n=41/37)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Caudal	36%	5%	0%	0%	9%
B,E	Caudo-latéral	46%	71%	10%	17%	82%
C,D	Latéral	8%	24%	87%	73%	9%
	Autre	10%	0%	3%	10%	0%
A	Proximal	60%	0%	0%	0%	0%
	Médian	24%	8%	0%	0%	11%
B,C,D,E	Distal	16%	92%	100%	100%	89%

Nous avons considéré la position du trou nourricier selon les axes proximo-distal et médio-latéral de l'humérus. Selon le premier axe, le foramen peut être **proximal**, **médian** ou **distal** suivant qu'il se situe, respectivement, dans la partie proximale, médiane ou distale de la diaphyse. Selon le second axe, un trou nourricier **caudal** est positionné sur une ligne médiane séparant en deux parties égales la face caudale de la diaphyse; un trou **latéral** est situé tout au bord latéral de la face caudale – donc juste encore visible en vue caudale – et un trou **caudo-latéral** se trouve sur la face caudale, à environ mi-chemin du bord latéral et du milieu de la diaphyse.

Chez les cinq espèces, le foramen principal se trouve généralement dans la région caudale de la diaphyse, au niveau de l'une des trois zones décrites ci-dessus (première partie du tableau HUMb3). Dans les rares cas "**autres**", chez lesquels le trou nourricier est absent de cette région, nous l'avons trouvé sur la face crâniale (chamois 10%, bouquetin 7% – et un *sibirica*), médiale (bouquetin 3%) ou latérale (chèvre 3%), toujours dans la partie distale de la diaphyse. Il nous est également arrivé d'observer un foramen bien développé situé à un endroit inhabituel, mais de constater qu'il en existait également un autre, situé celui-là en position "standard". Cela a été le cas pour un bouquetin (trou caudal et médian) une chèvre (trou caudo-latéral mais proximal), et un chevreuil (trou caudal et médian). Ces trous "supplémentaires" n'ont pas été comptabilisés dans les tableaux. La position par rapport à l'axe proximo-distal (seconde partie du tableau) n'a été comptabilisée que pour les trous nourriciers situés dans la région caudale de la diaphyse – à l'exclusion des cas "autres".

Un trou nourricier proximal a été observé chez plus de la moitié des chamois de notre corpus et jamais chez les autres espèces. De plus, le foramen se trouve souvent en position caudale chez le chamois, ce qui représente également une différence par rapport aux autres espèces. La position du trou nourricier peut donc constituer un très bon caractère distinctif du chamois. Cependant, dans un nombre de cas non négligeable, nous

avons constaté la présence d'un trou nourricier médian, voire distal, et déplacé en direction latérale. On ne peut donc affirmer, comme une règle générale pour le chamois, que le trou nourricier est "très haut placé sur la diaphyse et en position complètement caudale" (HELMER & ROCHETEAU, p.17). Et ce d'autant plus que lorsque le trou nourricier est latéral, ou caudo-latéral, il est en même temps souvent médian ou distal, ce qui correspond à la situation chez les autres espèces.

Chez *pyrenaïca*, le trou nourricier est proximal et caudal, comme c'est le plus souvent le cas pour nos chamois des Alpes. Par contre, nous n'avons trouvé un foramen à cet endroit chez aucun des trois *ornata*: deux spécimens présentent un trou nourricier distal (il s'agit en fait dans les deux cas d'un trou plus petit que d'ordinaire et déplacé, dans un cas sur la face latérale et dans l'autre sur la face médiale) et le troisième un trou nourricier médian et déplacé vers la face latérale (également peu développé). Le critère mériterait donc d'être testé pour différentes sous-espèces ou populations de chamois.

Le trou nourricier se trouve en situation distale chez toutes les chèvres et pratiquement tous les moutons que nous avons étudiés. C'est également ce qui a été rapporté par BOESSNECK *et al.* (p.64), qui notent cependant des exceptions correspondant à une position "un peu proximale par rapport au milieu de la diaphyse". Nous n'avons pas constaté de tels cas, mais le trou nourricier est en situation médiane chez 8% des moutons de notre corpus.

Selon BOESSNECK *et al.* (p.64), la position du trou nourricier selon l'axe horizontal peut éventuellement permettre de distinguer les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le mouton, le foramen se trouve sur la face caudale, généralement plus près du bord latéral. Chez la chèvre, il peut se trouver dans la même région mais davantage dans la zone de transition entre les faces caudale et latérale, ou même carrément sur la face latérale. Dans ce cas, la détermination d'après ce critère n'est pas sûre. Le foramen peut également être situé dans la zone de transition entre les faces crâniale et médiale, et la détermination est alors facile. Le plus souvent, il y a un trou à chacun de ces deux endroits (latéral et médial), mais l'un des deux est minuscule". Autrement dit, seule une situation médiale du trou nourricier chez la chèvre peut permettre une distinction sûre entre les deux espèces. Nous n'avons pas relevé de tels cas chez la chèvre, car il existe toujours un autre trou nourricier mieux développé, situé dans la partie caudale ou latérale, et c'est celui que nous avons comptabilisé. HELMER & ROCHETEAU (p.17) ont également décrit une position "très latérale chez *Capra*, plus caudale chez *Ovis*". Mais nos résultats montrent que, bien que les

fréquences varient chez chacune des deux espèces dans le sens annoncé par les auteurs cités, le caractère ne permet pas de distinguer de manière sûre entre la chèvre et le mouton.

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.31) ont testé ce critère sur les moutons soay (n=42) et ont constaté que 76% sont de type "mouton" ("trou nourricier situé dans la partie postérieure de la diaphyse"), 19% sont de type "chèvre" ("trou nourricier décalé vers la face latérale de la diaphyse") et 5% sont "intermédiaires". Il est probable que le type "mouton" comprend, au moins en partie, des cas correspondant à notre état "caudo-latéral", mais la divergence entre ces résultats et les nôtres soulèvent la question de l'existence éventuelle d'une variabilité intra-spécifique. Parmi les moutons examinés, les deux seuls spécimens qui possèdent un trou nourricier en position caudale proviennent du Soudan. Cependant, la plupart des moutons de la même origine, c'est-à-dire douze autres individus, présentent un trou nourricier en position caudo-latérale (10 spécimens) ou latérale (2 spécimens).

Chez les formes sauvages d'*Ovis*, nous avons observé la présence d'un trou nourricier toujours distal, et en situation caudale-latérale ou latérale. Chez les trois chèvres égagres le foramen est également distal, latéral chez deux individus mais situé sur la face médiale pour le troisième. Pour le bouquetin des Alpes, les observations de COUTURIER (1962, p.132) confirment la constance de la position distale du trou nourricier, ce qui est également le cas pour les spécimens de *sibirica* et *nubiana* examinés.

HUMERUS - DISTUM

HUM c1: Contour médial du distum¹⁸: profil et position par rapport au bord crânio-médial de la trochlée

VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Décalé	80%	0%	11%	2%	56%
C,E	Intermédiaire	20%	38%	70%	27%	35%
B,D	Aligné	0%	62%	19%	71%	9%
A	Très coudé	48%	0%	0%	0%	13%
C,D,E	Intermédiaire	50%	43%	81%	59%	83%
B	Plat	2%	57%	19%	41%	4%*
E / C,D	Intermédiaire 1 / 2	35% / 15%	21% / 27%	19% / 62%	10% / 49%	35% / 45%

Ce critère a été proposé par PUCHER & ENGL (p.42) pour distinguer le chamois des caprinés domestiques. Nos observations permettent de confirmer sa pertinence, surtout pour

¹⁸ Il s'agit du bord reliant la trochlée et l'épicondyle médial.

la discrimination entre le chamois et le mouton. Chez le chamois, le contour médial du distum est généralement nettement saillant en direction médiale, et donc **décalé** par rapport au bord crânio-médial de la trochlée. En outre, ce bord médial présente souvent un aspect "**très coudé**", bien qu'il puisse également être seulement **un peu coudé** (état intermédiaire 1) voire assez **arrondi** (état intermédiaire 2). Contrairement au chamois, de nombreux moutons de notre corpus présentent un bord **aligné** – voire en retrait – par rapport au bord crânio-médial de la trochlée, et/ou **plat**. Chez la chèvre, ces deux caractères sont plus variables. Les cas intermédiaires, fréquents chez toutes les espèces, peuvent entraîner des confusions.

Nous avons observé un aspect "décalé" et "très coudé" chez les trois *ornata*, et "décalé" et "un peu coudé" chez un spécimen de *pyrenaica*. Les formes sauvages d'*Ovis* et de *Capra* ne présentent pas de différences par rapport aux formes domestiques: aspects "aligné" (voire en retrait) et "plat" pour *orientalis*, *musimon* et *ammon* et "intermédiaires" pour les chèvres égagres. Un cas "décalé" a été observé chez *sibirica*.

Pour le chamois, ce critère est en relation avec le critère HUMe7.

HUM c2: Condyle huméral, bord crânial: "test du crayon"						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Equilibre	77%	0%	0%	26%	0%
B,C,D	Intermédiaire	20%	40%	72%	71%	35%
E	Forte bascule	3%	60%	28%	3%*	65%
D / B,C		7% / 13%	0% / 40%	18% / 54%	29% / 38%	0% / 35%

L'utilisation de ce critère est simple mais requiert une bonne conservation de la partie crâniale du condyle huméral, car les parties concernées ne doivent pas être trop érodées. Chez le chamois, il est alors très souvent possible d'appuyer un crayon sur chacun des bords du condyle huméral, sans toucher la lèvre latérale de la trochlée qui se trouve entre les deux: le crayon est en **équilibre**. Ce "caractère" est assez constant, et nous l'avons également observé chez tous les *ornata* et *pyrenaica* étudiés.

Par contre, lorsque la lèvre latérale de la trochlée est plus élevée que les bords médial et latéral du condyle huméral, il n'est alors pas possible d'appuyer le crayon sur ces deux bords simultanément, mais il faut le faire basculer alternativement sur l'un et sur l'autre. Suivant la morphologie des différentes parties, ce mouvement de bascule peut être **très faible** (état intermédiaire 1), **moyen** (état intermédiaire 2) ou **fort**.

Les observations réalisées sur les spécimens d'*ammon*, de *musimon* et des trois chèvres égagres ne révèlent pas de différences par rapport aux formes domestiques. Par contre, le crayon tient en équilibre chez les trois *orientalis*, ce qui contraste avec nos observations sur le mouton. Chez trois *sibirica*, le crayon est également en équilibre (aspect "intermédiaire 1" pour le quatrième).

Nous avons pu constater que l'utilisation de ce critère n'est pas appropriée pour les humérus appartenant à de jeunes chamois (non comptabilisés), c'est-à-dire dont le distum n'est pas complètement épiphysé. Cette restriction est également valable pour les deux critères suivants (c3 et c4).

Ce critère est en relation avec les critères HUMc3 et HUMc4.

HUM c3: Lèvre latérale de la trochlée (partie crâniale): surélévation par rapport au capitulum						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
E	Très surélevée	2%	0%	0%	4%	35%
A,C,D	Intermédiaire	80%	39%	72%	74%	52%
B	Peu surélevée	18%	61%	28%	22%	13%

Près d'un tiers des chevreuils étudiés se caractérisent par l'aspect de la lèvre latérale de la trochlée, nettement **surélevée** par rapport au capitulum – c'est-à-dire dans sa partie latérale. Un critère un peu différent, proposé par HEINTZ (p.45), concerne également la lèvre latérale: "La lèvre externe est aiguë et tranchante chez les Cervidés, alors qu'elle est arrondie et non tranchante chez les Bovidés". Mais nous n'avons pas trouvé, concernant l'aspect plus ou moins aiguë de la lèvre, de différence constante entre le chevreuil et les caprinés.

La lèvre latérale de la trochlée répond à la facette latérale de la surface articulaire du radius; par conséquent, ce critère est en relation avec le critère RAd4.

HUM c4: Bord crânial du capitulum						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B	Plat	2%	95%	10%*	0%	26%
C,D,E	Intermédiaire	57%	5%	90%	98%	74%
A	Très courbé	41%	0%	0%	2%	0%
C,E / D	Intermédiaire 1 / 2	5% / 52%	5% / 0%	50% / 40%	16% / 80%	70% / 4%

Ce caractère est assez constant chez les moutons de notre corpus, qui présentent presque toujours un bord pratiquement **plat**, de sorte que l'extrémité crânio-latérale du capitulum se trouve, en vue distale, en dessous du niveau de la lèvre latérale de la trochlée.

Chez le chamois au contraire, le bord crânial du capitulum est souvent **très courbé**, c'est-à-dire que son extrémité crânio-latérale dépasse la lèvre latérale de la trochlée en direction crâniale. Nous avons également observé cet aspect caractéristique chez *ornata* (aspect intermédiaire chez *pyrenaica*).

Sauf chez le mouton, les cas intermédiaires sont fréquents et il peut être utile de distinguer deux états: dans les deux cas, le bord crânial du capitulum présente une courbure mais son extrémité crânio-latérale peut soit atteindre le niveau de la lèvre latérale mais sans la dépasser (état **intermédiaire 1**), soit se trouver en dessous du niveau de la lèvre latérale (état **intermédiaire 2**).

Nous avons observé un aspect "plat" chez deux *orientalis* et chez *musimon*, mais un aspect intermédiaire chez *ammon* (I2) et un autre *orientalis* (I1). Comme la très grande majorité des chèvres domestiques étudiées, les trois égagres présentent un aspect intermédiaire. Le bord crânial est très courbe chez l'un des trois *sibirica* (aspect "intermédiaire 1" pour les trois autres).

HUM c5: Bord crânial de la trochlée: élévation de la lèvre médiale par rapport à la lèvre latérale						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	En dessous	13%	0%	60%	24%	4%
A,D,E	Même niveau	71%	40%	27%	71%	83%
B	En dessus	16%	60%	13%*	5%	13%

Selon HEINTZ (p.45), ce critère permet de distinguer les Cervidés des Bovidés: "Chez les Cervidés, la lèvre médiale est nettement surélevée par rapport à la lèvre latérale, alors qu'elle ne dépasse que peu ou pas du tout le niveau de la lèvre latérale chez les Bovidés". L'utilisation de ce critère nécessite que la trochlée soit bien orientée selon son plus grand axe (PI. IV), car les différences de niveau sont généralement faibles: la lèvre médiale est **légèrement en dessous** ou **légèrement en dessus** du niveau de la lèvre latérale.

Pour le chevreuil, nos résultats ne correspondent pas du tout à la description de HEINTZ pour les Cervidés puisque, comme pour la plupart des caprinés, nous avons généralement

observé un aspect **intermédiaire**: les lèvres médiale et latérale se situent à peu près au même niveau. Dans une faible proportion de cas seulement, la lèvre médiale se trouve légèrement en dessus de la lèvre latérale; mais cet aspect a également été observé chez les caprinés, et même fréquemment chez le mouton.

D'après nos observations, ce critère peut par contre s'avérer utile pour la discrimination entre les deux espèces domestiques. En effet, l'état "en dessous", fréquent chez les chèvres de notre corpus, n'a jamais été observé chez les moutons, pas plus que chez les formes sauvages d'*Ovis*. Chez les chèvres égagres, les deux lèvres sont au même niveau.

HUM c6: Lèvre latérale de la trochlée (partie distale)						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Creusée	0%	0%	26%	22%	0%
D	Intermédiaire	16%	30%	74%	68%	13%
A,B,E	Intacte	84%	70%	0%	10%	87%

Chez la chèvre et le bouquetin, nous avons parfois observé un aspect particulier: dans la partie distale du capitulum, la surface de l'os est **creusée** et ce creusement empiète largement sur la lèvre latérale de la trochlée. Cet aspect a également été observé chez deux chèvres égagres (la troisième présentant un aspect "intermédiaire"), ainsi que chez *nubiana*, mais pas chez *sibirica*.

Chez les autres espèces, nous avons le plus souvent constaté que la lèvre latérale est **intacte**: le creusement est présent au niveau du capitulum mais il est généralement moins profond et surtout n'empiète pas sur l'arête de la lèvre, qu'il est donc possible de suivre sur toute sa longueur. L'aspect "creusé" n'a pas non plus été observé chez les formes sauvages d'*Ovis* (*musimon*, *orientalis* et *ammon*), ni chez *pyrenaica* ou *ornata*.

HUM c7: Lèvre latérale de la trochlée (partie distale)						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
D	Mousse	0%	7%	14%	67%	4%
C	Intermédiaire	45%	33%	72%	26%	4%
A,B,E	Marquée	55%	60%	14%	7%	92%

Nous avons constaté que la même portion de lèvre latérale que celle considérée pour le critère précédent est souvent mousse chez le bouquetin, alors qu'elle est généralement

marquée, c'est-à-dire surélevée et aiguisée, chez les autres espèces. Quelques *ibex*, ainsi que les quatre *sibirica* et un spécimen de *nubiana*, présentent toutefois une lèvre marquée. Un aspect **intermédiaire** correspond à une lèvre aiguisée mais peu surélevée, ou surélevée mais peu aiguisée.

HUM c8: Epicondyle médial: sillon						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Continu	55%	11%	11%	23%	0%
B,D	Intermédiaire	35%	37%	32%	48%	26%
C,E	Absent	10%	52%	57%	29%	74%

Chez le chamois, le sillon situé à la limite entre l'épicondyle médial et la trochlée est souvent **continu**, c'est-à-dire visible sur toute sa longueur. Cet aspect a également été observé chez les autres espèces de caprinés, mais pas chez le chevreuil. La variabilité intraspécifique est très importante pour ce caractère et, lorsqu'il est présent, le sillon n'est jamais très marqué.

HUM c9: Epicondyle médial: sillon transverse						
VUE DISTALE, PI.IV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Présent	0%	0%	46%	7%	0%
A	Intermédiaire	27%	3%	25%	4%	0%
B,D,E	Absent	73%	97%	29%	89%	100%

Chez près de la moitié des chèvres de notre corpus, nous avons remarqué la présence d'un petit sillon transverse au niveau de l'épicondyle médial. Cet aspect a également été observé chez deux *ibex*, ainsi que chez *nubiana*.

HUM d1: Epicondyle médial: développement de la surface ligamentaire						
VUE CAUDALE, P.I.V		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=39)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Large	5%	0%	76%	5%	0%
A,D	Intermédiaire	93%	3%*	21%	95%	0%
B,E	Faible	2%	97%	3%	0%	100%

HUM d2: Epicondyle médial: bord proximal de la surface ligamentaire						
VUE CAUDALE, P.I.V		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Elevé	3%	0%	26%	17%	0%
A,D	Intermédiaire	92%	16%	74%	83%	9%
B,E	Bas	5%	84%	0%	0%	91%
D / A	Intermédiaire 1 / 2	70% / 22%	0% / 16%	70% / 4%*	68% / 15%	0% / 9%

Ces deux caractères concernent le développement de la partie caudale de l'épicondyle médial et sont en relation avec le critère HUME3. Nous avons distingué entre le développement en largeur de la partie de la surface ligamentaire¹⁹ visible en vue caudale (critère d1) et son développement en hauteur (critère d2). Pour ce dernier caractère, nous avons défini quatre états, en fonction du niveau atteint par le bord proximal de la surface articulaire par rapport au bord proximal de la surface articulaire postérieure de la trochlée. Ainsi, un bord **élevé** se situe au niveau du bord supérieur de la trochlée ou très peu en dessous, et un bord **assez élevé** (état **intermédiaire 1**) se situe entre le milieu de la trochlée et son bord proximal. Un bord **assez bas** (état **intermédiaire 2**) se situe au milieu de la trochlée, alors qu'un bord **"bas"** se situe en dessous de ce niveau.

Le premier critère – surface visible plus ou moins importante – peut permettre de distinguer le mouton de la chèvre; nous n'avons constaté qu'un très faible nombre d'interversions pour les aspects extrêmes, à savoir une seule chèvre (un spécimen adulte de chèvre de Saanen) qui présente un faible développement de la surface en vue caudale. Pour le mouton, seul un jeune spécimen du Soudan présente un aspect intermédiaire.

Le critère d2 a été décrit par PRUMMEL & FRISCH (p. 569-570) dans le cadre de la distinction entre les deux espèces domestiques: "Chez la chèvre, la surface articulaire atteint presque l'extrémité proximale de la surface articulaire postérieure de la trochlée" – ce qui correspond chez nous aux aspects "élevé" ou "assez élevé", observés chez 96% des chèvres. "Chez le mouton, la surface articulaire atteint seulement la moitié de la distance

¹⁹ Cette surface livre passage au faisceau ulnaire du ligament collatéral médial (BARONE 1980).

jusqu'à la surface articulaire postérieure de la trochlée" – ce qui correspond à nos états "assez bas" ou "bas", observés chez 100% des moutons.

Nos résultats corroborent donc parfaitement la description de PRUMMEL & FRISCH et confirment ainsi la pertinence de ce critère dans le cadre de la distinction entre les deux caprinés domestiques. Une seule chèvre – un spécimen subadulte du Soudan – présente un aspect "intermédiaire 2". Selon les quelques observations réalisées, ces deux critères permettent également la distinction entre les formes sauvages d'*Ovis* (*ammon* et *musimon*) et de *Capra* (chèvres égagres).

HELMER & ROCHETEAU ont décrit, en vue distale, le "développement de l'épicondyle médial" chez plusieurs genres de petits ruminants: "Il est bien développé chez *Capra*, moyennement chez *Ovis* et *Rupicapra* et un peu plus faible chez *Capreolus*." Mais, d'après nos observations, le chamois se distingue généralement du mouton pour les deux critères définis ci-dessus.

Nous avons constaté un cas correspondant à un aspect "faible" et "bas" chez *sibirica* (aspect intermédiaire pour les trois autres). Chez *ibex*, on observe souvent un aspect particulier, décrit par le critère HUMd3.

HUM d3: Epicondyle médial: aspect de la surface ligamentaire						
VUE CAUDALE, PI.V		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
D	Découpé	2%	3%	0%	54%	0%
B	Intermédiaire	25%	27%	30%	39%	0%
A,C,E	Rectiligne	73%	70%	70%	7%	100%

Chez près de la moitié des bouquetins de notre corpus, nous avons observé un aspect caractéristique: le bord caudal de l'épicondyle médial est comme **découpé** en deux parties qui forment un angle entre elles – et l'on tient alors compte de la partie la plus proximale pour définir le caractère d2. Cet aspect apparaît plus fréquemment chez les mâles (83% d'entre eux) que chez les femelles (30% d'entre elles), et les 9% de cas rectilignes correspondent à trois étagnes. Comme seules ces dernières risquent d'être confondues avec les autres espèces étudiées, le critère s'avère finalement peu utile.

Un aspect "découpé" n'a pas été observé chez *sibirica* (aspects "intermédiaire" ou "rectiligne") ni chez *nubiana* (aspect "rectiligne"). Nous avons exceptionnellement constaté

un aspect "découpé" chez un spécimen de chamois, ainsi que chez un mouton domestique et un *orientalis*.

Comme les critères HUMd1 et HUMd2, ce caractère est en relation avec le critère HUMe3.

HUM d4: Épicondyle latéral: développement en direction latérale						
VUE CAUDALE, P.I.V		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Large	73%	34%	0%	0%	4%
B,D	Intermédiaire	27%	48%	7%	49%	39%
C,E	Étroit	0%	18%	93%	51%	57%
	très étroit	0%	2%	23%	4%	0%

Ce critère a été proposé par BOESSNECK *et al.* (p.66-67) pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques; nous pouvons résumer leur description en disant que l'épicondyle latéral est large chez le mouton et généralement étroit chez la chèvre. Mais chez cette dernière, les auteurs ont observé l'existence de deux "formes" différentes, un épicondyle latéral étroit ou large.

La définition des différents aspects n'est pas évidente: un aspect "étroit" décrit un épicondyle comprimé en direction médio-latérale, de sorte que son bord latéral est relativement aplati. Parfois, la présence d'une arête longeant parallèlement une partie du bord caudal de l'épicondyle latéral renforce encore cette impression (aspect "très étroit"). A l'inverse, un aspect "large" correspond à un bord latéral évasé en direction latérale.

Nous avons presque toujours observé un épicondyle étroit, voire très étroit, chez les chèvres de notre corpus. Mais d'après nos résultats, ce caractère est trop variable chez le mouton²⁰ pour garantir une discrimination sûre d'avec la chèvre.

Chez les chèvres égagres, l'épicondyle latéral est étroit, voire très étroit pour deux d'entre elles. Nous avons observé un aspect "intermédiaire" chez trois *orientalis* et un *musimon*, mais un aspect "étroit" chez *ammon*.

Selon la description de PRUMMEL & FRISCH (p.569), "la direction de l'épicondyle fait un angle avec celle de l'axe de l'humérus chez le mouton, alors que sa direction est parallèle à l'axe longitudinal de l'humérus chez la chèvre". En effet, la différence entre les formes "large"

²⁰ parmi les 18% de cas "étroits" correspondant à six individus, on compte quatre moutons du Soudan; mais dix autres spécimens de la même origine présentent un aspect "intermédiaire" ou "large".

et "étroite" apparaît également si l'on considère la direction que suit l'épicondyle latéral, depuis la transition avec la diaphyse jusqu'à son extrémité distale (Pl. V (A) et (C)).

Selon HELMER & ROCHETEAU (p.17), l'épicondyle latéral est "massif chez *Ovis* et plus faible chez *Capra*, *Capreolus* et *Rupicapra*". Ce n'est pas ce que nous constatons concernant le chamois, qui présente le plus souvent un épicondyle "large". Concernant le chevreuil, l'épicondyle est toujours relativement fin, mais peut tout de même être un peu évasé en direction latérale.

Ce critère est étroitement corrélé (sauf pour le chevreuil) au critère HUMf2 qui nous semble peut-être moins subjectif et plus facile à utiliser.

HUM e1: Contour crânial du distum: transition entre la diaphyse et la trochlée						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Mal dégagée	84%	0%	0%	0%	26%
C,D,E	Intermédiaire	16%	7%	53%	46%	65%
B	Dégagée	0%	93%	47%	54%	9%
	très dégagée	0%	6%	11%*	9%*	0%

Ce critère a déjà été proposé par WOLFF (p.104), et repris par PUCHER & ENGL (p.42) pour la distinction entre le chamois et les caprinés domestiques. Nos résultats permettent de confirmer son utilité dans ce contexte. Chez le chamois, la transition entre la partie distale de la diaphyse et la trochlée se fait le plus souvent par un bord assez plat, de sorte que la partie proximale de la trochlée est **mal dégagée** par rapport à la diaphyse. Cet aspect reflète le prolongement de la crête humérale dans la partie distale de la diaphyse; ainsi, cette caractéristique est également visible en vue crâniale (Pl. VI (A)): le bord médial de la diaphyse, qui se prolonge distalement sur la trochlée, forme une sorte de paroi délimitant médialement la fosse coronoïdienne. Nous avons également observé cet aspect caractéristique du chamois chez *ornata* et *pyrenaica*.

Chez les autres espèces de caprinés, la transition avec la diaphyse se fait souvent par un bord courbe, et la partie proximale de la trochlée est alors mieux **dégagée**. Précisons que ce "dégagement" ne concerne pas tellement le bas de la diaphyse, c'est-à-dire la partie située immédiatement au-dessus de la trochlée – sauf dans le cas d'un aspect "très bien dégagé" – mais la portion de diaphyse située un peu plus proximale (Pl. VI (B)).

HELMER & ROCHETEAU (p.17) ont proposé une différence entre les genres *Capra* et *Ovis*: "chez *Capra*, la trochlée forme un angle net avec la diaphyse, alors que l'on note la présence fréquente d'un bourrelet chez *Ovis*". Selon notre interprétation, cette description concerne plutôt le bas de la diaphyse. Nous n'avons pas trouvé ce critère très convaincant, quoique la présence d'un bourrelet semble effectivement plus fréquente chez le mouton (non illustré), ce qui mériterait d'être vérifié.

HUM e2: Portion crâniale de la trochlée: développement en direction crâniale						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=40)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Faible	55%	0%	0%	2%	35%
D,E	Intermédiaire	45%	28%	19%	60%	65%
B,C	Important	0%	72%	81%	38%	0%

La trochlée est souvent peu saillante en direction crâniale chez le chamois et le chevreuil, contrairement à ce qui a été observé chez les autres espèces. L'existence de cas intermédiaires implique toutefois un risque de confusion. Nous avons également observé un faible développement de la trochlée, en direction crâniale, chez *ornata* et *pyrenaica*.

La distribution des fréquences pour ce caractère est semblable, chez les différentes espèces, à celle du précédent. En effet, les deux critères sont en partie liés puisque tous deux concernent le développement crânio-caudal de la trochlée par rapport à la diaphyse. La combinaison des deux caractères – trochlée mal dégagée et peu saillante – accentue d'autant plus la différence entre le chamois et les autres espèces de caprinés.

Nous avons tenté d'exprimer les variations des caractères HUMe1 et HUMe2 à l'aide d'un indice métrique; celui-ci ne reflète pas exactement les différences morphologiques, mais il peut éventuellement permettre de distinguer le chamois du mouton (§ 3.5.2, tab. 3.66).

HUM e3: Epicondyle médial: bord caudo-distal						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C,D	Tronqué	14%	0%	52%	73%	0%
A,E	Intermédiaire	86%	68%	48%	27%	100%
B	Développé	0%	32%	0%	0%	0%
A / E	Intermédiaire 1 / 2	81% / 5%	19% / 46%	48% / 0%	27% / 0%	61% / 39%

Ce critère, tel que nous l'avons défini, concerne uniquement la transition entre le bord caudal et le bord distal de l'épicondyle médial, indépendamment de l'aspect du bord distal (cf.

critère HUMe4). BOESSNECK *et al.* (p.66) ont décrit ce caractère chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le mouton, le bord caudo-distal²¹ est développé, c'est-à-dire qu'il forme un angle aigu à obtus, alors que chez la chèvre il est tronqué caudalement, comme s'il avait été coupé obliquement".

Sur la base de cette description, nous avons défini deux états extrêmes, correspondant l'un à un bord caudo-distal **développé** (formant un angle à peu près droit) et l'autre à un bord **tronqué** (il n'y a pas d'angle et cette partie est taillée en biseau). Deux états intermédiaires correspondent à un bord **plutôt développé** (état **intermédiaire 1**) ou **plutôt tronqué** (état **intermédiaire 2**).

Nos résultats confirment la pertinence du critère pour la distinction entre la chèvre et le mouton mais révèlent également une proportion importante de cas intermédiaires chez les deux espèces; en présence de ces cas moins tranchés, l'utilisation du critère requiert davantage de prudence. Ainsi, les états "développé" ou "plutôt développé" correspondent à la grande majorité des cas observés chez le mouton (78%) et permettent de le distinguer de la chèvre ainsi que des autres espèces. Cependant, une partie des moutons de notre corpus (19%) présente un aspect "plutôt tronqué" et une confusion est alors possible avec la chèvre. BOESSNECK *et al.* ont, eux aussi, "exceptionnellement trouvé, chez le mouton, des formes proches du type chèvre". Nous n'avons pas constaté de différences entre les chèvres domestiques et les égagres (aspect "plutôt tronqué"), ni entre les moutons et les formes sauvages d'*Ovis* (aspect "développé" ou "plutôt développé" pour *musimon*, *orientalis* et *ammon*).

Comme l'ont fait remarquer d'autres auteurs (WOLFF, p.104; PUCHER & ENGL, p.42), il est difficile de distinguer entre le chamois et la chèvre sur la base de ce critère. D'après HELMER & ROCHETEAU (p.16), "le processus caudal est souvent tronqué chez *Rupicapra*, mais plus faiblement que chez *Capra*." Selon nos observations, un bord caudo-distal plutôt tronqué correspond à l'aspect (I1) le plus fréquent chez le chamois, mais cet état a également été observé chez de nombreuses chèvres. En outre, le chamois peut également présenter un processus nettement tronqué, mais avec une fréquence d'apparition beaucoup plus faible que pour la chèvre. Dans la plupart des cas, il sera finalement impossible de faire la distinction entre les deux espèces sur la base de ce seul caractère.

²¹ "processus caudal"

Le critère HUMe3 est en relation avec les critères HUMd1 et HUMd2, qui permettent notamment une meilleure distinction entre le chamois et la chèvre.

HUM e4: Epicondyle médial, bord distal: forme						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A,C	Pointu 🍏	46%	2%	46%	17%	0%
D,E	Intermédiaire 🍏	46%	19%	27%	54%	43%
B	Courbe	8%	79%	27%	29%	57%
D	🍏 large	2%	12%	0%	34%	43%

HUM e5: Epicondyle médial, bord distal: transition avec la trochlée						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=40)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Anguleuse	50%	0%	13%	14%	22%
C,D,E	Intermédiaire	43%	19%	64%	43%	52%
B	Progressive	7%	81%	23%	43%	26%

L'aspect du bord distal a été décrit par PRUMMEL & FRISCH (p.570) comme une conséquence directe du critère précédent (HUMe3): "Chez le mouton, l'extrémité distale de l'épicondyle médial forme une ligne droite avec la partie distale de la trochlée, alors qu'elle se termine par une pointe chez la chèvre".

Nous présentons deux critères qui décrivent l'aspect du bord distal de l'épicondyle médial et peuvent permettre la distinction entre le chamois et le mouton; les deux caractères sont d'ailleurs très bien corrélés chez ces deux espèces. Dans les cas extrêmes, le chamois se distingue du mouton par un étirement distal formant une **pointe** très distincte et par le fait que le bord distal rejoint la trochlée en formant un **angle**. Chez le mouton au contraire, le bord distal forme une **courbe** douce, et la transition entre la trochlée et le bord distal se fait de manière **progressive**; cet aspect correspond à la description de PRUMMEL & FRISCH pour le mouton.

La forme du bord distal est plus variable chez la chèvre, ce qui limite les possibilités de distinction d'avec le chamois ou le mouton. Il semble d'ailleurs que cette variabilité se retrouve chez la chèvre égagre puisque nous avons observé les aspects "courbe" et "continu" chez deux spécimens, et les aspects "pointu" et "anguleux" chez un troisième. Chez les formes sauvages d'*Ovis* (*orientalis*, *musimon* et *ammon*) nous avons constaté, comme chez le mouton, un aspect "courbe" et "progressif", ou alors "intermédiaire".

Il faut préciser une différence concernant la partie de l'épicondyle qui est plus ou moins étirée en forme de pointe: chez le bouquetin et le chevreuil cette partie est souvent large, chez la chèvre et le chamois elle est plus affinée.

HUM e6: Face médiale de la trochlée: fossette distale						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
E	Marquée	2%	0%	3%*	30%	87%
A,D	Intermédiaire	71%	29%	37%	59%	13%
B,C	Absente	27%	71%	60%	11%	0%

HELMER & ROCHETEAU (p.16) ont fait remarquer la présence d'une fossette, profonde et large, caractéristique du chevreuil, ce que nos résultats confirment parfaitement. La majorité des chevreuils de notre corpus présentent effectivement une fossette marquée qui permet la distinction par rapport aux caprinés de même taille. Seul un faible risque de confusion est possible, en raison de l'existence de **cas intermédiaires** correspondant à la présence d'un sillon et d'une dépression peu marquée.

HUM e7: Face médiale de la trochlée, partie distale: relief						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A;D	Bosse nette 🍏	72%	12%	16%	100%	48%
E	Intermédiaire 🍏	24%	33%	40%	0%	35%
B,C	Diffus	4%	55%	44%	0%	17%
E	🍏 décalée	8%	12%	16%	3%	57%

Chez le chamois, le bouquetin et le chevreuil nous avons souvent constaté la présence d'une **bosse nette** et bien délimitée, dans la partie distale de la face médiale de la trochlée. Cette bosse est généralement située à peu près à mi-chemin entre le bord caudal de l'épicondyle médial et le bord crânial de la trochlée mais, chez le chevreuil, elle est souvent légèrement **décalée** en direction crâniale. L'aspect "**diffus**", fréquent chez les formes domestiques, signifie qu'il existe un très faible relief, mais pas de bosse localisée. Un aspect **intermédiaire** correspond à la présence d'une légère bosse.

La présence d'une bosse nette a pu être constatée chez tous les *ibex* de notre corpus. Par contre, nous n'avons pas trouvé de bosse chez *nubiana* (aspect "diffus"), et celle-ci est seulement faible chez l'un des *sibirica* (aspect "intermédiaire").

Pour le chamois, ce critère est en relation avec le critère HUMc1.

HUM e8: Face médiale de la trochlée: crête (adultes)						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=36)	<i>O.aries</i> (n=16)	<i>C.hircus</i> (n=11)	<i>C.ibex</i> (n=15)	<i>C.capreolus</i> (n=15)
B	Très marquée	3%	19%	0%	13%	7%
D,E	Intermédiaire	39%	69%	45%	60%	73%
A,C	Quasi absente	58%	12%	55%	27%	20%

HUM e8: Face médiale de la trochlée: crête (subadultes)						
		<i>R.rupicapra</i> (n=15)	<i>O.aries</i> (n=13)	<i>C.hircus</i> (n=18)	<i>C.ibex</i> (n=11)	<i>C.capreolus</i> (n=8)
	Très marquée	0%	0%	0%	0%	4%
	Intermédiaire	47%	62%	6%	36%	100%
	Quasi absente	53%	38%	94%	64%	0%

HELMER & ROCHETEAU (p.17) ont proposé ce critère pour distinguer les genres *Ovis* ("crête bien développée"), *Rupicapra* ("crête très faible ou remplacée par un mamelon") et *Capra* ("crête généralement absente et remplacée par une dépression").

Les proportions obtenues sur la base de nos observations de spécimens **adultes** varient dans le sens indiqué par les auteurs, mais montrent également que le critère ne permet pas une discrimination efficace. Seuls les cas correspondant à une crête **très marquée**, c'est-à-dire – selon notre définition – surélevée, tranchante et surmontant une dépression, permettent de désigner le mouton par rapport au chamois et à la chèvre; mais ces cas extrêmes sont assez rares. D'autre part, deux spécimens adultes de mouton présentent une quasi-absence de crête; il s'agit de deux brebis du Soudan (les quatre autres adultes de la même origine présentent tous un aspect intermédiaire). Quant aux individus présentant une crête très marquée, il s'agit de deux brebis et d'un bélier, ce qui va à l'encontre de l'idée d'une crête plus développée chez les mâles.

Aucun des spécimens subadultes de mouton ne présente de crête marquée, et celle-ci est quasiment absente chez plus d'un tiers d'entre eux; c'est également le cas chez six jeunes individus (non comptabilisés dans le tableau). Le développement de la crête est donc soumis à une influence de l'âge. Bien entendu, il faudrait davantage de données pour démêler les éventuels effets de la race, de l'âge et du sexe sur le développement de ce caractère.

HUM e9: Bord caudal de l'épicondyle latéral par rapport à celui de l'épicondyle médial: dépassement en direction caudale						
VUE MEDIALE, PI.VI		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Même niveau	18%	26%	0%	0%	0%
B	Intermédiaire	67%	36%	19%	12%	22%
C,D,E	Très net	15%	38%	81%	88%	78%

GABLER (p.49) a fait mention d'une différence entre la chèvre et le mouton concernant le développement des épicondyles, en direction caudale: "Chez le mouton, le bord caudal de l'épicondyle latéral se trouve à peu près à la même hauteur que celui de l'épicondyle médial, alors que, chez la chèvre, l'épicondyle latéral surplombe l'épicondyle médial."

Nous avons considéré ce caractère en vue médiale, puisque la différence se reflète par le fait que l'épicondyle latéral **dépasse plus ou moins**, caudalement, en arrière de l'épicondyle médial; précisons que l'os doit être positionné de manière à ce que la face médiale du distum soit à plat. Seul près d'un quart des moutons examinés présentent l'aspect décrit par GABLER; cet aspect a également été observé chez le chamois mais semble discriminant par rapport aux autres espèces. Un dépassement très net n'est pas discriminant.

Les chèvres égagres présentent un aspect intermédiaire; cet aspect a également été observé chez *musimon*, alors que le dépassement est très net chez *ammon*.

HUM f1: Epicondyle latéral: sillon délimité caudalement par la crête épicondylaire						
VUE LATÉRALE, PI.VII		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Marqué	81%	16%	0%	15%	9%
B,D,E	Intermédiaire	19%	55%	39%	71%	74%
C	Très faible	0%	29%	61%	14%	17%

Ce critère a été décrit par HELMER & ROCHETEAU (p.18), concernant notamment la distinction entre les genres *Ovis* et *Capra*: "Chez *Ovis* il y a un sillon toujours net, alors que le sillon est peu marqué et parfois absent chez *Capra* ".

Chez de nombreuses chèvres, nous avons effectivement constaté que seul un **très faible** sillon est présent: la surface de l'os est à peine déprimée, mais la crête épicondylaire située caudalement peut être un peu surélevée. Toutefois, cet aspect a également été observé chez le mouton, qui présente une variabilité importante. La distinction entre les deux

formes domestiques n'est finalement possible que dans le cas d'un sillon très marqué, mais cet aspect est peu fréquent chez le mouton, du moins chez les spécimens que nous avons étudiés. Nous avons observé un très faible sillon chez les chèvres égagres. Parmi les *Ovis* sauvages, seul *musimon* présente un sillon marqué (aspects "faible" ou "intermédiaire" chez *orientalis* et *ammon*).

Selon HELMER & ROCHETEAU (p.18), ce sillon est moins marqué chez *Rupicapra* (et *Capreolus*) que chez *Ovis*. Chez la plupart des chamois, nous avons cependant observé un sillon **marqué**, c'est-à-dire bien délimité et présentant un net creusement. De telles différences entre nos observations et celles d'autres auteurs nous interpellent quant à la subjectivité de ce critère en particulier. Un biais pourrait provenir du fait que nous avons pris en compte l'importance du bourrelet formé par la crête épicondylienne et délimitant caudalement le sillon. Chez le chamois, ce bourrelet est généralement important et participe, par constraste, à l'aspect "creusé" du sillon. Il nous semble aussi que, lorsqu'il est présent, le sillon est généralement plus large chez le mouton que chez le chamois. Il n'en reste pas moins qu'une proportion non négligeable des moutons de notre corpus ne présentent qu'un très faible sillon.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer pour d'autres caractères, la composition en âge des corpus utilisés peut jouer un rôle dans la divergence des résultats de différentes études. Dans le cas présent, l'on peut invoquer le fait que la présence de spécimens peu âgés de mouton pourrait être responsable de la faible proportion de cas correspondant à la présence d'un sillon marqué. Mais rien dans nos observations ne permet d'étayer cette idée: tant les adultes que les subadultes peuvent présenter un sillon marqué, et même, davantage d'adultes que de subadultes correspondent à un faible sillon; quant aux jeunes, l'un d'eux présente un aspect "marqué" et les cinq autres un aspect "intermédiaire". Chez les autres espèces également, le sillon semble davantage marqué chez les subadultes que chez les adultes. Chez le bouquetin, les cas correspondant à un sillon marqué sont presque tous des subadultes (cinq subadultes et un adulte). Pour *sibirica*, nous avons observé un aspect "marqué" chez deux subadultes, et un aspect "intermédiaire" chez deux adultes. Chez la chèvre, presque tous les adultes – à l'exception d'un seul – présentent un très faible sillon alors que plus de la moitié des subadultes présente un aspect "intermédiaire". Seul un petit nombre de chevreuils présente un aspect "faible"; dans tous les cas, il s'agit de spécimens adultes. Finalement, nous avons observé un sillon marqué chez tous les chamois subadultes examinés. S'il existe un biais dû à l'âge, c'est alors plutôt dans le sens inverse de celui proposé plus haut.

HUM f2: Transition entre l'épicondyle latéral et le capitulum: prolongement de la crête épicondyalaire						
VUE LATÉRALE, PI.VII		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A,E	Crête	81%	34%	0%	0%	61%
B	Intermédiaire	19%	51%	3%	21%	39%
C,D	Plat	0%	15%	97%	79%	0%

Chez la grande majorité des chamois de notre corpus, nous avons constaté que la crête épicondyalaire se prolonge distalement jusqu'à la bordure verticale qui délimite caudalement le capitulum, formant dans cette zone une **crête** bien distincte. Cet aspect est également fréquent chez le chevreuil. Chez la chèvre et le bouquetin, au contraire, ce prolongement est absent et le bord latéral de l'épicondyle est relativement **plat**. Le mouton présente une variabilité importante et une majorité de **cas intermédiaires** chez lesquels on observe une légère surélévation, mais pas de crête distincte.

La variabilité de ce caractère chez le mouton se retrouve également chez les formes sauvages d'*Ovis* (*orientalis*, *musimon* et *ammon*). Chez l'une des chèvres égagres, ainsi que chez *nubiana*, nous avons observé un aspect "intermédiaire".

L'existence d'une petite différence entre le mouton et le chamois peut éventuellement être utile à la diagnose: le prolongement de la crête épicondyalaire se dirige toujours vers la région proximale du capitulum chez le chamois (PI. VII (A)), alors que chez le mouton, il peut parfois s'orienter plus distalement (22% des cas). Notons encore que chez un petit nombre de chèvres (13%) et de chevreuils (9%) nous avons observé une arête à peu près parallèle au bord caudal de l'épicondyle latéral (PI. VII (C)).

Ce critère est étroitement corrélé au critère HUMd4 (sauf pour le chevreuil).

HUM f3: Bordure verticale délimitant caudalement le capitulum						
VUE LATÉRALE, PI.VII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=41)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B	Forte crête	0%	46%	10%	5%	18%
A,C,D,E	Intermédiaire	85%	46%	69%	93%	64%
	Faible bordure	15%	8%*	21%	2%*	18%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.65-66), le mouton se caractérise par la présence d'une crête qui manque chez la chèvre: "Chez le mouton, la fosse de l'épicondyle latéral est

entourée d'une surface épicondyalaire plus fortement développée, qui prend son origine distalement et tend à ressembler à une crête, ce qui n'est pas le cas chez la chèvre." Cette différence entre les genres *Ovis* et *Capra* a également été observée par HELMER & ROCHETEAU (p.18).

Cependant, d'après nos observations, la variabilité existant chez les deux formes domestiques limite l'utilisation de ce critère. Nous avons observé une **forte crête**, tranchante et surélevée – surmontant une dépression à bord plus ou moins vertical – chez près de la moitié des moutons de notre corpus; mais cet aspect a également été occasionnellement observé chez la chèvre. D'après BOESSNECK *et al.*, la présence d'une crête chez la chèvre surviendrait chez des individus âgés souffrant d'arthrose. Dans notre cas il s'agit effectivement de trois spécimens relativement âgés et qui présentent, au moins pour deux d'entre eux, des signes d'arthropathie.

Nous avons également constaté des exceptions pour le mouton – c'est-à-dire des spécimens chez lesquels la bordure caudale est **faible**, mousse et peu surélevée – et cela concerne deux individus subadultes et un jeune (les cinq autres jeunes présentent un aspect "intermédiaire"). En outre, si l'on prend en compte uniquement les adultes (16 individus), la proportion de cas correspondant à une forte crête devient plus importante (63%) que celle correspondant à un aspect intermédiaire (37%). Toutes ces observations suggèrent que, chez le mouton, le développement de la crête est lié à l'âge.

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.31) ont examiné ce caractère chez les moutons soay (n=41), et constaté que 81% d'entre eux sont de type "mouton" ("présence d'une crête ou bordure"), 2% sont de type "chèvre" ("absence de crête") et 17% sont "intermédiaires". La proportion de moutons soay "typiques" est donc beaucoup plus élevée que celle des moutons de notre corpus. Mais cette différence pourrait être due à la composition en âge des corpus, puisque le nôtre comporte de nombreux animaux non adultes. Une autre possibilité serait qu'une partie des soay "typiques" présentent en fait un aspect que nous avons défini comme **intermédiaire**, c'est-à-dire une bordure caudale qui est surélevée mais n'est pas aiguisée.

Nous avons observé la présence d'une forte crête chez *ammon* et *musimon* (adultes). Les chèvres égagres présentent les aspects "faible" ou "intermédiaire". L'un des *sibirica* présente une forte crête (et les trois autres un aspect "intermédiaire").

Selon HELMER & ROCHETEAU (p.18), le chamois et le chevreuil ressemblent davantage au type "chèvre" qu'au type "mouton". Nous n'avons effectivement jamais observé de forte

crête chez le chamois, mais cela s'est produit chez le chevreuil (qui présente une variabilité importante).

HUM f4: Bord distal du capitulum						
VUE LATÉRALE, Pl.VII		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=40)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
B	Bourrelet	0%	39%	16%	2%*	0%
D	Intermédiaire	20%	47%	26%	44%	14%
A,C,E	Régulier	80%	14%	58%	54%	86%
B	encoche caudale	8%	44%	43%	29%	20%

Ce critère a été proposé par BOESSNECK *et al.* (p.65) pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Un épaissement formant une petite bosse est habituellement présent chez le mouton, alors que cette bosse est absente ou seulement légèrement marquée chez la chèvre". Les auteurs mentionnent toutefois l'existence d'une variabilité entraînant des interversions²².

Les proportions obtenues pour la chèvre et le mouton varient dans le sens indiqué par BOESSNECK *et al.* Pour le mouton, nous avons souvent constaté la présence d'un net **bourrelet**, bien délimité crânialement et caudalement. Mais le critère ne permet pas de distinguer la mouton de la chèvre, compte tenu de la variabilité existant chez les deux espèces.

Une variabilité assez importante se manifeste également dans les observations de CLUTTON-BROCK *et al.* (p.31) qui ont testé ce critère sur les soay (n=41): 66% sont du type "mouton" ("épaissement présent"), 15% sont du type "chèvre" ("épaissement absent ou faible") et 19% sont intermédiaires.

Les formes sauvages d'*Ovis* présentent un bourrelet, ou alors un aspect "intermédiaire", et les chèvres égagres les aspects "intermédiaire" et "régulier". Nous avons observé un bord régulier chez *nubiana*, et les aspects "régulier" ou "intermédiaire" chez *sibirica*.

En relation avec ce critère, nous avons parfois constaté la présence, sur la partie caudale du bord distal du capitulum, d'une petite **encoche** qui fait "ressortir" le bourrelet; elle est fréquente chez le mouton et la chèvre, mais rare chez le chamois.

²² "Chez plusieurs brebis, en particulier de formes préhistoriques ou anciennes, il n'existait souvent qu'une légère trace, voire même aucun épaissement, alors que l'une des chèvres présentait un épaissement relativement important" (BOESSNECK *et al.*, p.65).

HUM g1: Fosse coronoïdienne						
VUE CRANIALE, PI.III		<i>R.rupicapra</i> (n=28)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=31)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
E	Très creusée	4%	0%	0%	0%	100%
A,C,D	Intermédiaire	96%	29%	90%	35%	0%
B	Faible	0%	71%	10%	65%	0%
A / C,D	Intermédiaire 1 / 2	36% / 50%	0% / 29%	37% / 53%	6% / 31%	0% / 0%

Chez le chevreuil, la fosse coronoïdienne est toujours profondément **creusée** dans sa partie médiane, et ce caractère est distinctif des autres espèces. D'après nos observations, cette fosse tend également à être davantage creusée chez le chamois et la chèvre que chez le bouquetin et le mouton, bien que des recouvrements existent. Dans le cas d'un creusement **intermédiaire**, la fosse est moins nettement creusée que chez le chevreuil mais se prolonge tout de même en direction proximale, formant un cône **plus** ou **moins** marqué (états **intermédiaire 1** et **intermédiaire 2** respectivement). Chez le mouton et le bouquetin, nous avons souvent observé un **faible** creusement; dans ce cas, c'est uniquement la partie la plus distale de la fosse qui est concernée.

La fosse coronoïdienne est faiblement creusée chez deux *orientalis* ainsi que chez *ammon*, et présente un aspect "intermédiaire" chez *musimon*. Chez les chèvres égagres, le creusement est "faible" ou "intermédiaire". Ce dernier aspect a été observé chez *pyrenaica*.

HUM g2: Proportions de la trochlée humérale

VUE CRANIALE, PI. III

HELMER & ROCHETEAU (p.18) ont décrit la forme de la trochlée chez différents genres de petits ruminants: "La trochlée présente une forme nettement "en bobine" chez *Capreolus*; cette morphologie s'atténue graduellement chez *Rupicapra* puis chez *Ovis*, pour atteindre son minimum chez *Capra*". D'après BOESSNECK *et al.* (p.64), la trochlée est effectivement plus massive et trapue chez le mouton, plus mince chez la chèvre: "Chez le mouton, la partie médiale est plus haute et se rétrécit plus fortement de médial à latéral que chez la chèvre; autrement dit, la forme de la partie médiale est davantage conique chez le mouton que chez la chèvre. Mais la trochlée est relativement mince chez les jeunes des deux genres; elle devient donc robuste avec l'âge, surtout chez le mouton".

Deux indices métriques (§ 3.5.2, tab. 3.50–3.51 et 3.54–3.57) reflètent effectivement les différences énoncées par les auteurs sus-mentionnés. Le chevreuil se distingue des caprinés, et le chamois du bouquetin; la séparation obtenue pour la chèvre et le mouton est moins bonne – quoiqu'elle puisse s'avérer utile.

2.4. RADIUS ET ULNA

2.4.1. Radius et ulna: Corpus

Les classes d'âge ont été définies par rapport aux stades de fusion épiphysaire du radius uniquement:

- adultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le proximum et pour le distum.
- subadultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le proximum, mais est en cours ou n'a pas encore débuté pour le distum.

Remarques – La soudure du proximum radial avec la diaphyse est extrêmement précoce, alors que celle du distum est plus tardive. Par conséquent, les individus "subadultes" sont fréquents dans notre corpus, qui ne compte aucun jeune. Pour l'ulna, le stade de fusion épiphysaire du proximum correspond à peu près à celui du distum radial.

	Adultes			Subadultes			Jeunes	Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	41 (+8)	23 (+7)	12 (+1)	20 (+3)	5	5 (+3)	0	61 (+11)
<i>O.aries</i>	20 (+4)	14 (+3)	2 (+1)	20	6	11	0	40 (+4)
<i>C.hircus</i>	21	16	2	14	2	6	0	35
<i>C.ibex</i>	21 (+14)	7 (+14)	13	7	3	4	0	28 (+14)
<i>C.capreolus</i>	15	9	6	9	3	4	0	24

Tableau 2.11. Corpus étudié pour le radius et l'ulna: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Rupicapra pyrenaica ornata* (femelles adultes)
- 1 *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* (femelle subadulte)
- 3 *Ovis orientalis* (femelles adultes)
- 1 *Ovis musimon* (mâle adulte)
- 1 *Ovis ammon* (mâle adulte)
- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)
- 4 *Capra (ibex) sibirica* (deux mâles adultes ainsi qu'une femelle et un mâle subadultes)
- 1 *Capra (ibex) nubiana* (femelle subadulte)

2.4.2. Radius et ulna: Clé des critères

RADIUS/ULNA - PROXIMUM (a) ET RADIUS - PROXIMUM				
Chevreuil / Caprinés		e3,e4		
Chamois / Caprinés		a2,c1		
Mouton / Caprinés		-		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		a1,a2,b2,b3,(d3),e1,e5,e6		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		d1,(e13)		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	a2,b4,b5,c1,(c2), c4,d1,e2,(e9),e12, (e13)	a1,a2,(b1),b2,b3, c1,c4,d1,e1,e5, (e6),e12,(e13)	a1,a2,b1,b2,b3,c1, c4,d2,d3,e1,e5,e6, (e10),(e12)	b4,(b5),c2,(c3),d1, d2,d3,e1,e2,e3,e4, e5,e7,e8,(e9)
Mouton		a1,a2,(b1),b2,b3, (c2),c3,(d3),e1,e5, e6	a1,a2,b1,b2,b3, (c2),d1,d2,d3,e1,e 5,e6,(e10), (e13)	a2,(b4),c1,(c2),c3, (c4),d2,d3,e1,e3, e4,e5,e6,(e9),e12, (e13)
Chèvre			(c4),d1,(d2),(e10), (e11),(e13)	a1,a2,(b1),b2,b3, c1,c2,(c3),e2,e3, e4,(e11),e12,(e13)

Plusieurs indices métriques concernant le proximum radial sont présentés dans la partie consacrée aux caractères métriques (§ 3.5.3).

RADIUS/ULNA - DIAPHYSE (f1) ET RADIUS - DIAPHYSE				
Chevreuil / Caprinés		f6		
Chamois / Caprinés		f4		
Mouton / Caprinés		-		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		f5		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	f1,(f3),f4	f1,f4,f5,f7	f1,f4,f5	f2,f4,f6,f8
Mouton		(f1),f5,f7	(f1),f5	f1,f2,f3,f6,f9
Chèvre			(f5),(f7),f9	f1,f5,f6,f7

RADIUS/ULNA - DISTUM (h1) ET RADIUS - DISTUM				
Chevreuil / Caprinés		g1,g2,h4,h13,h14		
Chamois / Caprinés		g1		
Mouton / Caprinés		-		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		(g4),g5,(h2),h5,h6,h9,h10,h11		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	g1,g2,(g5),(h3),(h6),h7,h9,(h13)	g1,g2,(g3),(g4),g5,h1,(h2),(h3),h5,h6,(h8),h9,h10,h11	g1,g2,(g3),g4,g5,h2,h3,h5,h6,h9,h10,h11,(h13)	g1,g2,(h3),h4,h8,h9,h10,h11,h13,h14
Mouton		(g4),g5,h1,(h2),(h8),h5,h6,h9,h10,(h11),h12,(h13)	g4,g5,h2,(h3),h5,h6,h9,h10,h12	g1,g2,(g3),h4,h8,h9,(h11),h13,h14
Chèvre			(g4),h1,(h2),(h3),(h8),(h13)	g1,g2,(g3),(g4),g5,h1,(h2),h4,h9,h12,h13,h14

ULNA - PROXIMUM				
Chevreuil / Caprinés		i1,j8,k1		
Chamois / Caprinés		j2,(j5)		
Mouton / Caprinés		-		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		(i4),i7,(j3)		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		(i2),i3		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	i2,i3,i5,j2,(j5),j6,j7	(i1),(i2),i3,i7,j2,j3,j4,j5	i4,(i6),i7,j1,j2,(j3),j5	i1,(i3),i5,j7,j8,k1
Mouton		(i1),i5,i6,i7,j3	i2,i3,i4,(i5),i6,i7,(j1),(j3),(j4)	i1,i2,i3,i6,(j1),(j4),j6,j7,j8,k1
Chèvre			(i1),(i2),i3,(i4),(j1),j4	i1,(i2),i3,(i4),i5,(i6),i7,(j1),j3,j4,j8,k1

Plusieurs indices métriques concernant le proximum ulnaire sont présentés dans la partie consacrée aux caractères métriques (§ 3.5.4).

2.4.3. Radius et ulna: Description des caractères morphoscopiques

RADIUS ET ULNA - PROXIMUM

RAD-ULN a1: Zone de contact entre le radius et l'ulna: synostose proximale (pour les deux espèces du genre Capra, seulement les adultes)

VUE LATÉRALE, PI.X		R.rupicapra (n=65)	O.aries (n=44)	C.hircus (n=20)	C.ibex (n=35)	C.capreolus (n=22)
C,D	Complète 🍏	0%	0%	100%	89%	0%
	Seul. latérale 🍏	0%	2%*	0%	11%	0%
A,B,E	Absente	100%	98%	0%	0%	100%
	🍏 latérale partielle	0%	0%	5%	0%	0%

BOESSNECK *et al.* (p.67) ont décrit la connexion existant entre le radius et l'ulna chez les caprinés domestiques: "Chez la chèvre, les corps des deux os sont, proximale à l'espace interosseux proximal, fermement soudés. Chez le mouton, les parties proximales des deux os ne sont réunies qu'occasionnellement, dans le cas d'animaux âgés, et sur de courtes distances; sinon, les os ne sont fixés que par une syndesmose. (...) Chez la chèvre, le processus coronoïde latéral de l'ulna fusionne avec le relief latéral d'insertion du radius et forme avec lui un bord qui fait saillie latéralement. Chez le mouton, le processus coronoïde latéral de l'ulna reste isolé, c'est-à-dire qu'il ne rejoint pas le radius au niveau du relief latéral d'insertion."

Nous avons examiné la zone de contact entre les parties proximales du radius et de l'ulna. Une **synostose complète** comprend une synostose **crânio-caudale** et une synostose **latérale**. La première est réalisée au niveau de la *circumferentia articularis* et résulte de la fusion de la surface articulaire pour le radius – sur la face crâniale de l'ulna - et de la surface articulaire pour l'ulna – sur la face caudale du radius. La seconde se produit entre le processus coronoïde latéral de l'ulna et le relief latéral d'insertion du radius. Dans le cas d'une synostose complète, la fusion concerne donc toute la zone de jonction entre les deux os, y compris dans leur partie latérale: suivant la description de BOESSNECK *et al.*, seule la partie complètement proximale est épargnée, et une fente peut persister partiellement du côté médial. Une **synostose seulement latérale** concerne uniquement la partie latérale des deux os: le processus coronoïde latéral de l'ulna est fusionné avec le relief latéral d'insertion du radius. Lorsque cette fusion n'est que **partielle**, la ligne latérale de soudure entre les deux parties est encore visible.

Parmi notre corpus d'individus adultes, toutes les chèvres et la grande majorité des bouquetins présentent une synostose complète. Quatre bouquetins adultes (11%) présentent une synostose seulement latérale²³. Chez une chèvre adulte²⁴ (5%), la synostose latérale n'est que partielle, alors que la synostose crânio-caudale est complète.

Les quatre spécimens de *sibirica* examinés – y compris deux subadultes – présentent tous une synostose proximale complète. Chez *nubiana* (un subadulte), la synostose est également complète. Par contre, seule l'une des trois chèvres égagres étudiées (toutes adultes) présente une synostose complète dans la zone crânio-caudale, mais partielle au niveau latéral; chez les deux autres spécimens, nulle trace de synostose n'est visible.

Chez le chamois et le chevreuil, le radius et l'ulna ne sont réunis que par une syndesmose; nous n'avons observé aucune trace de synostose, quel que soit l'âge individuel. Il en va de même pour les spécimens de *pyrenaica* et d'*ornata* examinés.

Toute trace de synostose est généralement absente chez les moutons de notre corpus. D'après BOESSNECK *et al.*, il peut exister une synostose crânio-caudale sur une courte distance (cf. *supra*), ce que nous n'avons pas observé; en revanche, ces auteurs n'ont relevé, parmi tout leur matériel, qu'un seul spécimen de mouton présentant une fusion de la partie latérale. C'est également notre cas: chez un mâle subadulte du Soudan, âgé de 2 ans, la synostose latérale est complète – alors que les deux os ne sont pas soudés crânio-caudalement. Ce cas de figure a également été constaté chez l'un des trois *orientalis*; toute trace de synostose est absente chez les deux autres, ainsi que chez *ammon* et *musimon*. CLUTTON-BROCK *et al.* (p.33) ont testé ce critère sur des moutons soay (n=44): la plupart des spécimens (70%) sont de type "mouton" ("les corps du radius et de l'ulna ne sont pas fusionnés proximale"); mais 25% des cas présentent un aspect intermédiaire ("fusion proximale partielle"²⁵), alors que deux spécimens sont de type "chèvre" ("fusion proximale").

²³ Il s'agit de femelles âgées de 7 ans, 8 ans, environ 10 ans et 16 ans.

²⁴ Une femelle dont l'âge n'est pas connu.

²⁵ Les auteurs ne précisent pas à quel endroit.

Déroulement de la synostose proximale chez la chèvre et le bouquetin

Parmi les radio-ulnaires de chèvres et de bouquetins subadultes (le distum radial n'est pas complètement soudé à la diaphyse), plusieurs spécimens présentent une synostose seulement latérale ou absente (tableau suivant).

RAD-ULN a1: Liaison entre le radius et l'ulna: synostose proximale crânio-caudale (subadultes et jeunes)			
	<i>C.hircus</i> (14 subadultes)	<i>C.ibex</i> (9 subadultes ²⁶)	<i>C.ibex</i> (4 jeunes ⁴)
Complète 🍏	5 (36%)	4 (45%)	0
Seulement latérale 🍏	3 (21%)	2 (22%)	0
Absente	6 (43%)	3 (33%)	4
🍏 latérale partielle	3 (21%)	0	0

A ces observations il faut ajouter celle d'une chèvre subadulte chez laquelle la fusion crânio-caudale est complètement réalisée, alors que la fusion latérale fait défaut. Les trois cas de fusion latérale partielle chez la chèvre correspondent à deux synostoses seulement latérales et à une synostose complète.

D'après les observations réalisées sur les spécimens adultes et subadultes de chèvres et de bouquetins, il semble que la fusion proximale débute au niveau du relief latéral et s'achève par la synostose crânio-caudale. Mais l'inverse peut également se produire – tout au moins l'avons-nous observé chez la chèvre. Ces données, jointes à celles des synostoses diaphysaire et distale (cf. *infra*, critères RAD-ULNf1 et RAD-ULNh1), révèlent également que la fusion entre le radius et l'ulna est réalisée de proximal à distal.

Nous avons fait la relation entre les données présentées dans les tableaux (RAD-ULN a1 subadultes et adultes) et le stade de fusion épiphysaire de l'ulna. Rappelons que les spécimens sont désignés comme adultes, subadultes ou jeunes en fonction du stade de fusion épiphysaire du radius, indépendamment de celui de l'ulna. Les données obtenues sont similaires pour les deux espèces du genre *Capra*, c'est pourquoi nous les avons regroupées et pouvons les résumer de la manière suivante:

- lorsque le proximum radial n'est pas soudé à la diaphyse (spécimens jeunes), le proximum de l'ulna ne l'est pas non plus et la synostose est toujours absente.
- à un proximum ulnaire non épiphysé correspond généralement un distum radial non fusionné ou en cours de fusion (spécimens subadultes²⁷). Pour ces cas, nous avons

²⁶ L'échantillon comprend des spécimens de la collection de Munich qui n'ont été testés que pour ce critère.

comptabilisé 5 synostoses complètes, 5 seulement latérales et 8 absentes, ainsi qu'un cas correspondant à une synostose crânio-caudale complète mais une synostose latérale absente.

- à un proximum ulnaire en cours d'épiphyssation correspond également un distum radial non fusionné ou en cours de fusion (spécimens subadultes). Pour ces cas, nous avons comptabilisé 3 synostoses complètes.
- à un proximum ulnaire complètement soudé à la diaphyse correspond généralement un distum radial épiphysé (spécimens adultes); mais dans deux cas d'exception, la fusion du distum avec la diaphyse n'est pas complètement réalisée. Dans le premier cas (bouquetin), ce processus de fusion touche à sa fin, et la synostose est complète. Mais dans le second cas (chèvre²⁸), la fusion de l'épiphyse distale n'a pas débuté, et toute trace de synostose est absente.

Chronologie de la synostose proximale et estimation de l'âge individuel chez la chèvre et le bouquetin

Lorsque la soudure du proximum ulnaire avec la diaphyse n'a pas encore débuté, la synostose proximale est absente ou seulement latérale chez la majorité des spécimens. Lorsque la fusion du proximum ulnaire est achevée, la synostose est complète chez tous les spécimens examinés, à l'exception d'un seul. Nous en déduisons que la période au cours de laquelle se réalise la synostose proximale correspond à peu près à celle de la fusion du proximum ulnaire.

Les données de la littérature sont quelque peu hétérogènes concernant l'intervalle de temps au cours duquel la soudure du proximum ulnaire est réalisée chez la chèvre. Pour les caprinés domestiques²⁹, cet intervalle est de 25-35 mois d'après BARONE (1976), et de 36-42 mois d'après LESBRE (1897, cité par CURGY 1965³⁰). NODDLE (1974) donne une fourchette comprise entre 24 et 31 mois pour les femelles de chèvre domestique, et fait remarquer le retard important observé chez les castrats ainsi que chez les chèvres marronnées. D'après les données de RAJTOVA (1974) pour la chèvre domestique, la fusion du proximum ulnaire débute dès l'âge de 11 mois et se termine au plus tard à l'âge de 3 ans et

²⁷ Une exception concerne une chèvre chez laquelle le distum est pratiquement épiphysé (GE 252.5); dans ce cas, la synostose est absente.

²⁸ MO 25289.

²⁹ données regroupant la chèvre et le mouton.

³⁰ et par d'autres auteurs: ZIETZSCHMANN & KRÖLLING (1955) et SMITH (1956).

demi. Cet auteur fait également remarquer l'existence d'un décalage entre mâles et femelles en ce qui concerne les dates de fusion épiphysaire.

D'après l'âge des spécimens subadultes de chèvre examinés dans le cadre de notre analyse de la synostose proximale³¹, et en faisant abstraction de l'un des cas³², nous pouvons dire que la synostose n'a pas débuté à l'âge de 7-9 mois et qu'elle est terminée à l'âge de 2-3 ans. Ces données, certes peu précises, ne sont pas en contradiction avec celles citées plus haut. Nous pouvons finalement admettre que, chez la chèvre, la synostose entre le radius et l'ulna se produit **entre 2 et 3 ans** dans la majorité des cas. Mais, comme nous l'avons vu, il faut également compter avec des exceptions.

Pour le bouquetin, nos observations ont révélé que l'épiphysation du proximum ulnaire se produit dans l'intervalle d'âge individuel compris entre 2 et 8 ans (**cf. tab. 4.9**); l'étendue de cet intervalle est due à la grande différence existant entre les femelles (2-3 ans) et les mâles (7-8 ans). D'après l'âge des spécimens subadultes examinés dans le cadre de notre analyse de la synostose proximale³³, celle-ci n'a pas commencé à l'âge de 3 ans et demi et est terminée à l'âge de 7 ans. Selon COUTURIER (1962, p.132), les deux os sont faciles à séparer jusqu'à l'âge de 4 ans et sont soudés au plus tard à partir de la 6^e année, ce qui donne une fourchette comprise **entre 4 et 6 ans**. Cet intervalle est en accord avec nos données, mais il est peut-être un peu trop restreint³⁴.

Il n'est ainsi malheureusement pas possible de donner un âge précis basé sur le stade d'avancement de la synostose proximale chez le bouquetin ou la chèvre. Cela est en partie dû à nos données lacunaires – le manque de spécimens d'âges intermédiaires ne nous permet pas de préciser les intervalles. Mais il faut également admettre que la variabilité individuelle – sous l'influence de l'environnement – constitue une limitation importante.

³¹ Seuls quelques spécimens sont d'âge connu; la synostose est absente chez deux individus âgés de 7-9 mois, et complète chez deux individus âgés de 2-3 ans ainsi que chez un individu âgé de 5 ans.

³² Un spécimen "divergent" (GE 252.5) ne cadre pas avec ces données: âgé de 4-5 ans, le distum radial pratiquement épiphysé – mais le proximum ulnaire non épiphysé, il ne présente aucune trace de synostose proximale.

³³ Seuls quelques spécimens sont d'âge connu; la synostose est absente chez une femelle âgée de 2 ans et 3 mois et un mâle âgé de 3 ans et 3 mois, et complète chez trois mâles âgés de 7 ans, 6-8 ans et 7-8 ans. L'étagne provient d'un parc zoologique, mais les mâles sont tous des spécimens sauvages des Alpes suisses.

³⁴ La plupart des observations de COUTURIER sont basées sur des mâles. Or il est probable que la synostose ait lieu plus tôt chez les femelles.

Diagnose de fragments proximaux de radius et d'ulna

Les observations réalisées nous permettent de donner les indications suivantes concernant la diagnose de fragments proximaux de radius et/ou d'ulna.

- en présence des **proximums du radius et de l'ulna unis par une synostose**, il s'agit très probablement de l'une des deux espèces du genre *Capra*. L'âge de l'individu peut alors être estimé à au moins 2 ans s'il s'agit d'une chèvre, et au moins 4 ans s'il s'agit d'un bouquetin³⁵. Mais il faut tout de même examiner l'étendue de la fusion, car il pourrait exceptionnellement s'agir d'un mouton.
- en présence d'un **proximum radial isolé**, il n'est pas possible d'affirmer qu'il ne s'agit pas d'une chèvre ou d'un bouquetin subadultes – cela même si le proximum radial est complètement soudé à la diaphyse et à plus forte raison si le processus de fusion épiphysaire n'est pas terminée. Si d'autres critères permettent finalement de désigner l'une ou l'autre de ces espèces, l'âge individuel peut être estimé à 3 ans au plus pour une chèvre, et 6 ans au plus pour un bouquetin.
- en présence d'un **proximum ulnaire isolé**, trois cas de figure peuvent se présenter:
 - a) l'épiphysation du proximum ulnaire n'a pas débuté: il pourrait très bien s'agir d'une chèvre ou d'un bouquetin subadultes. Si cela s'avère vrai, les âges peuvent être attribués comme pour le cas précédent³⁶.
 - b) l'épiphysation du proximum ulnaire est en cours: d'après nos observations, la synostose devrait être réalisée s'il s'agissait de l'une ou de l'autre des deux espèces du genre *Capra*. Mais, par prudence, cette possibilité ne peut pas être complètement exclue. Les âges à attribuer à une chèvre ou à un bouquetin sont les mêmes que pour le cas a).
 - c) l'épiphysation du proximum ulnaire est achevée: il ne s'agit très vraisemblablement pas de l'une des espèces du genre *Capra*, puisque le spécimen est probablement adulte.

Dans les cas où la synostose est absente et qu'il n'est pas possible d'exclure les spécimens subadultes de l'une ou l'autre des espèces du genre Capra, on peut se référer à d'autres critères concernant les surfaces impliquées dans la fusion proximale: critère a2 si l'on dispose du radius et de l'ulna; critères RADb1, RADb2 et RADb3 pour le radius seul; critère ULNj5 pour l'ulna.

³⁵ Si la synostose n'est réalisée que dans la partie latérale, il n'est pas possible de donner un âge. Nous avons vu en effet que, comme un certain nombre de spécimens subadultes de chèvre et de bouquetin, certaines femelles de bouquetin âgées ne présentent qu'une synostose latérale.

³⁶ Pour le bouquetin, il est possible d'obtenir des âges plus précis si l'on connaît le sexe de l'individu et que l'on considère les dates correspondantes pour la fusion du proximum ulnaire (tab. 4.7 et 4.8).

RAD-ULN a2: Prolongement du processus coronoïde latéral de l'ulna sur le radius						
VUE CRANIALE, PL.IX		<i>R.rupicapra</i> (n=63)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=35)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
E	Jusqu'à moitié	54%	5%	0%	0%	91%
A	Intermédiaire	46%	64%	3%*	0%	9%
B	Jusqu'au bord	0%	26%	6%*	0%	0%
C,D	Enveloppant	0%	5%*	91%	100%	0%

Chez le mouton, il arrive que le processus de l'ulna se prolonge **jusqu'au bord** latéral de la surface articulaire du radius. Chez le chamois et le chevreuil, au contraire, il est fréquent que le processus coronoïde de l'ulna ne se prolonge que jusqu'à la **moitié** du bord caudal de la facette latérale (ou très peu au-delà). Pour le chamois, cet aspect a également été observé chez les trois spécimens d'*ornata* (aspect "intermédiaire" chez *pyrenaica*). Le mouton et le chamois présentent souvent un aspect **intermédiaire**, qui correspond au prolongement du processus coracoïde un peu au-delà de la moitié du bord caudal de la facette latérale.

Ce critère permet également de distinguer les représentants du genre *Capra* des autres espèces. Le bouquetin et la chèvre présentent en effet un aspect particulier, en relation directe avec la fusion des parties latérales du radius et de l'ulna (*cf. critère RAD-ULN a1*): le processus coronoïde latéral de l'ulna se prolonge sur le radius et **enveloppe** ainsi le bord caudo-latéral du proximum radial. Cela est évidemment le cas lorsque la fusion entre les deux parties est réalisée, mais se produit également lorsque celle-ci n'a pas encore débuté. Ces observations nous permettent également de décrire le déroulement de la synostose latérale: avant le début de la fusion, le processus coronoïde latéral de l'ulna se prolonge loin en direction latérale, jusqu'à rejoindre la partie caudale du relief latéral d'insertion du radius. Le relief latéral du radius "participe" également en s'étirant en direction caudale afin que la fusion soit réalisée – d'où la formation de la crête décrite à propos du *critère RADb2*. BOESSNECK *et al.* ont aussi fait remarquer que la fusion a généralement lieu sur la partie caudale du relief latéral – et non pas latéralement: "souvent, chez la chèvre, le relief latéral d'insertion du radius est étiré en direction caudale et la réunion des deux os se produit sur la face caudale, près du bord latéral."

Tous les spécimens de *sibirica* – chez lesquels la synostose latérale est complètement réalisée – présentent un aspect "enveloppant". Cet aspect a également été observé chez l'une des trois chèvres égagres, qui présente une synostose latérale partielle. Les deux autres spécimens, chez lesquels toute synostose fait défaut, présentent un aspect "enveloppant" pour l'un et un prolongement jusqu'au bord pour l'autre. Un aspect

"enveloppant" a également été observé chez deux spécimens subadultes de moutons du Soudan, dont l'un présente une synostose latérale complète.

RADIUS - PROXIMUM

Les critères RADb1–RADb5 concernent la face caudale du proximum radial, impliquée dans la jonction avec l'ulna. En raison de la fusion proximale des deux os, réalisée chez la plupart des spécimens de chèvre et de bouquetin de notre corpus, l'effectif pour ces deux espèces est extrêmement réduit (d'où les chiffres en gris). Les trois premiers critères (RADb1–RADb3) semblent tout de même très utiles pour la reconnaissance de spécimens subadultes du genre *Capra*. Les deux derniers critères (RADb4–RADb5) visent plutôt à permettre la distinction entre le chamois, le mouton et le chevreuil, et les aspects relevés sur les chèvres et bouquetins ne sont mentionnés qu'à titre indicatif.

RAD b1: Zone de contact avec l'ulna: rugosité						
VUE CAUDALE, PI.VIII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=21)
C	Importante	0%	7%	33%	50%	5%
B,E	Intermédiaire	7%	50%	33%	50%	67%
A	Très faible	93%	43%	33%	0%	28%

RAD b2: Zone de contact avec l'ulna: crête latérale						
VUE CAUDALE, PI.VIII		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
C	Marquée	0%	3%	67%	100%	0%
	Intermédiaire	0%	27%	33%	0%	0%
A,B,E	Absente	100%	70%	0%	0%	100%

BOESSNECK *et al.* (p.67) ont décrit l'aspect de la surface caudale du radius chez la chèvre et le mouton, lorsque la fusion entre les extrémités proximales des deux os n'a pas encore été réalisée: "Chez la chèvre, la surface de contact est plus grande, fortement bosselée, souvent à bords anguleux et s'étend plus loin en direction distale que chez le mouton. Chez ce dernier, la surface de contact est plus petite et n'est anguleuse et bosselée que chez certains vieux animaux." PRUMMEL & FRISCH ont résumé les différences entre les deux espèces: "La surface est étroite et à bord tranchant chez la chèvre, plus large chez le mouton".

Certains de nos spécimens de chèvre et de bouquetin présentent une **rugosité** importante – on peut voir et sentir au toucher que cette partie est en cours de fusion – mais

ce n'est pas toujours le cas. Une autre caractéristique nous semble plus remarquable: il s'agit de la présence d'une **crête** située sur la face caudale, au niveau du relief latéral d'insertion; sa structure indique également que le processus de fusion est en cours: c'est dans cette zone que la synostose entre le processus coronoïde de l'ulna et le relief latéral d'insertion sera réalisée, ce qui est également bien visible en vue proximale (Planche VIII, (C) et (D)). En fait, le développement de ces deux caractéristiques dépend du stade de progression de la fusion entre les deux os, et donc de l'âge des individus. Les trois spécimens de chèvre reflètent assez bien les différents étapes du processus³⁷: chez l'un d'eux, la rugosité est très faible et le développement de la crête seulement ébauchée (état **intermédiaire** du **critère b2**), correspondant à l'existence d'un relief à peine distinct. Chez le deuxième individu, la rugosité est déjà plus importante (état **intermédiaire** du **critère b1**), qui correspond à une surface un peu mamelonnée – et la crête est bien distincte. Chez le troisième spécimen finalement, une nette rugosité et une crête marquée sont présentes.

Nos résultats révèlent également que le mouton peut ressembler à la chèvre pour les deux critères considérés. Il s'agit cependant de cas exceptionnels, et aucun individu ne cumule les deux aspects caractéristiques des représentants du genre *Capra*. Chez le chamois, la zone de contact avec l'ulna est presque toujours faiblement bosselée et sans trace de rugosité.

RAD b3: Zone de contact avec l'ulna: facette diarthroïdale latérale						
VUE CAUDALE, PI.VIII		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Etendue	0%	0%	67%	100%	0%
B	Intermédiaire	12%	77%	33%	0%	39%
A,E	Limitée	88%	23%	0%	0%	61%

Une autre caractéristique observée chez la plupart des chèvres et bouquetins subadultes de notre petit corpus est également en relation avec la future synostose latérale (*cf. critère RAD-ULNa1*), puisque la facette diarthroïdale latérale, qui répond au processus coronoïde latéral de l'ulna, s'étend pratiquement jusqu'au bord latéral du proximum radial.

Chez la grande majorité des chamois, ce caractère présente un aspect très différent: la facette latérale est **limitée**, c'est-à-dire qu'elle est étroite et ne s'étire pas vers le bord latéral

³⁷ Les deux premiers individus mentionnés sont, respectivement, un mâle âgé de 9 mois environ et une femelle âgée de 7 mois environ; le sexe et l'âge du troisième individu ne sont pas connus.

du proximum. Le mouton présente le plus souvent un aspect intermédiaire, ni complètement étendu ni vraiment limité.

Ce critère RADb3 est en relation avec le critère RADb5.

RAD b4: Facette diarthroïdale latérale répondant à l'ulna: hauteur						
VUE CAUDALE, PI.VIII		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
B	Peu élevée	0%	69%	33%	50%	46%
C,E	Intermédiaire	48%	31%	67%	50%	41%
A	Elevée	52%	0%	0%	0%	13%
E / C	Intermédiaire 1 / 2	7% / 38%	20% / 10%	33% / 33%	0% / 50%	23% / 18%

RAD b5: Facette diarthroïdale latérale répondant à l'ulna: orientation						
VUE CAUDALE, PI.VIII		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
B,C	Très oblique	2%	53%	33%	50%	23%
E	Intermédiaire	23%	19%	67%	50%	32%
A	Peu oblique	76%	28%	0%	0%	45%

Ces deux caractères peuvent permettre de distinguer le chamois du mouton. Chez ce dernier, la facette latérale est souvent **peu élevée**, c'est-à-dire que son bord proximal ne dépasse pas le niveau de celui de la facette médiale; souvent, elle présente également une orientation nettement **oblique**, étirée dans le sens médio-latéral. Chez *orientalis* (un seul spécimen) nous avons observé une facette peu élevée mais assez verticale, chez *ammon* une facette peu élevée et oblique.

Chez le chamois, la facette latérale est généralement **élevée**, c'est-à-dire qu'elle dépasse nettement le bord proximal de la facette médiale, et son orientation est peu oblique, c'est-à-dire assez verticale. Nous avons également observé cette combinaison chez les trois *ornata*, ainsi que chez *pyrenaica*.

Le critère RADb5 est en relation avec le critère ULNj6, qui décrit l'aspect de la facette diarthroïdale latérale de l'ulna.

RAD c1: Bord médial de la surface articulaire proximale: saillie						
VUE CRANIALE, PI.IX		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=43)	<i>C.hircus</i> (n=35)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
E	Très faible	43%	7%*	3%*	0%	100%
A,B,C	Intermédiaire	57%	70%	45%	7%*	0%
D	Très forte	0%	23%	52%	93%	0%
A / B,C	Intermédiaire 1 / 2	41% / 16%	40% / 30%	14%* / 31%	0% / 9%*	0% / 0%

Ce caractère est très constant chez le chevreuil qui présente toujours une **très faible** saillie, puisque le bord proximo-médial ne s'étire pratiquement pas en direction médiale.

D'après PRAT (p.311), le chamois présente un bord moins en saillie que celui du bouquetin. Nous avons pu vérifier la différence existant entre ces deux espèces mais aussi, plus généralement, entre le chamois et les autres caprinés. Les risques de confusion existent, mais il faut remarquer que les spécimens de mouton, de chèvre ou de bouquetin qui présentent une faible saillie sont tous des subadultes. Cela suggère que le développement de ce caractère s'amplifie avec l'âge.

Nous avons observé une très faible saillie chez *ornata* et *pyrenaica*. Les spécimens de *sibirica* présentent tous une très forte saillie, mais nous avons constaté un aspect "intermédiaire 2" chez *nubiana* (subadulte). Les représentants sauvages d'*Ovis* et les chèvres égagres présentent les aspects "très fort" ou "intermédiaire".

RAD c2: Bord médial de la surface articulaire proximale: lèvre médio-crâniale						
VUE CRANIALE, PI.IX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
E	Très faible	0%	11%	0%	0%	82%
B	Intermédiaire	40%	65%	29%	28%	18%
A;C,D	Bourrelet	60%	24%	71%	72%	0%

Cette lèvre est très faible chez la majorité des chevreuils, alors que nous avons souvent constaté la présence d'un bourrelet assez saillant chez les caprinés.

RAD c3: Bord crânial de la surface articulaire proximale: processus coronoïde						
VUE CRANIALE, PL.IX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B	Pointe	12%	33%	10%	10%	0%
A,C,D	Intermédiaire	51%	60%	45%	73%	0%
E	Faible	37%	7%	45%	17%	100%

Le relief crânio-caudal de la surface articulaire proximale forme, à son extrémité crâniale, une saillie nommée processus coronoïde. Chez plusieurs moutons, cette saillie forme une **pointe** bien distincte. Chez le chevreuil au contraire, le développement du processus coronoïde est toujours faible.

L'aspect du relief crânio-caudal est décrit au critère RAdE13.

RAD c4: Surface articulaire proximale: inclinaison						
VUE CRANIALE, PL.IX		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Marquée	78%	8%	17%	0%	31%
C,D,E	Intermédiaire	20%	30%	40%	45%	52%
B	Très faible	2%	62%	43%	55%	17%

Ce critère concerne essentiellement la partie médiale de la surface articulaire proximale; son examen requiert de considérer le proximum en position complètement crâniale, à hauteur des yeux. Même ainsi, il est très facile de passer d'un état à l'autre; l'utilisation du critère est donc un peu délicate.

Chez la plupart des chamois de notre corpus, nous avons constaté une inclinaison **marquée** de la surface articulaire proximale (ou "plateau radial"); dans ce cas, le bord caudal du plateau dépasse – en direction proximale – en arrière du bord crânial, de sorte qu'une grande partie de la surface articulaire est visible en vue crâniale. Chez les autres espèces de caprinés, et en particulier chez le mouton, le plateau radial présente souvent une **très faible** inclinaison; en conséquence, la partie visible de la surface articulaire forme une bande très étroite dans sa partie médiale.

L'inclinaison de la facette latérale de la surface articulaire proximale est décrite, en vue latérale, par le critère suivant (RADd1).

RAD d1: Surface articulaire proximale, facette latérale: inclinaison						
VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=35)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Forte	88%	2%	9%	43%	4%
C,D,E	Intermédiaire	12%	17%	48%	52%	44%
B	Faible	0%	81%	43%	5%	52%
	nulle	0%	7%	0%	0%	0%

Chez la grande majorité des chamois, nous avons observé une **forte** inclinaison de la facette latérale, dont la partie caudale s'étire en direction proximale; cela se reflète par un net dénivellement entre les bords crânial et caudal de la facette. Cet aspect, observé chez *ornata* et *pyrenaica*, est également assez fréquent chez le bouquetin.

Chez les autres espèces, et en particulier chez le mouton, l'inclinaison de la facette latérale est souvent **faible**: la partie crâniale est assez horizontale et la partie caudale s'étire moins en direction proximale; en conséquence, la différence de hauteur entre les deux bords est plus réduite. Cet aspect a été observé chez *musimon*, *orientalis* et *ammon*, ainsi que chez *nubiana* et les trois chèvres égagres.

RAD d2: Relief latéral d'insertion: sillon						
VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=34)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
C,D,E	Présent	19%	28%	62%	93%	86%
B	Intermédiaire	27%	36%	26%	7%	9%
A	Absent	54%	36%	12%	0%	5%

Ce critère a été proposé par BOESSNECK *et al.* (p.70) pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la majorité des chèvres, la saillie latérale comporte, entre le bord délimitant latéralement la surface articulaire et le relief latéral d'insertion, un **sillon** orienté crânio-caudalement. Mais ce caractère est plus ou moins marqué et peut aussi manquer. Chez le mouton, le sillon manque généralement, mais peut aussi être présent."

Nos observations reflètent les limites précisées par BOESSNECK *et al.*, puisque ce caractère est extrêmement variable chez les chèvres et moutons de notre corpus. Un sillon a également été observé chez *ammon* et *musimon*.

Ce caractère est par contre assez constant chez le chevreuil ainsi que chez le bouquetin, qui présentent presque toujours un sillon. Ce dernier est absent chez l'un des

sibirica mais présent chez les trois autres. Un aspect **intermédiaire** correspond à la présence d'un très léger sillon situé juste sous le bord de la surface articulaire, ou d'un sillon interrompu dans son développement crânio-caudal.

RAD d3: Relief latéral d'insertion: forme						
VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=34)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A,B,E	Bosse	95%	71%	32%	7%*	32%
C	Replat	3%	29%	44%	18%	9%
D	Creux 🍏	2%	0%	24%	75%	59%
	🍏 très creux	0%	0%	6%	36%	0%

Le relief latéral prend généralement la forme d'une bosse chez le chamois et le mouton, alors que chez le bouquetin il forme au contraire un creux d'autant plus marqué que le relief est développé en direction latérale. Un aspect "creux" – parfois "très creux" – a également été observé chez *sibirica*.

Selon PUCHER & ENGL (p.42), "chez le chamois, ce relief ne se trouve pas aussi près de la surface articulaire que chez le mouton, mais au contraire un peu éloigné en direction distale". Nous avons observé une variabilité importante chez les deux espèces concernées, et cette description ne convient pas pour les différencier.

Les critères RAdE1 et RAdE2, qui concernent le développement du relief latéral d'insertion en direction latérale (RAdE1) ou crâniale (RAdE2), sont plus informatifs que le critère RAdE3.

RAD e1: Relief latéral d'insertion: développement en direction latérale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=32)	<i>C.ibex</i> (n=41) ³⁸	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Faible	3%	10%*	63%	20%	13%
A,D,E	Intermédiaire	58%	27%	37%	78%	83%
B	Fort	39%	63%	0%	2%	4%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.70), il s'agit du meilleur caractère – au niveau de l'extrémité proximale du radius – pour la discrimination entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le mouton, ce relief est plus développé, c'est-à-dire plus grand, plus charnu; dans un seul cas d'exception, ce relief était aussi important chez la chèvre que chez le mouton". PRUMMEL & FRISCH (p. 570) ont confirmé l'utilité de ce caractère: "Chez la chèvre, le relief latéral est beaucoup plus petit, moins étendu latéralement et proximement".

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.33) ont testé ce critère sur des moutons soay (n=42): presque tous les spécimens (98%) sont du type "mouton" ("le relief latéral forme une saillie"); dans un seul cas, cette saillie est absente comme dans le type "chèvre".

Nos résultats confirment la pertinence de ce critère dans le cadre de la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques, bien que les cas intermédiaires ne soient pas rares et qu'il existe aussi quelques exceptions (cf. *infra*). Le développement du relief latéral est faible chez les trois chèvres égagres, alors que *musimon* et *ammon* présentent un fort développement, et les trois *orientalis* un aspect intermédiaire.

En accord avec les observations de WOLFF (p.105), PUCHER & ENGL (p.42) ont décrit chez le chamois un relief latéral d'insertion bien développé, semblable à celui du mouton et différent de celui de la chèvre. Nous constatons que la plupart des chamois présentent un aspect "intermédiaire", ce qui implique, comme d'ailleurs pour le mouton, un risque de confusion avec la chèvre. Un aspect "peu développé" a été observé chez *pyrenaica*, alors que les spécimens d'*ornata* présentent un aspect intermédiaire.

Les observations réalisées chez la chèvre, le bouquetin et le chevreuil ne révèlent aucune différence entre spécimens adultes et subadultes. Chez le chamois et le mouton, les cas correspondant à un fort développement comprennent une proportion plus importante de spécimens adultes, et tous les moutons qui présentent un faible développement sont des subadultes. Ces observations suggèrent une certaine influence de l'âge pour les espèces chez lesquelles le développement du relief latéral prend le plus d'importance.

Le développement du relief latéral en direction crâniale (critère RAd2) constitue un meilleur critère que RAd1 pour la distinction entre le chamois et le mouton.

Pour les caprinés, ce caractère a été exprimé à l'aide d'un indice; dans certains cas seulement, qui correspondent à un fort développement du relief latéral chez le mouton, l'indice peut permettre la distinction entre cette espèce et le chamois (§ 3.5.3, tab. 3.70).

RAD e2: Relief latéral d'insertion: développement en direction crâniale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=32)	<i>C.ibex</i> (n=41) ³⁹	<i>C.capreolus</i> (n=23)
A	Faible	57%	2%*	13%	27%	0%
B,C,D	Intermédiaire	43%	74%	81%	71%	39%
E	Fort	0%	24%	6%	2%	61%

Chez plus de la moitié des chamois examinés, nous avons remarqué le **faible** développement du relief latéral en direction crâniale, de sorte qu'il ne s'étend que jusque vers le milieu du bord latéral. Cet aspect a également été observé chez *ornata* (aspect intermédiaire chez *pyrenaica*). Chez le mouton, nous avons le plus souvent constaté un aspect **intermédiaire**: le relief d'insertion dépasse le milieu du bord latéral mais sans atteindre le bord crânial de la surface articulaire. Certains spécimens présentent un **fort** développement du relief latéral, qui se prolonge jusqu'au bord crânial de la surface articulaire du radius. Le "fort développement" constaté chez de nombreux chevreuils résulte du fait que, comme le bord latéral est peu développé dans le sens crânio-caudal (*cf. critère RAd3*), le relief latéral occupe toute sa longueur.

Nous avons constaté un aspect "fort" ou "intermédiaire" chez *orientalis*, *musimon* et *ammon*, et un aspect intermédiaire chez les chèvres égagres. L'un des *sibirica* présente un aspect "fort" (aspect intermédiaire chez les autres).

³⁸ La proportion de cas "faibles" n'était que de 9% (spécimens subadultes) avant l'ajout de 14 spécimens de la collection de Munich.

³⁹ La proportion de cas "faibles" n'était que de 13% avant l'ajout de 14 spécimens de la collection de Munich.

RAD e3: Surface articulaire proximale: forme						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
E	Trapèze	0%	3%	0%	0%	96%
A,B	Intermédiaire	72%	61%	41%	50%	4%
C,D	Rectangle	28%	36%	59%	50%	0%

La surface articulaire proximale du chevreuil présente une forme caractéristique. Le diamètre antéro-postérieur de la facette latérale – qui constitue la partie latérale de la surface articulaire – est sensiblement réduit par rapport à celui de la partie médiale. Ceci est notamment dû au fait que le bord crânial de la facette articulaire latérale est très peu développé en direction crâniale. En conséquence, la surface articulaire proximale est plutôt inscrite dans un **trapèze**. Chez les caprinés au contraire, le proximum s'inscrit plutôt dans un **rectangle**, car le bord crânial de la facette latérale se trouve à peu près au même niveau que celui du reste de la surface articulaire. Les cas **intermédiaires** ressemblent à l'aspect rectangulaire, à la différence que le bord crânial de la facette latérale s'avance moins loin, en direction crâniale, que le bord de la partie de la surface articulaire située médialement.

Pour les caprinés, la forme du proximum radial – plus ou moins étirée en direction médio-latérale – a été décrite à l'aide de deux indices métriques qui permettent une distinction aisée entre le chamois et le bouquetin (§ 3.5.3, tab. 3.67 et 3.69).

RAD e4: Surface articulaire proximale, facette latérale: surélévation						
VUE PROXIMALE, PI.XI VUE CRANIALE, PI.IX		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=35)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
E	Nette	0%	0%	3%	0%	48%
A,D	Intermédiaire	40%	25%	37%	21%	39%
B,C	Faible	60%	75%	60%	79%	13%

Ce caractère a été décrit par HEINTZ (p.46): "La facette externe est nettement surélevée par rapport au reste de la surface articulaire chez les Cervidés, alors que cette dénivellation n'apparaît que peu ou pas du tout chez les Bovidés."

Nos résultats permettent de confirmer l'utilité de ce critère pour la distinction entre les caprinés et le chevreuil. Chez ce dernier, nous avons en effet souvent observé une facette latérale très **nettement surélevée** par rapport au reste de la surface articulaire; cet aspect est caractérisé par une transition abrupte entre le bord médial de la facette et la gorge médiane de la surface articulaire. Cette distinction n'est cependant pas valable dans

tous les cas puisque, comme les caprinés, près de la moitié des chevreuils de notre corpus présentent un aspect **intermédiaire**: la facette est assez surélevée, mais sans transition très abrupte. Les caprinés présentent le plus souvent une **faible** surélévation et ainsi le bord médial de la facette latérale descend progressivement vers la gorge médiane.

La facette latérale du radius répond au capitulum de l'humérus; par conséquent, ce critère est en relation avec le critère HUMc3.

RAD e5: Surface articulaire proximale, partie médiale: bord crânial						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A,B	Courbe	72%	67%	4%	0%	4%
E	Intermédiaire	28%	33%	42%	56%	82%
C,D	Anguleux	0%	0%	54%	44%	14%

Selon BOESSNECK *et al.* (p.71), le bord médio-crânial est courbe chez le mouton alors qu'il forme un angle chez la chèvre. Mais les auteurs font remarquer que ce caractère est variable.

D'après nos observations, et malgré l'existence de cas intermédiaires, ce critère peut être utile dans le cadre de la discrimination entre les deux espèces domestiques. Chez une seule chèvre (naine d'Afrique), le bord présente un aspect courbe. Par ailleurs, nous avons observé un aspect "anguleux" ou "intermédiaire" chez les chèvres égagres, ainsi que les aspects "arrondi" chez *musimon* et *ammon*, et "arrondi" ou "intermédiaire" chez *orientalis*.

Ce caractère est également assez peu variable chez le chamois et le bouquetin: le bord est courbe ou plutôt courbe (état **intermédiaire 1**) chez le premier, alors qu'il est anguleux ou plutôt anguleux (état **intermédiaire 2**) chez le second. Les différences observées se reflètent également en vue crâniale; en effet, l'aspect "anguleux" est en relation avec le fait que le bord proximal forme une lèvre inclinée en direction distale. C'est d'ailleurs finalement le bord très plat qui en résulte, en vue proximale, qui nous semble le plus caractéristique pour les deux espèces du genre *Capra*. En revanche, lorsqu'il existe une lèvre charnue (*cf. critère RADc2*) située juste en dessous du bord proximal, comme c'est souvent le cas chez le chamois, le bord crânial semble d'autant plus arrondi.

RAD e6: Surface articulaire proximale: bord médial						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B	Courbe	10%	46%	7%*	0%	8%
A,C,E	Intermédiaire	90%	54%	68%	57%	88%
D	Très aigu	0%	0%	25%	43%	4%*
A,E / C	Intermédiaire 1 / 2	74% / 16%	42% / 12%	32% / 36%	17% / 40%	44% / 44%

L'aspect du bord médial, tel que nous l'avons défini, dépend de la forme du bord crânio-médial (*critère RAdE5*) ainsi que de celle du bord caudo-médial. Un bord très aigu est caractéristique des deux espèces du genre *Capra*, et n'a jamais été observé chez le chamois et le mouton. En revanche, un aspect "courbe", fréquent chez le mouton, est exceptionnel chez la chèvre (deux spécimens subadultes).

Nous avons observé les aspects "très aigu" et "intermédiaire" chez les chèvres égagres ainsi que chez *sibirica*, mais pas chez *nubiana* (aspect "courbe"). Nous avons constaté la présence d'un bord courbe chez *ammon*, et un aspect "intermédiaire" chez *musimon* et deux *orientalis*.

RAD e7: Bord caudal de la surface articulaire proximale: extrémité médio-caudale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=2)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A	Dépasse	59%	20%	0%	0%	9%*
B	Intermédiaire	26%	33%	0%	50%	9%
C,D,E	Est dépassée	15%	47%	100%	50%	82%

RAD e8: Bord caudal de la surface articulaire proximale: extrémité médio-caudale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=2)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A	Pointue	22%	3%	0%	0%	0%
B	Intermédiaire	38%	35%	0%	0%	36%
C,D,E	Mousse	40%	62%	100%	100%	64%

Les critères RAdE7 et RAdE8 concernent le bord caudal de la surface articulaire proximale dans sa partie médiale. En raison de la fusion proximale des deux os, ils n'ont que rarement pu être pris en considération pour les deux espèces du genre *Capra*.

WOLFF (p.105) a proposé ce critère pour la discrimination entre le chamois et les caprinés domestiques: "Chez le chamois, le bord médio-caudal de la surface articulaire proximale s'avance contre l'ulna; il constitue le bord le plus postérieur de l'articulation

proximale et forme une pointe qui fait saillie en direction caudale. La chèvre et le mouton ne présentent pas de pointe". PUCHER et ENGL (p.42) ont confirmé ces observations.

L'orientation correcte du proximum – selon son plus grand axe médio-latéral – est importante pour l'observation du premier caractère (e7), car les différences de niveau (lorsque l'extrémité médio-caudale "dépasse" ou "est dépassée") sont faibles. Parmi les chamois de notre corpus, nous avons effectivement observé de nombreux cas chez lesquels cette extrémité médio-caudale – qui répond à l'extrémité médiale du processus coronoïde médial de l'ulna – **dépasse**, en direction caudale, la partie du bord caudal située latéralement. Mais cet aspect ne concerne pas tous les individus et a également été observé chez le mouton. En outre, la présence d'une **pointe** bien distincte par rapport au reste du bord est caractéristique du chamois, mais ne concerne là aussi qu'une minorité de spécimens. Une distinction entre le chamois et le chevreuil peut éventuellement être faite sur la base de ces deux critères.

Un bord formant une pointe (dépassement intermédiaire) a été observé chez l'un des moutons de notre corpus ainsi que chez un *orientalis*. Les quelques chèvres et bouquetins examinés présentent une extrémité médio-caudale plutôt en retrait et mousse, mais ces observations restent à confirmer.

Il nous semble finalement que la différence entre le chamois et les caprinés domestiques réside plutôt dans le fait que, chez le chamois, l'extrémité médio-caudale se projette davantage en direction proximale. La différence est alors visible en vue crâniale et non pas en vue proximale. Mais dans ce cas, il semble que le chevreuil présente également une pointe marquée, contrairement à ce que nous avons relevé en vue proximale. Dans tous les cas, l'illustration réalisée par PUCHER & ENGL (Abb.9/c) ne nous semble pas représentative de la majorité des chamois.

RAD e9: Bord caudal de la surface articulaire proximale: partie médiale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=2)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
E	Peu étiré	22%	0%	0%	0%	32%
A	Intermédiaire	68%	13%	33%	0%	55%
B,C,D	Etiré	10%	87%	67%	100%	13%*
A	Creusé	26%	5%	0%	0%	0%
B	Intermédiaire	44%	36%	0%	0%	36%
C,D,E	Peu creusé	30%	59%	100%	100%	64%

Ce critère prend en considération la partie du bord médial comprise entre l'extrémité médio-caudale décrite précédemment (critères e7 et e8) et la saillie caudale délimitant médialement l'encoche répondant au processus coronoïde latéral de l'ulna. Il nous a semblé, dans un premier temps, que ce critère pouvait permettre de souligner les différences déjà mentionnées (critères e7 et e8) pour la distinction entre le chamois et le mouton, mais les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants.

L'aspect du bord caudal est variable chez le chamois, mais une minorité de spécimens présente un aspect caractéristique; en effet, la combinaison des aspects "peu étiré" et "creusé" est en principe discriminante par rapport aux autres espèces. Chez le mouton au contraire, ce bord est souvent étiré médio-latéralement, c'est-à-dire que son diamètre transverse est relativement grand par rapport à celui la surface articulaire proximale à l'exclusion de la facette latérale.

RAD e10: Bord caudal de la surface articulaire proximale: bord médial de l'encoche répondant au processus coronoïde latéral de l'ulna						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=21)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Vertical	24%	22%	27%	0%	26%
A,B,E	Intermédiaire	27%	35%	37%	5%*	22%
D	Oblique	49%	43%	37%	95%	52%

Ce caractère est variable chez toutes les espèces sauf chez le bouquetin, qui présente presque toujours un bord oblique. Cet aspect a également été observé chez trois *sibirica* (aspect "intermédiaire" chez le quatrième). Il nous semble aussi que cette encoche est souvent profonde chez le chevreuil, mais cela n'a pas été testé précisément.

RAD e11: Surface articulaire proximale: partie du bord caudal située médialement à l'encoche pour l'ulna par rapport au bord caudal de la facette latérale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=33)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
	Même niveau	2%	7%	18%	0%	0%
	Intermédiaire	0%	0%	0%	4%	0%
A,B,C,D,E	Au-delà	98%	93%	82%	96%	100%

BOESSNECK *et al.* (p.70) ont décrit ce critère: "Chez la chèvre, le bord articulaire caudal situé latéralement à l'encoche pour l'ulna fait saillie en direction caudale presque jusqu'à la même hauteur que la partie située médialement et immédiatement à côté de l'encoche. Chez le

mouton, la partie située médialement à l'encoche saille habituellement plus au-delà". Mais les auteurs ont précisé que ce caractère est très variable chez les formes domestiques

Nous n'avons observé l'aspect décrit par BOESSNECK *et al.* comme caractéristique de la chèvre – le bord latéral s'étend caudalement jusqu'au même niveau que la partie médiale – que dans une petite minorité de cas. Chez toutes les espèces, nous avons le plus souvent constaté que la partie médiale s'étend, en direction caudale, **au-delà** de la partie latérale. Cet aspect a également été observé chez *nubiana* et l'un des *sibirica*; chez les trois autres *sibirica* par contre, les deux bords sont au même niveau.

RAD e12: Surface articulaire proximale: petite facette caudale						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=33)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B,C	Distincte	3%	45%	49%	31%	0%
D	Intermédiaire	17%	18%	12%	38%	26%
A,E	Absente	80%	37%	39%	31%	74%

Chez le mouton et les deux espèces du genre *Capra*, nous avons parfois constaté la présence d'une petite facette bien **distincte**, située caudo-médialement par rapport à la gorge médiale. Chez le chevreuil et le chamois, cette facette est généralement absente ou mal définie (état **intermédiaire**). Nous avons observé une facette bien distincte chez *pyrenaica*, tout comme chez *ammon*, et un aspect intermédiaire chez *musimon*.

RAD e13: Surface articulaire proximale: relief crânio-caudal						
VUE PROXIMALE, PI.XI		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
B	Crête	0%	17%	17%	0%	0%
C	Intermédiaire	18%	58%	35%	3%	0%
A,D,E	Faible	82%	25%	48%	97%	100%

Chez les caprinés domestiques, le relief de l'incisure trochléaire répondant à la gorge de la trochlée humérale forme parfois une **crête** assez élevée, qui s'étire depuis le bord crânial (processus coronoïde, *cf. critère RADc3*) jusque vers le milieu de la surface articulaire. Mais cet aspect concerne seulement une faible minorité de cas. Chez les autres espèces, nous n'avons le plus souvent observé qu'un **faible** relief en pente très douce. Un aspect intermédiaire a été observé chez un seul *ibex* et chez l'un des *sibirica*, ainsi que chez *musimon* et *ammon*.

RADIUS ET ULNA - DIAPHYSE

RAD-ULN f1: Zone de contact entre le radius et l'ulna: synostose diaphysaire (adultes)

VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=24)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=14)
C,D	Complète	0%	46%	100%	92%	7%
	Partielle	18%	21%	0%	5%	0%
A,B,E	Absente	82%	33%	0%	3%	93%

RAD-ULN f1: Zone de contact entre le radius et l'ulna: synostose diaphysaire (subadultes)

		<i>R.rupicapra</i> (n=23)	<i>O.aries</i> (n=20)	<i>C.hircus</i> (n=10)	<i>C.ibex</i> (n=8)	<i>C.capreolus</i> (n=9)
	Complète	0%	0%	40%	0%	0%
	Partielle	0%	0%	20%	12%	0%
	Absente	100%	100%	40%	88%	100%

Chez les spécimens adultes de chèvre et de bouquetin, les corps du radius et de l'ulna sont en principe reliés entre eux par une **synostose⁴⁰ complète** qui s'étend sur toute la longueur de la diaphyse située entre les espaces interosseux proximal et distal. Nous avons constaté quelques rares exceptions chez le bouquetin. Chez les individus subadultes de cette espèce, la synostose n'est généralement pas réalisée, ou seulement partiellement. Certaines des chèvres subadultes présentent déjà une synostose complète, mais chez d'autres la fusion n'est que partielle, voire absente. Rappelons que ces observations ne portent que sur un faible effectif de subadultes; les variations constatées entre le bouquetin et la chèvre pourraient résulter de différences dans la composition en âge des corps.

Chez trois chèvres égagres (adultes), nous avons observé une synostose diaphysaire complète. La synostose est également complète chez deux *sibirica* adultes, et partielle ou absente chez deux subadultes. Chez *nubiana* (subadulte), la synostose diaphysaire est partielle.

La plupart des moutons de notre corpus présentent également une synostose complète ou partielle; dans tous les cas, il s'agit d'individus adultes. Parmi les trois *orientalis* (adultes), deux présentent une synostose complète, et le troisième une absence de synostose. La synostose est partielle chez *ammon* et *musimon* (adultes).

Toute trace de synostose est absente chez la plupart des chamois de notre corpus, ainsi que chez les spécimens de *pyrenaica* (subadulte) et *ornata* (adultes). Nous avons

⁴⁰ C'est l'ossification du ligament interosseux qui forme la soudure avec l'ulna (BARONE 1976, p.209).

cependant constaté quelques cas de synostose partielle, uniquement chez des spécimens adultes; il s'agit de sept femelles dont l'âge est compris entre 9 et 16 ans et d'un mâle âgé de 5 ans au moins⁴¹. Dans tous les cas, la partie la plus proximale n'est jamais ossifiée: la fusion ne concerne que la partie distale de la zone de contact diaphysaire ou se poursuit, en direction proximale, tout au plus jusqu'aux deux-tiers de celle-ci. Ces observations corroborent celles de PUCHER & ENGL (p.42): "Les deux os sont fusionnés chez les individus les plus âgés, et seulement dans leur partie distale".

Lorsque cette synostose est absente, on peut considérer le critère RADf2.

Concernant l'espace interosseux proximal

BOESSNECK *et al.* (p.69) ont décrit l'aspect de l'espace interosseux proximal en fonction de la différence d'adhérence des parties proximales chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, l'espace interosseux se termine proximalelement par un bord tronqué, alors que chez le mouton cet espace pénètre en pointe entre les surfaces de contact des deux os". Nous n'avons pas examiné ce critère en détail, mais faisons simplement remarquer qu'il n'est pas valable pour les chèvres chez lesquelles la synostose n'est pas encore réalisée.

PUCHER & ENGL (p.42) ont également décrit ce caractère chez le chamois: "L'espace interosseux proximal n'est jamais fermé – proximalelement et distalelement – en formant un coude, mais au contraire s'enfonce dans les deux directions en formant une pointe".

⁴¹ La plus grande proportion de femelles ne doit pas être interprétée comme une différence sexuelle, car notre corpus comporte, pour les individus âgés, un nombre nettement plus important de femelles que de mâles.

RADIUS - DIAPHYSE

RAD f2: Zone de contact entre le radius et l'ulna, sillon d'insertion du ligament interosseux: partie proximale

VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
B	Creusé	40%	67%	0%	50%	0%
A	Intermédiaire	45%	20%	100%	50%	50%
E	Faible	15%	13%	0%	0%	50%

RAD f3: Zone de contact entre le radius et l'ulna, sillon d'insertion du ligament interosseux: bord proximal

VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=3)*	<i>C.ibex</i> (n=2)*	<i>C.capreolus</i> (n=22)
B	Fermé	16%	100%	67%	50%	0%
A	Intermédiaire	68%	0%	33%	50%	0%
E	Ouvert	16%	0%	0%	0%	100%

D'après PRUMMEL & FRISCH (p.570), la partie proximale du sillon d'insertion diffère chez les deux espèces domestiques: "La zone de fusion est étroite et délimitée par un bord aiguisé chez la chèvre, alors qu'elle est plus large chez le mouton".

Parmi notre corpus de chèvres, seuls trois spécimens ne sont pas synostosés. Mais ceux-ci ne correspondent pas vraiment à la description et à l'illustration données par PRUMMEL & FRISCH (fig.5), puisque le sillon d'insertion n'est pas plus étroit que chez le mouton et n'est pas délimité par des bords aiguisés⁴² (sauf une ébauche dans l'un des cas). Il est possible que ces différences soient dues au fait que la synostose n'est même pas commencée dans le cas des radius de notre corpus, alors que les pièces archéologiques observées par PRUMMEL & FRISCH étaient peut-être à un stade plus avancé de la synostose. Un autre caractère nous semble distinctif: chez le mouton, le bord proximal du sillon est toujours assez large et arrondi, alors qu'il se termine en pointe chez nos trois chèvres.

D'autres caractéristiques du sillon d'insertion ligamentaire peuvent être utiles pour la distinction entre le chamois, le mouton et le chevreuil. Chez les deux premiers, le sillon est souvent bien **creusé** dans sa partie proximale et, chez le mouton, il est toujours délimité proximalelement par un bord **fermé**. Chez le chevreuil au contraire, le sillon est assez peu creusé dans sa partie proximale et toujours **ouvert**, c'est-à-dire que les deux bords du sillon ne se rejoignent pas proximalelement.

RAD f4: Face caudale: position du trou nourricier par rapport au bord proximal du sillon d'insertion du ligament interosseux						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A	Très haut	29%	0%	7%	3%*	0%
	Intermédiaire	66%	20%	43%	24%	23%
B,E	Même niveau	5%	62%	50%	53%	77%
	Non visible	0%	18%	0%	21%	0%

Il s'agit du trou nourricier principal de l'os, situé sur la face caudale, en situation proximale et près du bord médial. Chez près d'un tiers des chamois de notre corpus, ce trou nourricier est situé **très haut**, c'est-à-dire à plus de 10 mm du bord proximal du sillon. Chez les autres espèces, le foramen se trouve le plus souvent à peu près au **même niveau** que le bord proximal du sillon, et parfois même à l'intérieur du sillon. Dans certains cas, le sillon est occupé par la diaphyse de l'ulna; si le trou nourricier se trouve à l'intérieur, il n'est alors **pas ou à peine visible**. Les **cas intermédiaires** correspondent à la présence d'un trou nourricier situé entre le bord proximal du sillon et 10 mm au-dessus. Le fait que le trou nourricier soit dans l'ensemble situé plus haut chez le chamois que chez les autres espèces résulte de l'allongement de la diaphyse du radius dans sa partie proximale, justement dans la région comprise entre le proximum et le bord proximal du sillon d'insertion (Planche XII (A)). Exceptionnellement, un trou nourricier situé très haut a également été observé chez deux chèvres adultes ainsi que chez un *ibex* et un *sibirica*, tous deux subadultes.

Chez le chevreuil, il est généralement difficile de décider de l'état à attribuer, car le bord proximal du sillon n'est pas clairement délimité (*cf. critère RADf3*). Dans ce cas, nous avons toujours pris comme référence la limite du bord la plus proximale, même si cela ne correspond pas à la zone de contact entre les deux os – car la trace du sillon correspond à l'insertion du ligament.

⁴² Un bord latéral aiguë existe effectivement chez deux de nos spécimens, mais il ne s'agit pas du bord du sillon (*cf. critère RADf5*).

RAD f5: Face caudale: bord caudo-latéral						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
D	Surélevé 🍏	11%	10%	44%	74%	13%
A	Intermédiaire	65%	27%	45%	26%	17%
B,E	Normal	24%	63%	21%	0%	70%

VUE LATÉRALE, PI.XIII						
	🍏 gouttière	0%	0%	41%	74%	0%
	🍏 fusionné	0%	5%	10%	26%	0%

BOESSNECK *et al.* (p.69) ont décrit l'aspect de la surface latérale formée par l'union des diaphyses du radius et de l'ulna chez les caprinés domestiques: "Chez la chèvre, il existe souvent un sillon vasculaire bien marqué qui s'étend depuis l'extrémité distale de l'espace interosseux proximal jusqu'à l'espace interosseux distal. Dans de nombreux cas, la partie proximale du sillon est fermée et forme un canal; dans d'autres cas, le sillon n'est nettement marqué que dans sa partie proximale, ou encore il manque complètement et il n'est alors plus possible de faire la distinction avec le mouton. Chez ce dernier, un tel sillon est absent ou alors il est, à l'inverse de chez la chèvre, passablement marqué dans la zone proche de l'espace distal. Mais chez un petit nombre d'exemplaires âgés, précisément ceux qui présentent une adhérence proximale à l'espace interosseux, il existe un sillon similaire à celui de la chèvre."

Chez le bouquetin, et dans une moindre mesure chez la chèvre, nous avons constaté que le bord caudo-latéral – situé latéralement au sillon d'insertion du ligament interosseux – est souvent **surélevé** en direction caudale, formant une sorte d'arête parallèle au sillon. Chez les deux espèces, cela va de pair avec la présence d'une **gouttière** – le "sillon" décrit par BOESSNECK *et al.* – qui se forme entre le bord caudo-latéral surélevé et le bord latéral du corps de l'ulna. Chez la chèvre, cet aspect ne concerne que 41% des spécimens examinés, parmi lesquels seuls 24% correspondent à la présence d'une gouttière très distincte. Chez les deux espèces du genre *Capra*, l'élévation du bord caudo-latéral se poursuit parfois jusqu'à ce qu'il **fusionne** avec l'ulna, formant ainsi une paroi latérale. La gouttière, si elle est présente, est alors visible distalement à la partie fusionnée. Mais ce cas de figure ne correspond qu'à une minorité de spécimens, tous assez âgés⁴³.

⁴³ Pour le bouquetin, quatre femelles qui présentent une fusion à ce niveau sont âgées de 7 ans et demi, 8 ans et demi, 12 ans et 16 ans, trois autres individus (une femelle et deux mâles) ont plus de 8 ans, une autre femelle a plus de 6 ans et demi et un mâle plus de 2 ans. Pour la chèvre, une femelle du Soudan est

Pour les autres aspects, les spécimens subadultes de chèvre et de bouquetin ne se distinguent pas systématiquement des adultes. En effet, certains subadultes présentent déjà un bord surélevé et une gouttière, alors que l'on peut constater chez des spécimens adultes la présence d'une arête qui n'est pas nettement surélevée (état **intermédiaire**). En outre, chez les spécimens qui ne présentent pas encore de synostose au niveau de la diaphyse, le bord médio-caudal est surélevé ou non.

Nous avons constaté la présence d'un bord surélevé formant une gouttière chez deux chèvres égagres (aspect "intermédiaire" pour la troisième). L'aspect du bord est normal chez trois *sibirica*; seul l'un des deux subadultes présente un bord un peu surélevé (aspect "intermédiaire") et une ébauche de gouttière.

La présence d'une gouttière, ou d'une fusion du bord caudo-latéral, permet en principe d'exclure le chamois, le mouton et le chevreuil. Chez deux spécimens de moutons, qui présentent une synostose diaphysaire complète (*critère RADf1*), nous avons cependant constaté la fusion du bord caudo-latéral avec la diaphyse de l'ulna.

RAD f6: Bord latéral: arête latérale						
VUE LATÉRALE, PI.XIII		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
E	Marquée	0%	0%	0%	0%	48%
	Intermédiaire	0%	2%	0%	0%	48%
A,B,C,D	Absente	100%	98%	100%	100%	4%*

Le chevreuil se distingue des caprinés par la présence d'une arête latérale plus ou moins nette; lorsqu'elle est **bien marquée**, elle débute proximale au niveau du premier quart de la diaphyse et se poursuit distalement jusqu'à rejoindre l'arête distale latérale. Parmi les cas **intermédiaires**, certains (deux subadultes) correspondent à une arête très faiblement marquée, mais dont le bord latéral est – dans la partie moyenne de l'os – toujours plus aiguisé que chez les caprinés.

âgée de 4 ans et demi, et deux autres femelles de Suisse ont 15 ans et environ 25 ans – chez cette dernière la fusion n'est pas proximale mais distale.

RAD f7: Face caudale, deuxième tiers de la diaphyse environ: partie médiale						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
C	Un peu concave	2%	5%	73%	21%	23%
D,E	Intermédiaire	43%	30%	27%	68%	23%*
A,B	Un peu convexe	55%	65%	0%	11%	54%

RAD f8: Face caudale: deuxième tiers de la diaphyse environ: bord médio-caudal						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
E	Aiguisé	2%	10%	17%	15%	50%
A,B,C,D	Normal	98%	90%	83%	85%	50%

La partie médiale de la face caudale est, dans cette portion de la diaphyse, légèrement concave chez un grand nombre de chèvres de notre corpus. Nous avons également observé cet aspect chez l'une des chèvres égagres (aspect "intermédiaire" chez les deux autres). En revanche, cette région est souvent légèrement convexe chez le mouton et le chamois. Les cas **intermédiaires** correspondent à un aspect plat; cet aspect a également été observé chez *musimon*, *ammon*, *nubiana* et *pyrenaica*.

Dans la même portion de la diaphyse, la moitié des chevreuils de notre corpus présentent un bord médio-caudal **aiguisé** – voire très aiguisé chez deux spécimens – qui forme une arête surélevée, en direction caudale, par rapport à la diaphyse. Chez le chamois au contraire, nous avons presque toujours observé un bord normal – voire moussu chez quatre spécimens.

RAD f9: Face caudale, moitié distale de la diaphyse: dépression						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=23)
C	Présente	25%	20%	54%	6%	30%
A,B,E	Intermédiaire	42%	42%	36%	62%	61%
D	Absente	33%	38%	10%	32%	9%*
C	très marquée	8%	0%	17%	0%	4%

BOESSNECK *et al.* (p.71) ont décrit l'aspect de la partie distale de la diaphyse chez les caprinés domestiques: "Dans certains cas, cette partie donne l'impression d'avoir été comprimée en direction médio-latérale, avec comme conséquence une courbure en direction crâniale". Ces auteurs ont observé différents degrés de "compression". Chez la chèvre, et exceptionnellement chez le mouton, elle peut être forte, et "le bord médial est alors plus marqué et davantage recourbé vers l'arrière, comme s'il avait cédé à la pression en direction

caudale". Chez le mouton et les jeunes des deux genres, la compression peut être absente: "la partie terminale de la diaphyse n'est que faiblement bombée". Chez les deux espèces, les auteurs ont observé des cas intermédiaires, qui correspondent à une faible compression.

En observant cette partie de la diaphyse, nous avons effectivement constaté l'existence de différents cas de figure, qui nous ont paru difficiles à définir. Nous avons simplement retenu la présence éventuelle d'une dépression marquée sur la face caudale de la diaphyse, près du bord médial. Mais nos résultats montrent que ce caractère est variable chez la plupart des espèces.

Parmi les chèvres de notre corpus, une très petite minorité présente une dépression **très marquée**, qui s'accompagne d'une projection du bord médial en direction caudale et correspond sans doute aux cas extrêmes décrits par BOESSNECK *et al.*⁴⁴. Chez la plupart des spécimens de la même espèce, nous avons constaté la **présence** d'une dépression moins marquée. Une dépression est également présente chez les trois chèvres égagres, et très marquée chez l'une d'elles. Toutes les espèces peuvent présenter un aspect **intermédiaire**, qui correspond à une très légère dépression.

⁴⁴ ces auteurs ont rapporté l'observation de cas extrêmes chez plusieurs spécimens femelles de chèvre.

RADIUS - DISTUM

RAD g1: Extrémité distale de la diaphyse, face crâniale: bords délimitant la coulisse médiane

VUE CRANIALE, PI.XIV		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=43)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=24)
E	Crêtes	0%	0%	0%	0%	96%
A	Intermédiaire	90%	5%	0%	0%	4%*
B,C,D	Faibles	10%	95%	100%	100%	0%
	Intermédiaire 1 / 2	32% / 58%	0% / 5%	0% / 0%	0% / 0%	4%* / 0%

RAD g2: Extrémité distale de la diaphyse, face crâniale: coulisse médiane⁴⁵

VUE CRANIALE, PI.XIV		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=34)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=24)
E	Un peu concave	5%	3%	0%	0%	83%
A,B	Plate	87%	62%	24%	0%	17%
C,D	Un peu convexe	8%	35%	76%	100%	0%

La partie distale du radius a été décrite par HEINTZ (p.45-46) dans le cadre de la distinction entre Cervidés et Bovidés: "Chez les Cervidés, la coulisse médiane est proportionnellement plus longue et habituellement creusée en large gouttière. Les deux crêtes parallèles qui la bordent sont aiguës et bien prononcées. Chez les Bovidés, la coulisse est proportionnellement moins longue et n'affecte que peu ou pas du tout la forme d'une gouttière: son fond est plus ou moins plat. Les crêtes qui bordent la coulisse sont courtes, émoussées et peu prononcées. Souvent la crête externe se réduit à un tubercule plus ou moins allongé; la crête interne est habituellement mieux dessinée, sans pour autant atteindre la netteté et le tranchant de celle des Cervidés".

La description de HEINTZ s'applique également à la distinction entre le chevreuil et les caprinés. Nous avons effectivement pu constater que les deux bords crâniens forment des **crêtes** marquées et nettement surélevées chez pratiquement tous les chevreuils de notre corpus (un spécimen subadulte fait exception). En outre, la coulisse médiane est très souvent légèrement concave, bien qu'elle puisse également être plate. La description faite par BOUVIER (p.13) résume bien l'aspect de cette région chez le chevreuil: "la face crâniale présente deux crêtes tranchantes; en conséquence, l'os présente trois surfaces bien délimitées".

L'intérêt du premier caractère (g1) pour la distinction entre le chamois et les caprinés domestiques a été mentionné par WOLFF (p.105): "Chez le chamois, les deux arêtes sont

bien marquées et relativement aiguës". Nos résultats montrent en effet que les deux critères peuvent éventuellement permettre de distinguer le chamois des autres espèces de caprinés⁴⁶. Chez le chamois, la face crâniale présente parfois deux **arêtes** bien distinctes mais non surélevées (état **intermédiaire 1**). Mais cet aspect ne correspond qu'à une minorité de cas et les bords qui délimitent la coulisse médiane sont le plus souvent **distincts** mais non aiguës (état **intermédiaire 2**). En revanche, la coulisse médiane est presque toujours plate, et la combinaison des deux caractères (g1 et g2) fait que la diaphyse présente une section de forme plutôt carrée. Chez *ornata* (trois adultes) nous avons observé les aspects "intermédiaire 2" et "plat" et chez un *pyrenaica* subadulte les aspects "faible" et "plat".

Chez les autres genres de caprinés, les bords qui délimitent la coulisse médiane sont pratiquement toujours **faibles**: le bord médial est moussu ou seulement un peu marqué et le bord latéral est toujours très faible, souvent pratiquement indistinct. Les seules exceptions constatées – deux spécimens adultes qui présentent un aspect "intermédiaire 2" – concernent le mouton. Chez les deux espèces de caprinés domestiques, la coulisse médiane est plate ou légèrement convexe, alors qu'elle est toujours un peu convexe chez le bouquetin. Par combinaison des deux caractères (g1 et g2), la diaphyse présente, chez ces trois espèces, une section de forme plus arrondie que chez le chamois.

On pourrait penser que les bords sont plus faiblement marqués chez les spécimens subadultes de chamois que chez les adultes, mais ce n'est pas systématiquement le cas. En effet, les trois états observés chez cette espèce pour le critère g1 comportent des spécimens adultes et subadultes. Toutefois, les proportions varient sensiblement entre les deux catégories d'âges. Les aspects "intermédiaire 1", "intermédiaire 2" et "faible" correspondent, respectivement, à 38%, 56% et 6% des **adultes** et 19%, 62% et 19% des **subadultes**. Le critère est donc d'autant plus efficace – pour la discrimination par rapport aux autres caprinés – qu'il est utilisé sur des spécimens adultes.

Les aspects "faible" et "un peu convexe" ont été observés chez *nubiana* (subadulte) ainsi que chez *sibirica*. Nous avons également constaté cette combinaison chez trois *orientalis* et chez *musimon*, mais *ammon* présente les aspects "bien marqué" et "plat".

⁴⁶ cette coulisse livre passage au tendon du muscle extenseur radial du carpe (BARONE 1976, p.210).

RAD g3: Extrémité distale de la diaphyse, face crâniale: partie médiale						
VUE CRANIALE, Pl.XIV		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=43)	<i>C.hircus</i> (n=34)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=24)
E	Concave	15%	5%	0%	0%	29%
A	Intermédiaire	29%	23%	26%	31%	25%
B,C,D	Plate	56%	67%	74%	66%	46%
	Arrondie	0%	5%	0%	3%*	0%

Chez une partie des chevreuils et des chamois examinés, le creusement de la partie médiale accentue encore l'aspect distinctif, par rapport aux trois autres espèces, de la partie crâniale du distum. Si l'on exclut les subadultes, les proportions pour les aspects "concave", "intermédiaire" (très légèrement concave) ou "plat" sont, respectivement, de 18%, 35% et 47% pour le chamois et de 44%, 25% et 31% pour le chevreuil.

La face crâniale est exceptionnellement concave chez le mouton, ce qui a également été observé chez deux *orientalis* (aspect intermédiaire chez le troisième). Cette partie de la diaphyse est plate chez *musimon* et très légèrement concave chez *ammon*. Nous avons également constaté que la face crâniale est plate chez les deux *sibirica* adultes, alors qu'un aspect intermédiaire a été observé chez les deux subadultes et chez *nubiana* (subadulte), ainsi que chez les trois chèvres égagres.

RAD g4: Face crâniale du distum: bosse médiane						
VUE CRANIALE, Pl.XIV		<i>R.rupicapra</i> (n=42)	<i>O.aries</i> (n=19)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
D	Présente	0%	0%	16%	70%	0%
A,C	Intermédiaire	69%	84%	58%	22%	6%
B,E	Absente	31%	16%	32%	8%	94%

Chez le bouquetin, nous avons très souvent constaté la **présence** d'une bosse bien marquée, dans le prolongement distal du bord qui délimite latéralement la coulisse médiane; cet aspect a occasionnellement été observé chez la chèvre, mais pas chez les autres espèces. A l'exception du bouquetin, les caprinés présentent le plus souvent un aspect **intermédiaire** qui correspond soit à une bosse plus légère, soit à une arête.

⁴⁶ Par contre, la description donnée par BOUVIER (p.13): "Chez le chamois, la face crâniale est arrondie et présente deux bords mousses et arrondis", ne correspond qu'à une très petite minorité des représentants de cette espèce.

RAD g5: Face crâniale du distum: bord distal						
VUE CRANIALE, Pl.XIV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=40)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,D	Saillant	0%	16%	84%	75%	5%
B,E	Intermédiaire	13%	29%	13%*	25%	45%
A	Aplati	87%	55%	3%	0%	50%

La portion du bord distal qui correspond au bord crânial de la facette articulaire pour l'os carpien intermédiaire a été décrite par BOESSNECK *et al.* (p.72): "Chez la chèvre, le bord articulaire crânial descend plus loin, en direction distale, que chez le mouton." PRUMMEL & FRISCH (p.570) ont testé ce critère et ont précisé sa définition: "Chez la chèvre, le bord crânial présente une pointe alors que cette partie est tout au plus courbée chez le mouton."

Chez la majorité des chèvres de notre corpus, nous avons effectivement observé la présence d'un bord **saillant** en direction distale et un peu pointu. Mais compte tenu de la variabilité du caractère chez le mouton, seul un bord **aplatis** et étiré en direction médio-latérale, peut être utile à la distinction entre les deux espèces. D'après PUCHER & ENGL (p.43), le bord crânial de la facette est plus plat chez le chamois que chez le mouton. Mais nos résultats montrent que cet aspect ne permet pas de différencier les deux espèces. Par contre, le critère s'avère excellent pour la distinction entre le chamois et les deux espèces du genre *Capra*.

Toutes les espèces peuvent présenter un aspect **intermédiaire** correspondant à un bord distal un peu saillant, mais moins distinct et plus étiré médio-latéralement que celui correspondant à l'aspect "saillant". Nous avons observé un bord aplatis chez *ornata* et *pyrenaica*, ainsi que chez *orientalis*, *musimon* et *ammon*. Chez les chèvres égagres, le bord crânial de la facette est saillant. Cet aspect a également été observé chez *nubiana* et l'un des *sibirica*, mais un autre *sibirica* présente un aspect "aplatis".

RAD-ULN h1: Zone de contact entre radius et ulna: synostose distale (adultes)						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=24)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=14)
B,C,E	Présente	24%	54%	95%	50%	57%
A,D	Absente	76%	46%	5%	50%	43%
	▲ complète	0%	4%	5%	0%	7%

RAD-ULN h1: Zone de contact entre radius et ulna: synostose distale (subadultes)						
		<i>R.rupicapra</i> (n=23)	<i>O.aries</i> (n=20)	<i>C.hircus</i> (n=9)	<i>C.ibex</i> (n=9)	<i>C.capreolus</i> (n=4)
	Présente	4%	0%	0%	0%	0%
	Absente	96%	100%	100%	100%	100%

D'après nos observations sur les spécimens adultes, l'absence de synostose distale semble très occasionnelle chez la chèvre, alors que la variabilité est plus importante chez les autres espèces. Dans tous les cas, la synostose est rarement complète, c'est-à-dire qu'il reste toujours des espaces entre les deux os. Pour les subadultes, la distribution des fréquences est différente de celle des adultes: aucun spécimen – à une exception près – ne présente de synostose distale. Ces observations restent à confirmer, du moins pour certaines espèces, sur des effectifs plus importants.

RAD h2: Profil distal: dénivellation correspondant au bord distal de la facette pour l'os intermédiaire						
VUE CAUDALE, PI.XII		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Abrupte	0%	8%	29%	64%	5%*
B,C,E	Intermédiaire	28%	76%	61%	36%	45%
A	Faible	72%	16%	10%	0%	50%

Ce critère peut s'avérer très utile dans le cadre de la discrimination entre le chamois et le bouquetin, malgré l'existence de cas intermédiaires chez les deux espèces. Chez le bouquetin, la transition entre les facettes pour l'os pyramidal et pour l'os intermédiaire se fait de manière **abrupte**: le bord distal de la facette pour l'os intermédiaire descend très obliquement en direction distale. Chez le chamois au contraire, la transition est douce, et la dénivellation **faible**. Cet aspect a également été observé chez *ornata* et *pyrenaica*. Nous avons constaté les aspects "abrupt" ou "intermédiaire" chez *sibirica*, et un aspect "intermédiaire" chez *nubiana*.

Ce caractère est variable chez le mouton et la chèvre, ainsi que chez les mouflons et chèvres sauvages (aspect "faible" chez *musimon*, "abrupt" chez *ammon*, "abrupt" ou "intermédiaire" chez *orientalis* et "faible" ou "intermédiaire" chez les chèvres égagres).

Ce critère est en relation directe avec le suivant (RADh3).

RAD h3: Surface articulaire distale, facette pour l'os intermédiaire: région médiane						
VUE DISTALE, Pl.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Très déprimée	0%	16%	13%	31%	15%
B,C,E	Intermédiaire	29%	68%	55%	69%	75%
A	Peu déprimée	71%	16%	32%	0%	10%

D'après PRAT (p.311), la facette pour l'os intermédiaire est beaucoup moins déprimée chez le chamois qu'elle ne l'est chez le bouquetin. Nous avons constaté l'existence de cas intermédiaires chez les deux espèces, mais le critère – qui concerne plus précisément la partie médiane de la facette – est tout à fait pertinent dans ce contexte. Un aspect "peu déprimé" a été observé chez *pyrenaica* et *ornata*, mais également chez l'un des *sibirica* (aspect "très déprimé" ou "intermédiaire" chez les autres).

Ce caractère est variable chez le mouton et la chèvre. Les formes sauvages d'*Ovis* (*ammon*, *musimon* et *orientalis*) présentent toutes un aspect "intermédiaire", également observé chez deux chèvres égagres (aspect "très déprimé" pour la troisième).

Ce critère a également été évalué chez le chevreuil, mais cette espèce présente de toute façon un aspect différent de celui des caprinés, compte tenu de la forme particulière de la facette pour l'os scaphoïde (cf. critère suivant RADh4).

Ce critère est en relation avec le précédent (RADh2), qui semble un peu plus performant pour la distinction entre le chamois et le bouquetin et plus facile à utiliser.

RAD h4: Surface articulaire distale: forme de la facette pour l'os scaphoïde						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Type "chevreuil"	0%	0%	0%	0%	100%
	Intermédiaire	0%	6%	0%	0%	0%
A,B,C,D	Type "capriné"	100%	94%	100%	100%	0%

HEINTZ (p.46) a décrit l'aspect de cette facette: "Chez les Cervidés, la partie postérieure de la facette scaphoïdienne est creusée en large gouttière, bordée de crêtes aiguës. Chez les Bovidés, cette facette n'est que très faiblement creusée en gouttière – et parfois même pas du tout – et les crêtes qui la bordent sont émoussées et plus ou moins arrondies."

La description de HEINTZ s'applique parfaitement à la distinction entre le chevreuil et les caprinés. Chez le **chevreuil**, la facette articulaire qui répond à l'os scaphoïde présente une forme caractéristique: toute sa partie centrale est creusée jusqu'au bord caudal, et elle est bordée de crêtes aiguës. Chez les **caprinés**, cette facette présente un creusement marqué uniquement dans sa partie crâniale, et son bord latéral ne forme pas une crête aiguë, mais une bordure généralement mousse (*cf. critère RADh8*).

RAD h5: Surface articulaire distale, facette pour l'os scaphoïde: bord crânio-médial						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
D	Etiré	0%	3%	52%	90%	41%
C,(E)	Intermédiaire	34%	63%	41%	10%	27%
A,B	Pas étiré	66%	34%	7%	0%	32%

RAD h6: Surface articulaire distale, facette pour l'os scaphoïde: bord médial						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
C,D	Vertical	0%	0%	38%	90%	0%
B	Intermédiaire	34%	47%	52%	10%	50%
A,(E)	Oblique	66%	53%	10%	0%	50%
C,D	Divergent	0%	17%	69%	100%	10%
B,(E)	Intermédiaire	35%	58%	24%	0%	60%
A	Env. parallèle	65%	25%	7%	0%	30%

Les caractères que nous décrivons ici sont variables chez le chevreuil, mais la forme générale de la facette exclut tout risque de confusion entre cette espèce et les caprinés (*cf. critère RADh4*). En outre, nous avons observé plusieurs cas typiques du chevreuil, correspondant à une forme un peu en "S" du bord médial de la facette.

BOESSNECK *et al.* (p.72-73) ont décrit l'aspect de la facette pour l'os scaphoïde chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le mouton, cette facette est plus longue et plus étroite que chez la chèvre, et sa forme ressemble à celle d'une goutte. Chez la chèvre, elle peut être plus large et plus anguleuse, en particulier dans sa partie crâniale". CLUTTON-BROCK *et al.* (p.33) ont testé l'aspect de la facette pour l'os scaphoïde chez les moutons soay (n=42): presque tous (98%) présentent un aspect typique du mouton, c'est-à-dire une "facette longue et étroite"; un seul cas (2%) présente un aspect intermédiaire entre le type "mouton" et le type "chèvre", ce dernier correspondant à une "facette large et plus anguleuse".

Nous avons considéré séparément plusieurs caractères qui contribuent à la forme de cette facette: **a)** l'aspect du bord crânio-médial (critère h5), **b)** l'orientation du bord médial par rapport à l'axe crânio-caudal du distum (critère h6) et **c)** l'orientation du bord médial par rapport au bord latéral de la facette (critère h6). Mais il nous faut insister sur le fait que ces trois caractères sont étroitement corrélés entre eux, et qu'il est donc plus approprié de les considérer comme un seul critère.

(a) D'après BOESSNECK *et al.*, "chez la chèvre, il n'est pas rare que le bord crânio-médial de la facette soit **étiré** en direction crânio-médiale, formant un angle; ceci entraîne un élargissement de la surface articulaire". Nos observations permettent de confirmer cette caractéristique mais révèlent aussi l'existence d'un nombre relativement important de cas intermédiaires chez la chèvre. Nos résultats montrent également que ce critère ne permet pas de distinguer le chamois du mouton; chez ces deux espèces, le bord n'est **pas étiré**, c'est-à-dire qu'il rejoint directement le bord crânial, ou présente un aspect "**intermédiaire**" correspondant à un bord seulement un peu étiré en direction crânio-médiale. Plus généralement, ce critère peut donc permettre de faire la distinction entre le mouton et le chamois d'une part, et la chèvre et le bouquetin d'autre part.

(b) En relation avec le critère précédent, l'étirement du bord médial dans le sens crânio-caudal prend une direction **oblique** chez le chamois et le mouton, alors que son orientation est **verticale** – elle suit une direction parallèle à l'axe crânio-caudal du distum – chez les deux espèces du genre *Capra*. Comme le précédent, ce caractère est particulièrement caractéristique chez le bouquetin alors que les cas **intermédiaires**, qui correspondent à une forme légèrement arquée, sont fréquents chez les autres espèces.

(c) L'orientation du bord médial par rapport au bord latéral est également corrélée aux deux caractères que nous venons de décrire. D'après BOESSNECK *et al.*, "chez la chèvre,

les bordures latérale et médiale de la facette radiale divergent plus fortement vers la face crâniale". D'après nos observations, ce caractère est le plus caractéristique pour la chèvre, mais le plus variable pour le mouton. Pour ce critère également, le bouquetin présente toujours un aspect typique.

Nous avons exceptionnellement constaté la présence d'un bord crânio-médial étiré et d'un bord médial vertical et divergent chez un *orientalis* (aspect intermédiaire chez les deux autres). Les aspects "étiré", "vertical" (ou "intermédiaire") et "divergent" ont été observés chez les chèvres égagres, et les aspects "étiré" (ou "intermédiaire"), vertical et divergent chez *sibirica*.

Signalons encore une autre différence décrite par BOESSNECK *et al.* concernant la forme de cette facette, que nous n'avons pas testée mais qui nous semble valable: "Chez le mouton, le bord reliant caudalement les bordures latérale et médiale est plus fortement voûté que chez la chèvre. Chez celle-ci, le bord en question n'est habituellement que faiblement courbé, voire rectiligne".

RAD h7: Surface articulaire distale, facette pour l'os scaphoïde						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A	Type "chamois"	28%	0%	4%*	0%	0%
	Intermédiaire	67%	56%	22%	0%	0%
B	Type "mouton"	3%	44%	15%*	0%	0%
C,D,E	Autre	2%	0%	59%	100%	100%

Nous avons vu que l'aspect de la facette pour l'os scaphoïde, telle qu'elle a été définie par les caractères h5 et h6, ne permet pas de faire la distinction entre le chamois et le mouton. PUCHER & ENGL (p.43) ont pourtant décrit une différence à ce propos: "Chez le chamois, la facette est plus fortement renflée en direction médiale que chez le mouton, mais pourtant tout aussi étirée en forme de pointe en direction caudale". Cette description ne nous paraît pas très pertinente, mais il est vrai qu'il est parfois possible de différencier les deux espèces sur la base de la forme de la facette pour l'os scaphoïde.

Nous avons défini deux formes, chacune étant "typique", selon nos observations, de l'une des deux espèces. Nos résultats montrent que la plupart des cas sont intermédiaires. Toutefois, le **chamois** présente parfois une facette assez **quadrangulaire**, dont le bord médial est rectiligne et dont les parties crâniale et caudale sont de même largeur. Chez le **mouton**, la facette est souvent plus **irrégulière**, un peu en forme de goutte, c'est-à-dire

élargie dans sa partie crâniale – et ce en accord avec la description faite par BOESSNECK *et al.* (p.72-73). Parmi les *Ovis* sauvages, seul l'un des trois *orientalis* présente une facette de type "mouton".

VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Aiguisé	2%*	6%	27%	4%	40%
C,D	Intermédiaire	24%	33%	60%	41%	30%
A,B	Mousse	74%	61%	13%	55%	30%

Ce critère se limite à décrire l'aspect du bord délimitant les deux facettes mentionnées: il peut former une arête aiguisée ou, au contraire, présenter un aspect mousse. Les cas **intermédiaires** correspondent à un bord anguleux mais pas aiguisé.

Comme nous l'avons vu au critère h4, la facette pour l'os scaphoïde est très caractéristique chez le chevreuil et ne peut être confondue avec celle des caprinés. Au sein des caprinés, la chèvre présente parfois un bord aiguisé, mais cela ne concerne qu'une minorité de cas. Le bord est généralement mousse chez les autres espèces de caprinés, ce qui est beaucoup moins fréquent chez la chèvre.

VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,D	Creusée	2%	3%*	97%	79%	0%
A,B	Intermédiaire	70%	38%	3%	21%	10%
E	Faible	28%	59%	0%	0%	90%

VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Etirée	75%	39%	0%	0%	0%
B	Intermédiaire	19%	18%	3%*	0%	5%
C,D	Elargie	6%	43%	97%	100%	74%
E	Quasi absente	0%	0%	0%	0%	21%

BOESSNECK *et al.* (p.72) ont proposé le premier caractère (h9) pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, la facette pour l'os intermédiaire est plus profondément creusée dans sa partie crâniale, où elle s'élargit.

Nos résultats confirment qu'il s'agit d'un excellent critère pour différencier ces deux espèces. En outre, il semble également valable pour les formes sauvages puisque nous avons observé une fossette creusée chez les trois chèvres égagres, et les aspects "faible" chez *musimon* et *ammon*, et "faible" ou "intermédiaire" chez *orientalis*. D'une manière plus générale, ce critère peut permettre de faire la distinction entre les deux représentants du genre *Capra* et les autres espèces. Mais le caractère semble plus constant chez la chèvre que chez le bouquetin, qui présente un plus grand nombre de cas intermédiaires. Concernant le chamois, nous avons observé une faible dépression chez *pyrenaica*, et les aspects "faible" ou "intermédiaire" chez *ornata*.

Selon WOLFF (p.105), la forme de la fossette (critère h10) peut permettre de distinguer le chamois des caprinés domestiques: "Chez le chamois, l'axe de la fossette d'articulation est orienté davantage en direction médio-latérale: en vue distale, il est plus horizontal que chez le mouton ou la chèvre".

Chez de nombreux chamois, cette fossette est effectivement **étirée** en direction plus ou moins médio-latérale, formant ainsi un "pli" horizontal ou diagonal. Cet aspect a également été observé chez l'un des trois *ornata* (aspect "intermédiaire" chez les deux autres et chez *pyrenaica*).

Le bouquetin et la chèvre présentent un aspect très différent de celui du chamois, à savoir une fossette **élargie**, étirée tant en direction médio-latérale que crânio-dorsale; sa forme est souvent un peu triangulaire, parfois plus arrondie. Les trois chèvres égagres présentent un aspect "élargi", de même que *nubiana* et les quatre spécimens de *sibirica*. Le caractère présente une variabilité plus importante chez le mouton et il n'est pas possible de distinguer entre cette espèce et le chamois. Nous avons observé une forme élargie chez *ammon* et les trois *orientalis*, et un aspect "intermédiaire" chez *musimon*.

Chez le chamois, le mouton et le chevreuil, cette fossette est parfois faiblement marquée et il n'est pas toujours facile de définir sa forme. Chez le chevreuil, il arrive même que la fossette soit pratiquement absente, et il n'est alors plus possible de lui attribuer une forme particulière.

RAD h11: Surface articulaire distale, bord crânial de la facette pour l'os intermédiaire: alignement par rapport à la facette pour l'os scaphoïde						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C	Dépasse	0%	9%	77%	55%	20%
B,D,E	Même niveau	54%	61%	10%	40%	60%
A	Est dépassée	46%	30%	13%*	5%	20%

RAD h12: Surface articulaire distale, bord crânial de la facette pour l'os intermédiaire: forme						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,E	Courbe	2%*	24%	93%	50%	55%
B,D	Intermédiaire	57%	54%	7%	48%	45%
A	Étirée	41%	22%	0%	2%	0%

BOESSNECK *et al.* (p.72) ont décrit le premier caractère (h11) chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, la facette pour l'os intermédiaire dépasse souvent, en direction crâniale, la facette pour l'os scaphoïde; l'inverse est exceptionnel. Chez le mouton, c'est l'inverse". Après avoir testé ce critère sur leur matériel, PRUMMEL & FRISCH (p.570) ont proposé une différence concernant la forme du bord crânial de la facette pour l'os intermédiaire, "presque rectangulaire chez le mouton, et circulaire chez la chèvre".

Pour l'examen du premier critère (h11), le distum doit être bien orienté, selon son plus grand axe médio-latéral (comme pour mesurer le DTmax), car les différences de niveau (selon que la facette pour l'os intermédiaire "dépasse" ou "est dépassée") sont relativement faibles. Les cas **intermédiaires** sont fréquents et concernent toutes les espèces: les bords dorsaux des deux facettes se trouvent à peu près au même niveau. Concernant la forme du bord crânial (h11), nous avons jugé plus pertinent de distinguer entre un aspect "**courbe**" et un aspect "**étiré**" en direction médio-latérale (plutôt qu'entre une forme rectangulaire et circulaire).

Les deux espèces du genre *Capra* présentent généralement un aspect caractéristique, et les deux critères sont utiles pour la distinction d'avec le chamois. Ces deux caractères sont plus variables chez le mouton, en particulier la forme du bord crânial de la facette. Nous avons constaté les aspects "dépasse" et "courbe" chez deux chèvres égagres et "même niveau" et "courbe" chez la troisième, ainsi que les aspects "est dépassé" et "intermédiaire" chez *ammon* et *musimon*.

RAD h13: Surface articulaire distale: bord latéral de la facette pour l'os intermédiaire						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
B,E	Crête	14%	69%	3%	4%	95%
A	Intermédiaire	76%	28%	17%	4%*	0%
C,D	Fondu	10%	3%	80%	92%	5%

Chez le chevreuil, nous avons presque toujours constaté la présence d'une petite **crête**, c'est-à-dire que le bord latéral de la facette pour l'os intermédiaire – qui forme la limite avec la facette pour l'os pyramidal – est bien marqué et aiguisé au moins dans sa moitié caudale; il s'atténue un peu en direction crâniale mais demeure bien visible.

Ce critère peut également permettre la distinction entre les différentes espèces de caprinés. Chez le mouton, il existe souvent une crête marquée alors que chez la chèvre, le bord qui forme la séparation entre les deux facettes est généralement mousse et **fondu** dans l'os: seule son extrémité caudale – qui délimite la facette pour l'os intermédiaire – est aiguisée. Cet aspect "fondu" est également prédominant chez le bouquetin et a été observé chez *sibirica* (aspect "intermédiaire" chez *nubiana*), ainsi que chez deux chèvres égagres. Un bord fondu a également été observé chez *ammon* (aspect "intermédiaire" chez *musimon*).

RAD h14: Surface articulaire distale, bord latéral de la facette pour l'os intermédiaire: extrémité caudale						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=38)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A	Coudé	33%	0%	30%	5%	0%
C	Intermédiaire	46%	33%	40%	53%	0%
B,D,E	Non coudé 🍏	21%	67%	30%	42%	100%
E	🍏 court	0%	0%	0%	0%	70%

PRUMMEL & FRISCH (p.570) ont proposé une différence entre la chèvre et le mouton concernant l'extrémité caudale de ce bord: "Chez le mouton, il forme une projection large et triangulaire, alors que chez la chèvre cette projection est étroite".

Nous avons considéré une caractéristique un peu différente, mais qui est en relation avec le critère proposé par PRUMMEL & FRISCH. Il s'agit de l'angle formé par l'extrémité caudale du bord latéral de la facette pour l'os intermédiaire. Chez le chamois et la chèvre, l'extrémité caudale forme parfois un **coude** à peu près à angle droit avec le bord caudal de

la facette articulaire pour l'os pyramidal. Cet aspect n'est pas très fréquent mais n'a jamais été observé chez le mouton ni chez le chevreuil. Chez ce dernier, le bord latéral ne forme jamais d'angle et il est souvent **court**, c'est-à-dire qu'il se prolonge moins loin en direction caudale, ce qui lui confère un aspect différent de celui observé chez les caprinés. Nos résultats montrent cependant que la variabilité du caractère est importante chez tous les caprinés, et son utilité par conséquent limitée.

RAD h15: Surface articulaire distale, facette pour l'os pyramidal: forme						
VUE DISTALE, PI.XV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Triangulaire	2%*	0%	0%	0%	95%
A	Intermédiaire	34%	6%*	27%	12%	5%
B,C,D	Rectangulaire	64%	94%	73%	88%	0%

HEINTZ (p.46) a fait remarquer l'intérêt de ce caractère: "Chez les Cervidés, la facette pour l'os pyramidal est toujours bien développée et à peu près en position horizontale. Chez les Bovidés⁴⁷, cette facette ou bien fait totalement défaut, ou bien se trouve réduite à une surface petite, étroite et de position oblique".⁴⁸

Nos observations permettent de confirmer l'intérêt de ce critère pour la distinction entre le chevreuil et les caprinés, même si la description de HEINTZ ne s'applique pas exactement aux espèces considérées ici. Chez le chevreuil, la facette possède presque toujours une forme nettement **triangulaire**, car son bord caudo-latéral est étiré en direction médiale. Les caprinés présentent le plus souvent une facette de forme plutôt **rectangulaire**, la direction du grand axe de la facette étant à peu près parallèle à celle de son bord médial. Mais les cas intermédiaires ne sont pas rares et peuvent éventuellement prêter à confusion.

Chez le bouquetin et la chèvre, la forme de cette facette est parfois un peu difficile à évaluer par le fait que le bord qui la délimite médialement est souvent indistinct; en conséquence, il y a pratiquement fusion entre la facette pour l'os intermédiaire et celle pour l'os pyramidal (cf. critère RADh13).

⁴⁷ Les Bovinés font exception.

⁴⁸ Selon HEINTZ (p.46), cette différence entre les deux groupes fait partie d'un "processus régressif général qui tend vers la réduction et l'élimination progressive des éléments qui occupent une position externe, processus qui est plus avancé chez les Bovidés que chez les Cervidés".

ULNA - PROXIMUM

ULN i1: Tubérosité de l'olécrâne: partie crâniale

VUE LATÉRALE, PI.X VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=39)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
E A,B,C,D	Comprimée	0%	0%	16%	0%	71%
	Intermédiaire	10%	3%	16%	0%	29%
	Épaisse	90%	97%	68%	100%	0%

Chez la plupart des chevreuils de notre corpus, la partie crâniale de la tubérosité de l'olécrâne est **comprimée** dans le sens médio-latéral, et donc très mince. Cet aspect a aussi été occasionnellement observé chez la chèvre. Tous les caprinés présentent le plus souvent une tubérosité relativement **épaisse** dans sa partie crâniale. Les cas **intermédiaires**, qui correspondent à un bord un peu "pincé", sont relativement rares.

ULN i2: Tubérosité de l'olécrâne, bord crânio-proximal: profil

VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=42)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
B	Escarpé	0%	48%	27%	0%	0%
C	Intermédiaire	36%	48%	50%	16%	12%
A,D,E	Courbe	64%	4%	23%	84%	88%

ULN i3: Tubérosité de l'olécrâne, bord proximal: dénivellation

VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
B	Forte	0%	77%	35%	4%*	19%
A,C,E	Intermédiaire	65%	20%	65%	32%	44%
D	Faible	35%	3%*	0%	64%	37%

PRUMMEL & FRISCH (p.570) ont proposé une différence entre les deux caprinés domestiques concernant la partie la plus proximale – c'est-à-dire la plus caudale – du bord proximal de la tubérosité olécrânienne: "Ce bord est presque droit (horizontal) chez le mouton, alors qu'il s'effile en pointe chez la chèvre". Mais ce caractère ne nous a pas semblé efficace pour différencier les deux espèces.

Nous proposons deux autres critères, qui peuvent permettre de faire la distinction entre les espèces sauvages et domestiques. Chez la chèvre et le mouton, le bord proximal s'étire parfois de manière **escarpée** depuis l'angle proximo-crânial jusqu'à l'extrémité proximo-caudale de la tubérosité. En outre, nous avons souvent constaté l'existence d'une **forte dénivellation**: la partie caudale du bord proximal de la tubérosité est nettement surélevée

par rapport à sa partie crâniale. Ces deux aspects sont en principe discriminants par rapport au chamois et au bouquetin. Chez ces derniers, ainsi que chez le chevreuil, le bord crânio-proximal de la tubérosité présente le plus souvent un profil **courbe**: il se projette d'abord en direction crâniale avant de s'élever en direction proximo-caudale. La dénivellation est faible ou intermédiaire. Un fort dénivèlement est exceptionnel parmi les bouquetins de notre corpus, mais a été observé chez *nubiana* et chez l'un des *sibirica*.

WOLFF (p.105) a également proposé de prendre en compte l'aspect de la tubérosité dans sa partie crâniale pour discriminer entre le chamois et le mouton, et PUCHER & ENGL (p.43) ont bien décrit ce caractère: "Chez le chamois, la tubérosité forme une saillie puissante, qui se projette crânialement et qui s'élève au dessus du contour crânial presque rectiligne de l'olécrâne; chez les individus faibles, cette saillie peut cependant manquer. L'olécrâne du mouton est proportionné de la même manière, pourtant le contour crânial est habituellement concave et englobe la saillie plus faible du tuber". D'après nos observations, l'importance de la projection en direction crâniale et l'aspect plus ou moins rectiligne du bord crânial sont assez variables chez les deux espèces concernées. Il demeure cependant que, dans de nombreux cas, il est possible de distinguer entre le chamois et le mouton d'après cette partie de l'olécrâne.

ULN i4: Tubérosité de l'olécrâne, bord proximal: dépression						
VUE LATÉRALE, P.I.X		<i>R.rupicapra</i> (n=37)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=15)
D	Aucune	8%	4%	25%	44%	0%
B,C	Intermédiaire	14%	55%	55%	56%	33%
A,E	Marquée	78%	41%	20%	0%	67%

Chez la plupart des chamois nous avons constaté la présence d'une dépression **marquée**, située vers le milieu du bord proximal de la tubérosité olécrânienne, et qui divise ce bord en une partie crâniale et une partie caudale. Cet aspect n'a jamais été observé chez le bouquetin, dont le bord proximal présente tout au plus une légère dépression. Mais nous avons constaté la présence d'une nette dépression chez l'un des *sibirica* (femelle subadulte), et un aspect intermédiaire chez les autres spécimens.

ULN i5: Tubérosité de l'olécrâne, face proximo-latérale: sillon tendineux						
VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
A,C	Présent	53%	7%*	61%	28%	0%
D	Intermédiaire	33%	14%	22%	60%	0%
B,E	Absent	14%	79%	17%	12%	100%

BOESSNECK *et al.* (p.73-74) ont décrit une caractéristique propre à la chèvre: "Dans la plupart des cas, la tubérosité de l'olécrâne présente une surface lisse (ou un sillon) inclinée latéralement et délimitée par une bordure plus ou moins distincte qui s'étend crânio-caudalement. Dans sa partie crâniale, la surface descend sur la face latérale de l'olécrâne mais n'est pas limitée par une bordure. Dans certain cas, cette surface n'est que faiblement ébauchée. Chez le mouton, il n'y a pas de surface lisse ou de bordure, sauf dans quelques cas flous et exceptionnels".

Nous avons effectivement constaté, chez plus de la moitié des chèvres examinées, la **présence** d'un sillon plutôt aplati et bien délimité par une bordure distale. Mais parfois cette surface n'est qu'ébauchée (état **intermédiaire**), voire absente. Chez la grande majorité des moutons, le sillon tendineux est **absent**, de sorte que la face latérale de la tubérosité est homogène, et plutôt convexe. Chez quelques spécimens subadultes, nous avons toutefois observé la présence d'un sillon.

D'après WOLFF (p.105) et PUCHER & ENGL (p.43), le chamois présente généralement un sillon similaire à celui de la chèvre. C'est effectivement ce que nous avons constaté chez près de la moitié des spécimens étudiés. De légères différences (non quantifiées) semblent toutefois exister par rapport à la chèvre: chez le chamois, la limite distale du sillon est plus faible que sa limite proximale – et même, en général, seulement ébauchée – et le sillon se prolonge davantage en direction crâniale.

ULN i6: Olécrâne, bord latéral du processus anconé: lèvre						
VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=20)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
D	Très nette	17%	5%	46%	100%	59%
A,C,E	Intermédiaire	69%	58%	50%	0%	41%
B	Très faible	14%	37%	4%*	0%	26%

Nous avons remarqué que le bord latéral du processus anconé "remonte" parfois en direction proximale depuis l'incisure trochléaire jusque sur la face latérale, en formant une

sorte de lèvre. Ce caractère est particulièrement constant chez le bouquetin qui présente toujours une lèvre **très nette**, dont la partie caudale forme une sorte de "coin" au niveau du bord latéral de l'olécrâne. Nous avons également observé cet aspect chez *nubiana* ainsi que chez *sibirica* (un cas "intermédiaire").

La variabilité existant chez les autres espèces limite l'utilisation de ce critère qui peut tout de même servir pour la discrimination entre la chèvre et le mouton ou entre le chamois et le bouquetin.

ULN i7: Olécrâne, bord latéral du processus anconé: dépression ⁴⁹						
VUE LATÉRALE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
C,D	Marquée	7%	0%	79%	69%	0%
E	Intermédiaire	13%	20%	14%	31%	32%
A,B	Très faible	80%	80%	7%	0%	68%

Dans cette région de l'olécrâne, nous avons observé, chez de nombreux bouquetins et chèvres, la présence d'une dépression très bien **marquée** et dont la partie la plus profonde se situe vers la base du processus anconé. Cet aspect a également été observé chez *sibirica* (aspect "intermédiaire" chez le spécimen subadulte de *nubiana*). Chez la chèvre et le bouquetin, les cas **intermédiaires** – dépression moins bien marquée – correspondent pour la plupart à des spécimens subadultes. Une chèvre adulte ne présente qu'une très faible dépression.

Nous n'avons généralement observé qu'une faible dépression chez les autres espèces et, chez le chamois et le mouton, c'est dans la partie crâniale plutôt que vers la base de l'olécrâne qu'elle est le mieux marquée. Des cas intermédiaires peuvent se présenter chez toutes les espèces et ont été constatés chez *pyrenaica* ainsi que chez *ammon* (dépression très faible chez *musimon*).

⁴⁹ Cette dépression correspond à l'insertion du ligament collatéral latéral (partie ulnaire) (BARONE 1980, p.116).

ULN j1: Olécrâne, bord médial du processus anconé: dépression						
VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
D	Marquée	2%*	15%	17%	94%	0%
A,B,C	Intermédiaire	48%	57%	59%	3%	43%
E	Très faible	50%	28%	24%	3%*	57%

Ce caractère semble assez constant chez le bouquetin: dans presque tous les cas étudiés, nous avons observé, sur la face médiale de l'olécrâne, une dépression qui s'étire crânio-caudalement au dessus du bord médial du processus anconé. En vue crâniale, cela se manifeste par une dépression **marquée**, située juste au-dessus du processus anconé. Cet aspect a également été observé chez *nubiana* et deux *sibirica* (mais les deux autres *sibirica* – un adulte et un subadulte – présentent un aspect "intermédiaire"). La présence de cas intermédiaires chez les autres espèces peut entraîner des confusions, et la variabilité est particulièrement importante chez les deux caprinés domestiques.

ULN j2: Incisure trochléaire, bord médial dans sa partie distale						
VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A	Aligné	44%	5%*	3%	3%	46%
E	Intermédiaire	50%	22%	31%	24%	36%
B,C,D	Décalé	6%	73%	66%	63%	18%

ULN j3: Incisure trochléaire, bord médial: creusement						
VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
A	Faible	81%	48%	13%	21%	55%
B,D,E	Intermédiaire	19%	48%	37%	46%	41%
C	Fort	0%	4%	40%	33%	4%

Nous avons décomposé la forme du bord médial de l'incisure trochléaire à l'aide de deux caractères qui sont forcément liés, mais pas exactement corrélés. Pour le premier critère (j2), l'aspect "**décalé**" signifie que la partie distale du bord médial s'étire plus loin en direction médiale que sa partie proximale, de sorte que les deux parties se trouvent nettement décalées. Lorsque, au contraire, la partie distale ne dépasse que de peu la partie proximale en direction médiale, le bord médial est **aligné**.

Le bord médial est souvent aligné et presque toujours faiblement creusé chez le chamois, alors qu'il est généralement décalé et plus souvent creusé chez les autres espèces de caprinés. Chez la chèvre et le bouquetin, l'importance du creusement (critère j3) situé entre

les parties proximale et distale du bord médial de l'incisure trochléaire constitue également une différence par rapport aux autres espèces. La combinaison des aspects "aligné" et "faible" a toutefois été observée chez l'une des chèvres⁵⁰ ainsi que chez un *ibex* et un *sibirica*.

ULN j4: Incisure trochléaire: fossette synoviale						
VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=28)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
C	Très creusée	7%	17%	76%	0%	0%
A,B	Intermédiaire	54%	68%	21%	39%	41%
D,E	Absente	39%	15%	3%	61%	69%

Chez la majorité des chèvres de notre corpus, nous avons remarqué la présence d'une fossette synoviale profondément **creusée**. Chez d'autres espèces, et notamment chez le bouquetin, cette fossette est souvent **absente**: la surface de l'os présente tout de même des irrégularités, mais il n'y a pas de creusement en profondeur. Cet aspect a été exceptionnellement observé chez une chèvre naine africaine (adulte). Ce critère peut donc permettre de distinguer entre les deux espèces du genre *Capra*, du moins si l'on s'en tient à nos résultats. Un aspect "très creusé" a toutefois été constaté chez deux *sibirica* (aspect "homogène" chez les deux autres, et "intermédiaire" chez *nubiana*).

Les **cas intermédiaires**, qui correspondent à la présence d'une fossette plus réduite et beaucoup moins creusée, sont fréquents chez toutes les espèces.

ULN j5: Incisure trochléaire: étirement du bord latéral jusqu'au processus coronoïde latéral de l'ulna						
VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
C,D	Très étiré	0%	10%*	97%	100%	0%
B,E	Intermédiaire	69%	85%	3%*	0%	100%
A	Peu étiré	31%	5%	0%	0%	0%
	Intermédiaire 1 / 2	15% / 54%	46% / 39%	0% / 3%	0% / 0%	38% / 62%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.74), le processus coronoïde latéral de l'ulna est plus étiré chez la chèvre que chez le mouton. *En relation avec le critère RAD-ULNa2*, qui décrit le prolongement de ce processus sur le radius, nous avons effectivement constaté que, chez la chèvre comme chez le bouquetin, le bord latéral de l'incisure trochléaire est **très étiré** en

⁵⁰ Un spécimen de Jordanie.

direction latérale, de sorte qu'il est orienté assez horizontalement. La seule exception que nous avons constatée concerne une chèvre subadulte chez laquelle la synostose proximale n'est pas encore réalisée (*cf. critère RAD-ULNa1*), et le processus coronoïde de l'ulna ne se prolonge même pas jusqu'au bord latéral de la surface articulaire du proximum radial (*critère RAD-ULNa2*). Un aspect "très étiré" a été occasionnellement observé chez le mouton; il s'agit de quatre spécimens subadultes du Soudan. Concernant le prolongement du processus coronoïde de l'ulna sur le radius (*critère RAD-ULNa2*), deux de ces spécimens présentent un aspect "enveloppant"⁵¹; chez un troisième, le processus coronoïde latéral se prolonge "jusqu'au bord", et le quatrième présente un aspect "intermédiaire".

Chez près d'un tiers des chamois examinés, le bord latéral est **peu étiré** en direction latérale. Mais cette espèce présente le plus souvent un aspect intermédiaire et il n'est alors pas possible de la distinguer du mouton ou du chevreuil sur la base de ce critère.

Ce critère est en relation avec le critère RAD-ULN a2, ainsi qu'avec le suivant (ULNj6).

En raison de la fusion proximale des deux os, les critères ULNj6–ULNj8 n'ont généralement pas pu être pris en considération pour les deux espèces du genre Capra. A titre indicatif, nous précisons tout de même les aspects relevés sur les quelques chèvres et bouquetins subadultes chez lesquels la synostose n'est pas encore réalisée (chiffres en gris).

ULN j6: Base de l'olécrâne: surface diarthrodiale latérale répondant au radius						
VUE CRANIALE, Pl.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=3)	<i>C.ibex</i> (n=2)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
C	Horizontale	0%	38%	66%	100%	5%
B,E	Intermédiaire	63%	62%	33%	0%	67%
A	Quasi verticale	37%	0%	0%	0%	28%
B / E	Intermédiaire 1 / 2	6% / 57%	35% / 27%	33% / 0%	0% / 0%	5% / 62%

Chez une partie des moutons de notre corpus, le plus grand axe de cette surface diarthrodiale est orienté **horizontalement**, c'est-à-dire médio-latéralement par rapport à l'axe proximo-distal de l'olécrâne. A l'inverse, certains chamois et chevreuils présentent une surface diarthrodiale orientée **presque verticalement**, c'est-à-dire à peu près parallèlement à l'axe proximo-distal de l'os. Mais les trois espèces présentent majoritairement un aspect intermédiaire. Il est encore possible de distinguer entre un aspect "plutôt

⁵¹ l'un des spécimens présente d'ailleurs une synostose latérale complète (*cf. critère RAD-ULNa1*).

horizontal" (état **intermédiaire 1**) ou "plutôt vertical" (état **intermédiaire 2**) mais la différence entre ces deux aspects est moins évidente.

Ce critère est en relation avec le précédent (ULNj5), ainsi qu'avec le critère RADb5 du *proximum radial*, qui décrit l'aspect de la facette diarthrodiale latérale correspondante.

Deux indices métriques reflètent l'aspect caractéristique qui permet de distinguer les deux espèces du genre *Capra* du chamois et du mouton (§ 3.5.4, tab. 3.71 et 3.72).

ULN j7: Base de l'olécrâne: dépression située entre les surfaces diarthrodiales médiale et latérale						
VUE CRANIALE, PI.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=3)	<i>C.ibex</i> (n=2)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
A	Très creusée	95%	3%*	33%	0%	0%
C,E	Intermédiaire	5%	38%	66%	0%	81%
B	Peu creusée	0%	59%	0%	100%	19%
A	Etroite	66%	16%	0%	0%	29%
C,E	Intermédiaire	34%	47%	33%	0%	71%
B	Large	0%	37%	66%	100%	0%

WOLFF (p.105) a mentionné la possibilité de distinguer le chamois des caprinés domestiques sur la base de ce critère: "Chez le chamois, la fosse située entre les processus coronoïdes médial et latéral constitue une cavité profondément creusée".

Nos observations permettent de confirmer la pertinence de ce critère pour la distinction entre le chamois et le mouton. En effet, une dépression très creusée est caractéristique du chamois. Dans la plupart des cas, cette dépression est également très étroite, ce qui lui confère un aspect encore plus remarquable. Nous avons observé les aspects "très creusé" et "étroit" chez *ornata* et les aspects "intermédiaire" et "étroit" chez *pyrenaica*. Chez le mouton au contraire, cette dépression est généralement peu creusée et souvent large. C'est également ce que nous avons constaté chez le seul spécimen d'*orientalis* examiné.

ULN j8: Corps de l'ulna, zone de contact proximale avec le radius						
VUE CRANIALE, Pl.XVI		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=3)	<i>C.ibex</i> (n=2)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
E	Comprimée	0%	0%	0%	0%	100%
D	Intermédiaire	0%	17%	66%	0%	0%
A,B,C	Élargie	100%	83%	33%	100%	0%

Ce critère permet de faire la distinction entre le chevreuil et les caprinés. Chez le chevreuil, cette partie de la diaphyse est en effet très **comprimée** médio-latéralement et un peu biseauté, la zone en contact avec le radius n'étant constituée que par une fine crête. Chez les autres espèces, cette même partie est généralement **élargie** et forme un replat qui entre en contact avec le radius. Des cas **intermédiaires** ont été constatés chez le mouton (par exemple, un aspect un peu biseauté, mais moins marqué et moins mince), mais jamais nous n'avons observé, chez les caprinés, un aspect comparable à celui du chevreuil.

BOESSNECK *et al.* (p.74) ont également décrit l'aspect de cette surface de contact avec le radius chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, cette surface est davantage bosselée et irrégulière, et aussi plus allongée que chez le mouton". D'après PRUMMEL & FRISCH (p.570-571), cette surface est "courte chez le mouton, longue chez la chèvre". Nous n'avons pas pu tester ces différences, à cause de la synostose radio-ulnaire chez les espèces du genre *Capra*. Nous remarquons toutefois que l'importance de la rugosité et son aspect plus ou moins "bosselé" varient chez nos trois spécimens de chèvres (et bouquetins) subadultes, de la même manière que la partie correspondante sur le radius (*cf. critère RADb1*).

ULN k1: Corps de l'ulna: dépression au niveau de la face médiale						
VUE MEDIALE (non illustrée)		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
	Marquée	2%	0%	0%	0%	69%
	Intermédiaire	44%	22%	10%	39%	25%
	Faible	54%	78%	90%	61%	6%

Chez le chevreuil, la compression médio-latérale décrite ci-dessus (critère j8) se reflète, dans de nombreux cas, par une dépression marquée de la face médiale de l'ulna. Chez les caprinés, cette partie de l'os peut présenter une dépression, mais moins nette que chez le chevreuil. De toute façon, la minceur de cette partie de l'os chez le chevreuil ne laisse en principe planer aucune ambiguïté.

2.5. FÉMUR

2.5.1. Fémur: Corpus

Les classes d'âge ont été définies par rapport aux stades de fusion épiphysaire du fémur:

-**adultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le proximum et pour le distum.

-**subadultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le proximum, mais est en cours pour le distum. Pour les deux bouquetins subadultes, le processus de fusion est terminé pour le distum et touche à sa fin pour le proximum.

-**jeunes**: la fusion épiphysaire est en cours ou n'a pas encore débuté pour le proximum et le distum (dans la plupart des cas, la fusion des deux épiphyses est en cours).

Remarques - Les extrémités proximale et distale du fémur se soudent à la diaphyse au cours de la même période, ce qui explique le nombre relativement réduit de subadultes, chez lesquels l'une des épiphyses est complètement fusionnée et l'autre non.

	Adultes			Subadultes			Jeunes	Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	42 (+6)	28 (+5)	11 (+1)	3 (+1)	1 (+1)	1	4 (+2)	49 (+9)
<i>O.aries</i>	16	12	1	8	5	3	8	32
<i>C.hircus</i>	14	13	1	6	3	0	6	26
<i>C.ibex</i>	21 (+11)	7 (+11)	14	2	0	2	1	24 (+11)
<i>C.capreolus</i>	16	9	6	3	2	1	1	20

Tableau 2.12. Corpus étudié pour le fémur: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Rupicapra pyrenaica ornata* (deux femelles adultes et une subadulte)
- 1 *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* (femelle jeune)
- 1 *Ovis musimon* (mâle adulte)
- 1 *Ovis ammon* (mâle adulte)
- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)
- 3 *Capra (ibex) sibirica* (deux mâles adultes et une femelle jeune)
- 1 *Capra (ibex) nubiana* (femelle jeune)

2.5.2. Fémur: Clé des critères

FEMUR - PROXIMUM				
Chevreuil / Caprinés		a1,a6,b1,b2		
Chamois / Caprinés		b4		
Mouton / Caprinés		b1		
Chèvre / Caprinés		a1		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		(a2),(a4),a7		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		(a3)		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	a3,a5,b1,(b3),b4	a1,(a2),a3,a4,a5, a7,b2,b4	a2,(a4),(a5),a7,b3, b4	a1,(a5),a6,a7,b1, b2,b3,b4
Mouton		a1,(a2),a4,(a5),a7, b1,(b2)	a2,(a4),a7,b1,(b2)	a1,a6,a7,b1,b2, (b3)
Chèvre			a1,(a2),(a4),(a5), b2,b3	a1,a4,(a5),a6,b1, b2,b3

FEMUR - DIAPHYSE				
Chevreuil / Caprinés		c3		
Chamois / Caprinés		-		
Mouton / Caprinés		(c4)		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	(c1),(c2),(c4)	c1,c5	c1	c2,c3,c5
Mouton		(c1),(c2),(c4),c5	(c2),(c4)	(c2),c3,(c4),c5
Chèvre			(c5)	(c1),c2,c3

FEMUR – DISTUM				
Chevreuril / Caprinés		d1,e3,f1,f7,f15,h1		
Chamois / Caprinés		d2,d3		
Mouton / Caprinés		f10,(f12),(g2)		
Chèvre / Caprinés		(e2)		
Bouquetin / Caprinés		e1,f16		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		f4,f5,(f13)		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		f8		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuril
Chamois	d2,d3,f8,f10,(f12),(f13),f14,(g2),h1	d2,d3,(d5),(e2),(f3),f4,f5,f8,f9,(f12),f13,f14,(g2)	d2,d3,(d5),e1,(f2),f3,f4,f5,f7,(f11),f13,f14,(f15),f16,(g1),g2	d1,e3,f1,(f2),(f3),f7,f8,f9,(f11),f13,f15,(g1),(g2),h1
Mouton		(d5),(e2),f3,f4,f5,f9,f10,(f12),(f13),g1,(g2),h1	(d5),e1,(f3),f4,f5,f7,f8,f10,f11,(f12),(f13),(f14),(f15),f16,(g1),g2,h1	d1,d2,d3,d4,e3,f1,f7,f8,f9,f10,f11,(f12),(f13),f14,f15,g1,h1
Chèvre			(d4),e1,(e2),f2,f3,(f5),f7,f8,(f9),f11,(f14),(f15),f16,g1	d1,d2,d3,(d5),(e2),e3,f1,f2,f3,f4,f5,f7,(f11),(f12),f13,f14,f15,(g2),h1

2.5.3. Fémur: Description des caractères morphoscopiques

FEMUR - PROXIMUM

Les quatre premiers critères (a1-a4) décrivent la partie du proximum constituée par la tête fémorale et le tubercule majeur. Il existe parfois un lien entre les différents aspects possibles, sans qu'il s'agisse pour autant d'une véritable corrélation.

FEM a1: Forme de la tête fémorale						
VUE CAUDALE, Pl.XVII		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Cylindrique	0%	3%	0%	0%	100%
A,B	Peu arrondie	82%	84%	0%	40%	0%
D	Intermédiaire	18%	13%	64%	57%	0%
C	Très arrondie	0%	0%	36%	3%	0%

A propos de la tête fémorale, HEINTZ (p.49) distingue deux "types morphologiques" parmi les ruminants: le type "cylindrique" (ou "hémi-cylindrique") et le type "sphérique". Nous avons pu constater que le chevreuil fait partie de la première catégorie, alors que les caprinés s'apparentent à la seconde. En effet, le chevreuil se différencie des autres espèces étudiées par une tête fémorale de forme nettement **cylindrique**, dont le bord proximal est très aplati et nettement étiré en direction médiale; cette forme caractéristique est également bien visible en vue proximale (non illustré).

Il existe également des différences, mais plus subtiles, au sein des caprinés. BOESSNECK *et al.* (p.96-97) ont décrit l'aspect de la tête fémorale chez les deux formes domestiques: "Chez la chèvre, la tête est plus arrondie et possède une courbure plus prononcée, mieux définie par rapport au col. Chez le mouton, la tête présente une forme plus cylindrique, étirée en direction médio-latérale". Les auteurs ont également donné une estimation métrique de la forme de la tête. Pour le rapport - exprimé en pour cent - entre la largeur de la tête ("diamètre crânio-caudal") et sa longueur ("diamètre médio-latéral, mesuré en projection sur le corps"), ils obtiennent des valeurs comprises entre 87 et 100 pour la chèvre et 78 et 95 pour le mouton; il existe donc un recoupement des valeurs, pour la zone comprise entre 87 et 95.

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.37) ont examiné la forme de la tête fémorale chez des moutons soay et ont constaté que tous (n=42) sont de type "mouton" ("tête étirée médio-latéralement").

Nous avons distingué différents aspects concernant la forme de la tête fémorale, en nous basant notamment sur la courbure et l'étirement en direction médiale de la partie du bord proximal situé entre le col et le sommet de la tête. Chez la plupart des moutons, nous avons effectivement observé une forme **peu arrondie**: le bord proximal n'est que très légèrement convexe ou bien plat, et s'étire à peu près autant en direction médiale qu'en direction proximale. Par contre, seule une minorité des chèvres examinées présentent une tête vraiment **très arrondie**, c'est-à-dire dont le bord proximal est très convexe; en outre, des **cas intermédiaires** (forme assez variable) peuvent se présenter chez les deux espèces.

Chez *musimon* et *ammon*, la tête fémorale est peu arrondie. Un seul spécimen de chèvre égagre présente une tête de forme très arrondie (aspect intermédiaire pour les deux autres).

D'après WOLFF (p.106), le chamois possède une tête "un peu plus arrondie que celle du mouton, mais pas autant que celle de la chèvre". Selon nos résultats, il n'est cependant pas possible de distinguer le chamois du mouton sur la base de ce critère. En observant à nouveau notre matériel, nous constatons toutefois que, pour certains spécimens, le bord proximal de la tête s'étire davantage en direction proximale chez le chamois que chez le mouton. Mais il ne s'agit que d'une légère différence, et qui n'est pas valable dans tous les cas; cela aurait cependant pu faire l'objet d'une distinction entre deux états intermédiaires.

La tête fémorale est souvent peu arrondie chez le bouquetin, ce qui le distingue de la chèvre; mais les deux espèces présentent souvent un aspect intermédiaire. Cet aspect a également été observé chez *sibirica*.

FEM a2: Passage de la tête fémorale dans le col						
VUE CAUDALE, Pl.XVII		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Très abrupt	0%	0%	17%	29%	5%
B,C,E	Intermédiaire	27%	43%	50%	71%	85%
A	Progressif	73%	57%	33%	0%	10%
C / B,E	Intermédiaire 1 / 2	5% / 22%	3% / 40%	33% / 17%	55% / 16%	40% / 45%
B	Bosse	2%	28%	13%	10%	10%

BOESSNECK *et al.* (p.96) ont décrit ce caractère chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, la tête descend de manière abrupte vers le col et, à partir de

celui-ci, forme souvent un palier. Chez le mouton, le passage dans le col se fait généralement graduellement ou bien avec seulement un léger changement de direction; à ce niveau, il peut y avoir une légère bosse. Exceptionnellement, il peut y avoir l'ébauche d'un palier". CLUTTON-BROCK *et al.* (p.37) ont constaté que tous les soay (n=42) sont de type "mouton" ("la tête est en continuité avec le col").

Chez les moutons de notre corpus, nous avons constaté que la transition entre la tête et le col se fait en principe progressivement, ou avec seulement un léger ressaut ou une légère bosse (état **intermédiaire 2**), comme cela a été décrit par BOESSNECK *et al.* La présence d'une bosse - au niveau du col ou de la tête fémorale - ne peut pas être considérée comme caractéristique du mouton. Concernant la chèvre, nos résultats révèlent l'existence d'une variabilité importante, ce qui limite grandement l'utilité du critère dans le cadre de la distinction entre les deux formes domestiques.

Chez *ammon* et *musimon*, nous avons constaté que la transition entre la tête et le col se fait plutôt progressivement - c'est-à-dire avec un très léger ressaut (I2); une légère bosse est présente au niveau du col chez *musimon*, et de la tête chez *ammon*. Chez les trois chèvres égagres, le passage de la tête au col est seulement un peu abrupt (I1).

Chez le bouquetin, ce caractère est moins variable que chez la chèvre; le passage dans le col peut être **très abrupt** (présence d'un très net palier) ou seulement **un peu abrupt** lorsque le palier est moins marqué (état **intermédiaire 1**). Chez le chamois, la transition est généralement progressive, et cet aspect est discriminant par rapport au bouquetin. Mais chez les deux espèces, il peut y avoir seulement un léger ressaut (I2). Nous avons observé une transition progressive chez *ornata*, alors qu'elle se produit de manière un peu abrupte (I1) chez *sibirica* et *nubiana*.

FEM a3: Col: étirement en direction médio-latérale						
VUE CAUDALE, PI.XVII		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C	Etroit	0%	41%	32%	0%	10%
B,D,E	Intermédiaire	54%	28%	64%	51%	70%
A	Large	46%	31%	4%*	49%	20%

BOESSNECK *et al.* (p.96) ont fait remarquer que "Chez la chèvre, le bord proximal du col est habituellement plus profond et moins étiré en direction médio-latérale que chez le mouton".

Nos observations révèlent toutefois l'existence d'une variabilité importante chez le mouton, ce qui limite grandement l'utilisation du critère dans le cadre de la distinction entre les deux formes domestiques. Un col **large** - c'est-à-dire très étiré en direction médio-latérale - semble exceptionnel chez la chèvre, puisque nous ne l'avons observé que sur un jeune spécimen chez lequel le processus de fusion du proximum avec la diaphyse est encore en cours. Mais la taille de notre corpus de chèvres est relativement réduite, et cet aspect "large" a été observé chez l'une des chèvres égagres (aspect intermédiaire pour les deux autres). Chez *ammon* et *musimon*, nous avons constaté la présence d'un large col.

D'après WOLFF (p.106), "le col est seulement peu enfoncé en direction proximo-distale chez le chamois, et donc plus étiré en direction médio-latérale que chez la chèvre et le mouton". Pour PUCHER & ENGL (p.44), le chamois ressemble au mouton mais l'aspect du col, "particulièrement large chez le chamois", peut permettre de le distinguer de la chèvre. En effet, le col est large chez près de la moitié des chamois de notre corpus et cet aspect est exceptionnel chez la chèvre, mais pas chez les autres espèces. En outre, toutes les espèces, y compris le chamois, peuvent présenter un aspect intermédiaire. Nous avons également observé les aspects "large" ou "intermédiaire" chez *ornata* et *pyrenaica*, ainsi que chez *sibirica*.

D'après Philippe MOREL (inédit), il pourrait exister une différence sexuelle chez le chamois: "le col est peu allongé et faiblement incurvé chez les femelles, alors que l'angle du col est plus accusé et son bord proximal beaucoup plus profond chez les mâles". Mais d'après nos résultats, cette distinction n'est pas valable.

FEM a4: Rapprochement de la tête et du grand trochanter: angle						
VUE CAUDALE, Pl.XVII		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
C,D	Fermé	0%	0%	72%	18%	0%
E	Intermédiaire	39%	29%	28%	71%	84%
A,B	Ouvert	61%	71%	0%	11%	16%
E	Intermédiaire 1 / 2	2% / 37%	11% / 18%	24% / 4%	53% / 18%	5% / 79%

Selon l'orientation de la tête dans sa descente vers le col, et selon l'étirement du grand trochanter en direction latérale, l'angle formé entre la tête et le grand trochanter peut varier sensiblement. BOESSNECK *et al.* (p.96) ont discuté ce critère pour les caprinés domestiques: "Chez la chèvre, le grand trochanter se tient plus près de la tête et est moins courbé vers l'extérieur que chez le mouton. Mais l'angle mesuré entre le bord supérieur de la tête et le

bord interne du grand trochanter varie fortement: il oscille autour de 90 degrés chez le mouton (de 85 à 100, exceptionnellement moins de 80 et plus de 105) alors qu'il atteint rarement 90 degrés chez la chèvre (le plus souvent il se situe entre 70 et 85 et peut descendre en dessous de 65). Malgré le recoupement considérable, cette caractéristique est une aide essentielle pour la discrimination entre les deux espèces, même si certains spécimens ne peuvent être déterminés."

Les différents aspects que nous avons défini peuvent être mis en relation avec une mesure approximative de l'angle telle qu'elle a été réalisée par BOESSNECK *et al.* Ainsi, un aspect "ouvert" correspond à un angle nettement supérieur à 90 degrés, alors qu'un aspect "fermé" correspond à un angle nettement inférieur à 90 degrés. D'après nos observations, il existe effectivement une zone de recoupement entre les deux espèces domestiques, qui correspond à nos cas "intermédiaires"⁵². Toutefois, la plupart des spécimens de chèvres et de moutons sont caractéristiques de leur espèce et peuvent être efficacement séparés sur la base de ce critère.

Nous avons observé un aspect "ouvert" chez *musimon* et *ammon*. Par contre, seule l'une des chèvres égagres présente un aspect "fermé" (aspect "intermédiaire" pour les deux autres).

La variabilité est importante chez le bouquetin, et nous n'avons pas souvent observé l'aspect "fermé" typique de la chèvre. Les spécimens de *nubiana* et *sibirica* examinés présentent un aspect intermédiaire (I1 ou I2). Le chamois ressemble au mouton (aspects "ouvert" ou "intermédiaire"). Chez *pyrenaica* et *ornata*, nous avons observé un aspect intermédiaire (I2).

FEM a5: Crête intertrochantérique: bord caudal						
VUE CAUDALE, Pl.XVII		<i>R.rupicapra</i> (n=44)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C	Epais	0%	42%	64%	13%	15%
B,D,E	Intermédiaire	55%	45%	36%	65%	65%
A	Mince	45%	13%	0%	22%	20%

PUCHER & ENGL (p.43) ont repris la description de WOLFF (p.106) selon laquelle la minceur du bord de la crête intertrochantérique - qui relie la base du grand trochanter au petit

⁵² Nous avons encore distingué entre un angle "un peu fermé" (I1) ou "un peu ouvert" (I2) suivant qu'il se rapproche plutôt de l'un ou de l'autre des états "extrêmes". Mais la différence n'est pas évidente et les deux aspects tendent à se confondre.

trochanter et forme la bordure latérale de la fosse trochantérique - est caractéristique du chamois.

Chez près de la moitié des chamois examinés, nous avons effectivement constaté la minceur de ce bord. En outre, nous avons souvent observé un bord épais chez les caprinés domestiques, mais jamais chez le chamois. Cependant, toutes les espèces peuvent présenter un aspect intermédiaire et il n'est alors pas possible de les distinguer sur la base de ce critère.

Concernant la fosse trochantérique

D'après BOESSNECK *et al.* (p.97), la fosse trochantérique peut éventuellement permettre de distinguer la chèvre du mouton: "Dans les cas typiques, cette fosse est plus étroite et plus profonde chez le mouton que chez la chèvre". Mais en examinant notre matériel pour ce critère, nous n'avons pas trouvé cette distinction valable.

WOLFF (p.106) a également proposé ce caractère pour la distinction entre le chamois et les caprinés domestiques: "Chez le chamois, la fosse trochantérique est située un peu plus loin proximale que chez la chèvre et surtout que chez le mouton; en largeur, elle est comparable à celle de la chèvre, mais creuse très profondément le trochanter en direction latérale". D'après PUCHER & ENGL (p.43), la fosse se prolonge loin sous le trochanter majeur chez le chamois, mais "la différence avec le mouton est, au fond, minime".

Bien que le développement de la fosse trochantérique nous semble assez variable chez les deux espèces domestiques, ce critère aurait probablement mérité d'être testé; en effet, le développement de la fosse en direction proximale est parfois très réduit chez la chèvre et le mouton, par comparaison avec le chamois. En vue médio-plantaire, la fosse semble également plus large chez le chamois. Les différences constatées sont toutefois assez subtiles.

FEM a6: Bord caudal du grand trochanter						
VUE CAUDALE, Pl.XVII		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=25)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Aiguisé	0%	0%	0%	0%	100%
	Intermédiaire	38%	16%	35%	4%	0%
A,B,C,D	Arrondi	62%	84%	65%	96%	0%

Proximement à la crête intertrochantérique, le bord caudal du grand trochanter est toujours aiguisé chez le chevreuil qui se distingue ainsi des caprinés. Ces derniers présentent le plus souvent un bord caudal arrondi, ou formant éventuellement une arête localisée (état intermédiaire), mais jamais un aspect comparable à celui observé chez le chevreuil.

FEM a7: Bord médial reliant le petit trochanter à la tête fémorale						
VUE MEDIALE, Pl.XVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A,B	Court	60%	69%	4%*	0%	0%
E	Intermédiaire	40%	31%	24%	35%	55%
C,D	Étiré	2%*	0%	72%	65%	45%
B	Concave	29%	33%	0%	0%	5%
A,D,E	Intermédiaire	54%	57%	42%	69%	60%
C	Rectiligne	17%	10%	58%	31%	35%

Au sein des caprinés, ce critère peut permettre de faire la distinction entre les deux espèces du genre *Capra* d'une part, et le mouton et le chamois d'autre part. Chez ces derniers, le bord médial reliant le petit trochanter à la tête fémorale est souvent court et parfois nettement concave; ce cas de figure semble exclure toute confusion possible avec le chevreuil ainsi qu'avec l'une ou l'autre des espèces du genre *Capra*. Chez ces dernières, le bord est généralement bien étiré et plus souvent rectiligne que chez les deux autres caprinés. Nos résultats révèlent cependant l'existence d'un nombre important de **cas intermédiaires** - qui correspondent à la présence d'un bord "un peu étiré" ou "très peu concave" - chez toutes les espèces.

Les égagres présentent un bord étiré ou un peu étiré, et très légèrement concave. Chez *nubiana* et *sibirica* le bord est étiré, et rectiligne ou très peu concave. Nous avons observé un aspect intermédiaire (pour les deux caractères) chez un *pyrenaica* et deux *ornata*, mais un bord étiré et très légèrement concave chez le troisième spécimen d'*ornata*. Chez *Ovis*, *musimon* et *ammon* sont intermédiaires pour les deux caractères.

FEM b1: Grand trochanter: profil du bord proximo-crânial						
VUE LATÉRALE, Pl.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=22)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
B	Quadrangulaire	5%	37%	0%	0%	0%
A,C,D	Anguleux	73%	40%	68%	84%	5%
E	Courbe	22%	23%	32%	16%	95%
E	saillant	0%	0%	0%	0%	84%

BOESSNECK *et al.* (p.97) ont proposé ce critère pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, le bord proximal du grand trochanter est plus voûté et la ligne qui le borde au coin antérieur est souvent anguleuse. Chez le mouton, le bord proximal est souvent plus long et plus rectiligne, et forme plutôt un angle droit avec le bord antérieur. Mais des déviations dans la forme du trochanter existent dans les deux sens, et la considération de ce seul caractère peut mener à des interversions".

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.37) ont testé ce critère sur les soay (n=42) et constaté que 95% d'entre eux correspondent au type "mouton" ("profil quadrangulaire"), alors que deux spécimens présentent un aspect intermédiaire avec le "type chèvre" ("profil courbe").

Nous avons effectivement observé un profil quadrangulaire chez une partie de nos moutons, et cet aspect semble discriminant par rapport aux autres espèces; mais toutes, y compris le mouton, peuvent également présenter les aspects "anguleux" ou "courbe". Chez le chevreuil, le profil proximo-caudal est souvent courbe et **saillant**, de sorte qu'il s'avance en direction crâniale jusqu'à dépasser le bord crânial du grand trochanter; cet aspect est tout à fait caractéristique.

Concernant le développement du grand trochanter en direction proximale

D'après COUTURIER (1962, p.131-150), "le fémur du bouquetin se différencie de celui du chamois par un grand trochanter plus fort et dépassant beaucoup plus nettement le bord supérieur du col anatomique". Nous constatons en effet qu'il existe souvent une différence entre les deux espèces, d'ailleurs visible sur nos illustrations des vues caudale, médiale et crâniale (Pl. XVII, XVIII et XXI). Mais il existe des variations, de sorte que la différence est parfois faible.

FEM b2: Crête du grand trochanter: partie proximale						
VUE LATÉRALE, Pl.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=22)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Surélevée	0%	3%	0%	0%	95%
A,B,D	Intermédiaire	98%	76%	55%	100%	5%
C	Indistincte	2%*	21%	45%	0%	0%
B,D / A	Intermédiaire 1 / 2	13% / 85%	41% / 35%	14% / 41%	73% / 27%	5% / 0%

FEM b3: Crête du grand trochanter: prolongement distal						
VUE LATÉRALE, Pl.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=21)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Très marqué	0%	13%	0%	9%	85%
B,D	Intermédiaire	36%	68%	38%	87%	15%
A,C	Peu marqué	64%	19%	62%	4%	0%

La crête du grand trochanter, qui sert d'attache tendineuse, présente chez le chevreuil un aspect particulier et distinctif par rapport aux caprinés. Dans sa partie proximale, cette crête est nettement **surélevée** et s'étend loin en direction crâniale, dépassant le bord crânial du grand trochanter (*en relation avec le critère FEMb1*). En outre, la crête se prolonge en direction distale jusqu'à la base du grand trochanter.

D'après nos observations, la crête du grand trochanter est souvent très faible, et pratiquement indistincte dans sa partie proximale chez la chèvre; elle tend à être davantage marquée chez le mouton, dans ses portions proximale et distale. Mais au final, la discrimination entre les deux espèces n'est généralement pas possible, car de nombreux spécimens des deux espèces présentent un aspect similaire. Nos résultats ne permettent pas de montrer une influence de l'âge sur le développement de la crête chez le mouton. Les cas qui présentent une crête indistincte dans sa partie proximale correspondent à quatre jeunes et deux adultes; mais plusieurs jeunes et subadultes présentent un aspect "marqué" ou "intermédiaire".

BOESSNECK *et al.* (p.96-97) ont également décrit la forme du bord crânial du grand trochanter chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, la surface crânio-latérale du grand trochanter est généralement bombée, alors que ce n'est pas le cas, ou bien seulement très peu, chez le mouton". Selon notre interprétation, ce caractère est en fait lié aux critères b2 et b3. En effet, chez la chèvre, la crête du grand trochanter est généralement inexistante et la légère convexité du grand trochanter se poursuit jusqu'au bord crânial. Chez le mouton, la crête est davantage marquée et surélevée; en conséquence, la partie du grand trochanter située crânialement à cette crête est plate.

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.37) ont examiné ce caractère sur les moutons soay (n=42): 90% sont de type "mouton" ("bord crânio-latéral plat ou dépression peu profonde") et 10% sont intermédiaires avec le type "chèvre" ("bord crânio-latéral légèrement convexe").

Chez les spécimens de chamois et de bouquetin de notre corpus, la partie proximale de la crête est en principe distincte mais pas surélevée (état **intermédiaire**). Pour ce critère (b2), nous avons fait la distinction entre une crête bien distincte jusque dans sa partie la plus proximale - **état intermédiaire 1**, plus fréquent chez le bouquetin, et une arête un peu moins marquée et qui tend à se fondre avec le bord crânio-proximal du grand trochanter - **état intermédiaire 2**, plus fréquent chez le chamois (Pl. XIX, (A) et (D)). Distalement, la crête tend à s'atténuer chez le chamois, alors qu'elle reste généralement bien marquée chez le bouquetin.

Chez *ammon*, nous avons observé une crête surélevée dans sa partie proximale (c'est-à-dire semblable à celle que l'on trouve chez le chevreuil) et un peu moins marquée (aspect intermédiaire) dans sa partie distale. Une crête proximale bien distincte (I1) et qui s'atténue un peu distalement a été observée chez *musimon*. Contrairement à ce que nous avons généralement constaté chez *ibex*, la crête trochantérique n'est que peu marquée distalement chez deux *sibirica* (aspect intermédiaire pour le troisième).

FEM b4: Grand trochanter: arête oblique						
VUE LATÉRALE, Pl.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A	Marquée 🍏	70%	20%	4%	24%	10%
B,D,E	Intermédiaire 🍏	30%	43%	8%	62%	20%
C	Indistincte	0%	37%	88%	14%	70%
A	🍏 "coudée"	89%	7%	4%	6%	0%

PUCHER & ENGL (p.43-44) ont proposé ce critère pour la distinction entre le chamois et les caprinés domestiques: "On trouve chez le chamois une arête tranchante et aiguisée qui s'étire en direction crânio-caudale et qui, après un virage ou même un coude, passe dans la bordure délimitant latéralement la surface âpre. Chez le mouton, ce bord oblique n'est qu'estompé, et il est à peine reconnaissable chez la chèvre".

La forme "coudée" décrite par PUCHER & ENGL pour le chamois est en effet caractéristique; nous n'avons relevé que quelques rares cas similaires chez les autres caprinés. L'arête est marquée chez la majorité des chamois de notre corpus mais ce n'est pas toujours le cas, et la présence d'une arête peu marquée (état **intermédiaire**) peut

entraîner une confusion avec les autres espèces. Chez *ornata* et *pyrenaica*, l'arête est plus ou moins marquée, mais présente toujours une forme coudée.

D'après PUCHER & ENGL, l'aspect caractéristique du chamois "est reconnaissable chez les individus un peu âgés". Pour notre corpus, la proportion de spécimens subadultes et jeunes est effectivement plus importante parmi les cas intermédiaires. Nous avons toutefois constaté la présence d'une arête marquée chez certains subadultes (trois spécimens), alors que certains adultes (neuf spécimens) présentent un aspect intermédiaire.

Ce relief est indistinct chez la plupart des chèvres de notre corpus et cet aspect semble, en principe, empêcher toute confusion avec le chamois; en outre, seule une chèvre naine d'Afrique présente une arête marquée et dont la forme ressemble à celle du chamois. Chez les égagres, nous avons observé les aspects "indistinct" et "intermédiaire".

FEMUR - DIAPHYSE

FEM c1: Surface âpre: bord latéral proximal						
VUE CAUDALE, Pl.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A	Aiguisé	53%	12%	0%	6%	10%
B,C	Intermédiaire	45%	60%	56%	47%	30%
D,E	Emoussé	2%	28%	44%	47%	60%
	Intermédiaire 1 / 2	45% / 0%	24% / 36%	30% / 26%	15% / 32%	10% / 20%

Chez la moitié des chamois de notre corpus, le bord proximal de la surface âpre forme une arête fine et **aiguisée**, nettement distincte du reste de la diaphyse; dans les autres cas, cette arête est moins marquée (état **intermédiaire 1**). La partie caractéristique correspond au premier quart du bord latéral de la surface âpre (*cf. critère FEMb4*), situé dans le prolongement de l'arête oblique du grand trochanter (Pl. XX (A)); chez les autres espèces, cette portion du bord est souvent complètement émoussée ou alors rugueuse (état **intermédiaire 2**), mais plus rarement aiguisée.

Nous avons observé un aspect intermédiaire chez trois *ornata* (l1) et un spécimen jeune de *pyrenaica* (l2). Les chèvres égagres présentent également un aspect intermédiaire (l1), ainsi que *ammon* et *musimon* (l2).

FEM c2: Surface âpre, partie distale: forme						
VUE CAUDALE, PI.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Très étroite	0%	10%	0%	0%	70%
B	Intermédiaire	7%	62%	4%	11%	25%
A,C,D	Élargie	93%	28%	96%	89%	5%
	dont indistincte	18%	41%	24%	0%	10%

FEM c3: Surface âpre, partie distale: bord latéral						
VUE CAUDALE, PI.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Surélevé	0%	3%	0%	0%	85%
D	Intermédiaire	33%	44%	28%	59%	15%
A,B,C	Mousse	67%	53%	72%	41%	0%

Cette partie de la diaphyse peut permettre de faire la distinction entre les caprinés et le chevreuil⁵³. Chez ce dernier, la surface âpre présente généralement une forme **très étroite** sur toute sa longueur, et en particulier dans sa partie distale; dans cette zone, le bord latéral est, en outre, nettement **surélevé**, formant une crête. Ces deux aspects sont caractéristiques mais, compte tenu de la variabilité existante, il peut y avoir confusion avec les caprinés, et en particulier avec le mouton.

BOESSNECK *et al.* (p.97) ont décrit la forme de la surface âpre chez les deux espèces de caprinés domestiques: "La moitié distale de la surface âpre est davantage élargie chez la chèvre, de sorte qu'elle occupe plus - et souvent beaucoup plus - que la moitié de la largeur de l'os; chez le mouton, elle occupe moins de la moitié ou un peu plus de la moitié de la largeur de l'os". Il existe donc une variabilité, mais "les fémurs avec une surface âpre étroite peuvent être déterminés comme appartenant au mouton". Les auteurs mentionnent également une autre différence: "Dans sa partie distale, la surface âpre est généralement moins nettement marquée chez la chèvre que chez le mouton, bien qu'elle soit parfois à peine distincte chez ce dernier. Chez la chèvre, les deux lèvres sont faibles, souvent seulement ébauchées; chez le mouton, la lèvre latérale est plus fortement bâtie que la lèvre médiale".

Nous avons effectivement constaté que la surface âpre est généralement plus étroite chez le mouton que chez les autres espèces de caprinés (c2); mais un aspect "très étroit" n'a été observé que chez trois moutons, dont un adulte et deux jeunes, alors que d'autres spécimens présentent une forme élargie. D'après nos observations, l'aspect du bord latéral

⁵³ La différence entre le chamois et le chevreuil avait déjà été relevée par BOUVIER, bien que sa description pour le chamois ne corresponde pas vraiment à ce que nous avons observé.

(c3) ne permet pas de faire la distinction entre les deux formes domestiques, ni entre d'autres espèces de caprinés.

Chez *ammon* et *musimon*, la surface âpre présente un élargissement intermédiaire; le bord distal est surélevé chez *ammon* (aspect intermédiaire chez *musimon*).

FEM c4: Face crâniale, partie proximale: trou nourricier						
VUE CRANIALE, Pl.XXI		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A,C,D,E	Présent	100%	81%	100%	100%	100%
B	Absent	0%	19%	0%	0%	0%

FEM c5: Face caudale: trou nourricier						
VUE CAUDALE, Pl.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A,B	Sub-médian	27%	31%	0%	9%	0%
	Médian	6%	6%	0%	3%	0%
C,D,E	Absent	67%	63%	100%	88%	100%

Chez les espèces étudiées, le trou nourricier principal est généralement situé sur la face crâniale de l'os et dans sa partie proximale (critère c4). Chez le chamois, le mouton et - plus rarement - le bouquetin, il est également possible de trouver un trou nourricier sur la face caudale de la diaphyse, généralement en situation légèrement sub-médiane (critère c5); parfois, le trou nourricier situé à cet endroit est de taille réduite, voire minuscule.

Nous n'avons jamais constaté de trou nourricier en situation caudale chez la chèvre (c5). La constance de la position du foramen chez cette espèce est corroborée par les observations de Barbara NODDLE (1978): chez 50 spécimens, le foramen est toujours en situation proximale, sur la face crâniale de l'os. Chez les trois chèvres égagres que nous avons examinées, le trou nourricier est également situé sur la face crâniale (et absent de la face caudale).

Chez le chamois et le bouquetin, le foramen crânial est toujours présent (c4). Chez deux spécimens d'*ornata*, le trou nourricier est toutefois absent de la face crâniale et présent sur la face caudale - dans un cas en position médiane et dans l'autre en position sub-médiane. Chez un autre *ornata* et chez *pyrenaica*, seul le trou nourricier crânial-proximal est présent. Il existe un foramen caudal (sub-médian) chez deux *sibirica*, et dans l'un de ces deux cas le trou nourricier est absent de la face crâniale (ce qui n'a jamais été observé chez *ibex*). Chez *nubiana* le trou nourricier unique se trouve sur la face crâniale.

Le trou nourricier crânial peut manquer chez le mouton (c4). Un trou nourricier caudal (médian ou sub-médian) est présent chez 37% des spécimens de notre corpus (c5). Dans 50% de ces cas, le foramen caudal coexiste avec le foramen crânial; dans les autres cas, seul le trou nourricier caudal est présent. Parmi les spécimens qui comportent deux trous nourriciers, trois sont adultes (chez l'un d'eux le foramen caudal est peut-être en régression, car petit) et trois non adultes (un subadulte et deux jeunes - chez l'un d'eux le foramen caudal est également très petit). Trois adultes et trois subadultes présentent uniquement un foramen caudal.

Chez *musimon*, le trou nourricier est également absent de la face crâniale et nous l'avons trouvé sur la face caudale en situation sub-médiane. Chez *ammon* un unique foramen est présent en situation crâniale-proximale.

NODDLE (op. cit.) a étudié la position du trou nourricier chez diverses populations ovines actuelles et archéologiques, et a décrit trois situations possibles: i) sur la face crâniale en situation proximale; ii) sur la face caudale en situation médiane; iii) sur la face caudale en situation distale. Ces trois positions correspondent à celles que nous avons observées chez nos moutons (nous avons préféré le terme "sub-médian" à celui de "distal" car le trou nourricier se trouve parfois seulement un peu en dessous du milieu de la diaphyse).

NODDLE constate que la plupart des combinaisons possibles de la position du foramen se produisent chez toutes les populations étudiées, mais qu'il existe en général une position dominante. La position proximale est la plus commune, alors que la position médiane est la moins fréquente – sauf pour les moutons néolithiques de Skara Brae (Orcaïdes). La position distale est commune chez les moutons manx et ryeland. Quelques-unes des données de NODDLE, ainsi que nos propres observations, sont présentées dans le **tableau 2.13**. Pour notre corpus, seul un petit nombre de spécimens (moutons du Soudan et nez noir du Valais, ainsi qu'un bélier et une brebis karaman) peuvent être regroupés en une "population" – mais ce terme n'est pas à prendre dans son sens biologique.

	N	Crânial - proximal	Caudal - distal	Caudal - médian	Crânial - proximal et caudal - distal	Crânial - proximal et caudal - médian
Présent travail						
Corpus complet	32	63%	15%	3%	16%	3%
Soudan	12	68%	16%	0%	16%	0%
Nez noir	6 ⁵⁴	17%	0%	17%	66%	0%
Karaman	2	100%	0%	0%	0%	0%
NODDLE (1978)						
Soay	77	83%	12%	1%	4%	0%
Clun	43	65%	19%	5%	9%	2%
Manx	14	7%	93%	0%	0%	0%
Ryeland	26	19%	62%	11%	8%	0%
Mouflons	18	78%	0%	0%	22%	0%
Moutons néolithiques (Skara Brae, Orcades)	79	27%	34%	39%	0%	0%

Tableau 2.13. Fémur: position du(des) trou(s) nourricier(s) chez divers types de moutons.

Comme pour la plupart des populations étudiées par NODDLE, la position crâniale-proximale est la plus commune pour l'ensemble de notre corpus, ainsi que chez les moutons du Soudan; mais cela n'est pas le cas pour les moutons nez noir du Valais. Chez ces derniers, la situation la plus fréquente correspond à la présence de deux trous nourriciers, l'un crânial et l'autre caudal. Ces résultats restent cependant à confirmer par l'observation d'un échantillon plus important.

⁵⁴ Dont trois jeunes spécimens non inclus dans le corpus utilisé pour l'étude morphologique du fémur (position proximale et sub-médiane pour les trois).

FEMUR - DISTUM

FEM d1: Fosse supracondyloire: creusement						
VUE CAUDALE, PI.XX VUE LATÉRALE, PI.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=49)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=21)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Surcreusée	0%	3%*	0%	0%	55%
A,B,D	Intermédiaire	92%	94%	76%	92%	45%
C	Très faible	8%	3%*	24%	8%	0%
Intermédiaire 1 / 2		18% / 74%	16% / 78%	0% / 76%	0% / 92%	35% / 10%

Plus de la moitié des chevreuils étudiés présentent une fosse supracondyloire "surcreusée", c'est-à-dire qu'en plus de la zone déprimée et rugueuse constituant la fosse il existe, dans sa partie médiale, un creusement plus profond encore.

A l'inverse, le creusement de la fosse supracondyloire est parfois très faible chez la chèvre; la majorité des cas correspondent à une fosse un peu creusée dans son ensemble (état intermédiaire 2), mais jamais nous n'avons constaté de "surcreusement" médial, même léger (état intermédiaire 1).

FEM d2: Epicondyle latéral, base de la fosse supracondyloire: relief						
VUE CAUDALE, PI.XX VUE LATÉRALE, PI.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=25)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A,E	Pointe	50%	4%*	0%	0%	55%
	Intermédiaire	50%	8%	17%	17%	45%
B,C,D	Faible	0%	84%	83%	83%	0%
	quasi absent	0%	4%	0%	42%	0%

Chez le chamois et le chevreuil, nous avons toujours constaté la présence d'un relief bien distinct dans cette partie de l'os: il s'agit soit d'une **pointe** élevée et très bien détachée de l'os, soit d'un relief moins aigu mais tout de même distinct (état intermédiaire). Chez les autres espèces, il n'existe le plus souvent qu'une légère bosse mal individualisée; chez le bouquetin en particulier, il n'y a même souvent pratiquement aucun relief. Une exception chez le mouton concerne un jeune spécimen (la soudure du distum à la diaphyse en est à son début).

FEM d3: Condyle latéral: forme						
VUE CAUDALE, PI.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=23)	<i>C.hircus</i> (n=15)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Etiré	63%	0%	0%	0%	16%
D,E	Intermédiaire	37%	61%	33%	76%	79%
B,C	Droit	0%	39%	67%	24%	5%
E / D	Intermédiaire 1 / 2	37% / 0%	9% / 52%	6% / 27%	7% / 69%	21% / 58%

Chez la majorité des chamois de notre corpus, nous avons remarqué un aspect caractéristique – tout au moins par rapport aux autres espèces de caprinés. Le condyle est un peu étiré en direction latérale, et présente de ce fait une orientation oblique; typiquement, l'angle proximo-latéral est saillant et le bord proximal du condyle est oblique – et parfois très aplati.

Chez les autres espèces de caprinés, le condyle présente généralement un aspect "droit" ou "assez droit" (état intermédiaire 2). Dans le premier cas, le condyle est orienté verticalement par rapport à l'axe de l'os, et son bord proximal horizontalement; surtout, l'angle latéro-proximal n'est pas saillant. Le second cas ressemble au premier, mais le condyle est plus oblique et le bord proximal est convexe. Ces distinctions sont assez subtiles et méritent une observation attentive. En outre, toutes les espèces peuvent présenter un aspect "assez saillant" (état intermédiaire 1): le coin latéro-proximal est saillant et/ou l'orientation de l'épicondyle est oblique; cet aspect peut ressembler dangereusement à l'aspect "étiré". Ajoutons encore que cette partie du distum est souvent érodée, ce qui augmente encore le risque de confusion; seul un aspect clairement extrême ("étiré" ou "droit") peut donc être discriminant.

Un aspect "étiré" a été observé chez *pyrenaica* et deux *ornata* (aspect "intermédiaire 1" pour le troisième). Nous avons constaté un aspect "intermédiaire" chez *ammon* (I2), *sibirica* (I1) et *nubiana* (I1), ainsi que chez les chèvre égagres (I1 ou I2).

Chez le chevreuil, trois cas correspondent à un aspect "étiré", puisque l'angle proximo-caudal est saillant; mais le bord supérieur est plus horizontal que celui des chamois présentant le même aspect.

L'étirement latéral, chez le chamois, du condyle latéral du fémur (FEMd3) est en relation avec celui du condyle latéral du tibia (TIBa3).

Concernant les dimensions du condyle latéral

D'après BOESSNECK *et al.* (p.98), "le condyle latéral est, en vue distale, très légèrement plus large chez la chèvre que chez le mouton; il y a toutefois superposition des domaines de variation des deux espèces". Nous avons effectivement trouvé ce caractère variable et difficile à juger, c'est pourquoi nous ne l'avons pas testé.

Selon PUCHER & ENGL (p.44), toujours en vue distale, le condyle latéral est encore plus massif chez le chamois que chez la chèvre. D'après nos observations, cette affirmation n'est pas vérifiée.

FEM d4: Condyle latéral: hauteur par rapport au condyle médial						
VUE CAUDALE, Pl.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=49)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Surélevé	21%	26%	16%	42%	5%
A,C,E	Intermédiaire	69%	39%	69%	58%	75%
B	Même niveau	10%	35%	24%	0%	20%

Ce "caractère" présente une variabilité importante, et une difficulté supplémentaire concerne l'orientation du distum (Pl. XX). Tout de même, chez le bouquetin, le bord proximal du condyle latéral est toujours au moins un peu surélevé par rapport au condyle médial. Cela est également valable pour les spécimens de *sibirica* (aspect "intermédiaire" ou "nettement surélevé") et *nubiana* (aspect "nettement surélevé").

FEM d5: Fosse intercondyloire: largeur						
VUE CAUDALE, Pl.XX		<i>R.rupicapra</i> (n=39)	<i>O.aries</i> (n=22)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=22)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
E	Large	13%	27%	0%	0%	28%
A,B,C	Intermédiaire	79%	64%	74%	82%	66%
D	Étroite	8%	9%	26%	18%	6%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.98), "la fosse intercondyloire est moins profonde et souvent plus large chez le mouton que chez la chèvre". Au cours de nos observations, nous avons trouvé ce critère assez subjectif. Par conséquent, seuls les cas très extrêmes ont été relevés comme "larges" ou "étroits", et nos résultats montrent qu'ainsi toutes les espèces présentent le plus souvent un aspect intermédiaire.

Chez près d'un quart des chèvres, nous avons tout de même observé une fosse vraiment **étroite**: l'espacement entre les deux condyles reste constant sur toute sa longueur, et ce contrairement à certains cas intermédiaires. Cet aspect "étroit" n'a été observé que chez l'une des chèvres égagres (aspect intermédiaire pour les deux autres).

L'aspect "étroit" est encore moins fréquent chez le bouquetin que chez la chèvre. Il a toutefois été observé chez deux *sibirica* (aspect intermédiaire chez le troisième et chez *nubiana*). Selon PRAT (p.315), la fosse intercondyloire est proportionnellement plus large chez le chamois que chez le bouquetin; nos résultats reflètent cette tendance, mais la majorité des cas ne peuvent être distingués.

Une fosse étroite a été observée chez *musimon*, et un aspect intermédiaire chez *ammon* ainsi que chez *ornata* et *pyrenaica*.

Pour le chevreuil, la fosse intercondyloire tend généralement à s'élargir dans sa partie distale, ce qui est en relation avec le critère FEM7.

FEM e1: Face crâniale: dépression située proximale à la trochlée						
VUE CRANIALE, PI.XXI		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
D	Très marquée	2%	8%	0%	100%	0%
A,E	Intermédiaire	45%	19%	25%	0%	68%
B,C	Absente	53%	73%	75%	0%	32%

Chez tous les bouquetins étudiés, nous avons constaté la présence d'une très nette dépression au niveau de la partie crâniale de la diaphyse située proximale à la trochlée. Cet aspect est caractéristique puisque, bien qu'une dépression puisse également être présente chez les autres espèces, elle est en principe moins marquée.

Nous avons observé un aspect intermédiaire chez l'un des *sibirica* (mâle adulte), mais une dépression très marquée chez les deux autres *sibirica* ainsi que chez *nubiana*. En outre, nous avons également constaté la présence d'une dépression très marquée chez *ammon*. Les chèvres égagres présentent un aspect "intermédiaire". Nous n'avons pas observé de dépression chez *ornata*, ni chez *pyrenaica*.

FEM e2: Trochlée: hauteur de la lèvre latérale par rapport à la lèvre médiale						
VUE CRANIALE, PI.XXI		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=14)	<i>C.hircus</i> (n=21)	<i>C.ibex</i> (n=16)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C	Dépasse net.	5%	0%	29%	6%	0%
A,B,D,E	Intermédiaire	87%	100%	71%	94%	85%
	Est dépassée	8%	0%	0%	0%	15%
A/B,D,E	Intermédiaire1 / 2	41% / 46%	29% / 71%	38% / 33%	4% / 90%	0% / 85%

Chez près d'un tiers des chèvres de notre corpus, la lèvre latérale **dépasse très nettement**, en direction crâniale, la lèvre médiale. Mais, comme chez les autres espèces, la plupart des spécimens présentent le plus souvent un aspect intermédiaire qui correspond soit à un léger dépassement (état **intermédiaire 1**), soit à un niveau similaire pour les deux lèvres (état **intermédiaire 2**).

Chez le chevreuil, nous avons constaté la tendance inverse à celle de la chèvre: ou bien les deux lèvres sont au même niveau, ou bien la lèvre latérale est dépassée par la lèvre médiale.

Les deux lèvres sont généralement au même niveau chez le bouquetin, et cet aspect a également été observé chez *nubiana* et deux des *sibirica* (aspect intermédiaire pour le troisième).

Concernant la forme de la trochlée

Selon BOESSNECK *et al.* (p.98), la trochlée est généralement plus courte et plus large chez le mouton, plus longue et plus étroite chez la chèvre. Mais les auteurs précisent que le recoupement des valeurs du rapport longueur/largeur de la trochlée est très important. "On peut donc seulement dire que des valeurs inférieures à 50% sont de l'ordre de l'exception chez le mouton."

Selon PUCHER & ENGL (p.44), la trochlée est plutôt plus étirée chez le chamois que chez la chèvre. Cette description est en contradiction avec les observations de MOREL (inédit), selon lesquelles la hauteur atteinte par la trochlée (en direction proximale) semble, pour le chamois, plus faible que celle de la chèvre et sensiblement comparable à celle du mouton. D'après nos observations, il existe une variabilité importante chez les différentes espèces; en outre, ce critère est assez subjectif et dépend des proportions du distum. Il faut également s'entendre sur la vue à considérer (crâniale ou distale), ce qui n'a pas été précisé par les auteurs mentionnés.

FEM e3: Trochlée, lèvre médiale: élargissement						
VUE CRANIALE, PI.XXI VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=44)	<i>O.aries</i> (n=13)	<i>C.hircus</i> (n=16)	<i>C.ibex</i> (n=21)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Très net	0%	0%	0%	0%	65%
B	Intermédiaire	14%	69%	19%	22%	35%
A,C,D	Très faible	86%	31%	81%	78%	0%

FEM f1: Trochlée, lèvre médiale: élévation par rapport à la lèvre latérale						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=24)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Dépasse	4%	4%	4%	4%	90%
D	Intermédiaire	40%	33%	33%	48%	10%
A,B,C	Même niveau	56%	63%	63%	48%	0%

HEINTZ (p.49) a décrit deux types morphologiques concernant la forme de la trochlée: un type symétrique: "les deux lèvres ne diffèrent que peu ou pas par leur taille", et un type dissymétrique: "la lèvre médiale l'emporte de loin sur la lèvre latérale". D'après HEINTZ, le premier type correspond aux Caprinés⁵⁵ et le second aux Cervidés ainsi qu'à certains Bovidés⁵⁶.

Nous avons considéré séparément l'élargissement de la lèvre médiale et sa hauteur (en vue distale) par rapport à celle de la lèvre latérale. La lèvre médiale est toujours mieux développée que la lèvre latérale, mais chez les caprinés cette différence est généralement très faible. Nos observations s'accordent bien avec la distinction proposée par HEINTZ, mais montrent également que le risque de confusion entre le chevreuil et les caprinés n'est pas nul. Chez le mouton, la lèvre médiale tend à être plus épaisse que chez les autres espèces de caprinés (à voir en vue crâniale, PI.XXI (B)).

⁵⁵ "Ovi-Rupi-Caprinés" (HEINTZ, p.49)

⁵⁶ Selon HEINTZ (p.49), la forme de la trochlée, symétrique ou dissymétrique, va de pair avec la forme sphérique ou cylindrique de la tête fémorale: "Un fémur dont la tête articulaire est cylindrique possède toujours une trochlée distale dissymétrique et au contraire, un fémur à tête articulaire sphérique possède toujours une trochlée approximativement symétrique".

FEM f2: Trochlée, sillon patellaire: forme générale						
VUE DISTALE, Pl.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Courbe	16%	24%	8%	17%	100%
A,B,D	Intermédiaire	57%	66%	44%	77%	0%
C	Anguleux	27%	10%*	48%	6%	0%

FEM f3: Trochlée, sillon patellaire: fond, bord médial et bord latéral						
VUE DISTALE, Pl.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=47)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D,E	Courbe	25%	52%	15%	58%	100%
A,B	Intermédiaire	58%	45%	58%	42%	0%
C	Anguleux	17%	3%	27%	0%	0%
E	Un peu concave	26%	41%	4%	52%	70%
A,B,D	Intermédiaire	72%	52%	70%	48%	30%
C	Un peu convexe	2%	7%	26%	0%	0%
E	Un peu concave	28%	17%	8%	0%	90%
A,B,C	Intermédiaire	66%	69%	65%	17%	5%
D	Un peu concave	6%	14%	27%	83%	5%

Le premier critère (f2) concerne la forme générale du sillon patellaire. Compte tenu de la variabilité constatée, nous avons tenté de décomposer, à l'aide de trois autres caractères (f3), les différents aspects que nous avons observés.

Nos résultats montrent que chevreuil présente toujours un sillon très arrondi, dont le fond est parfaitement courbe et les bords médial et latéral sont généralement concaves. Au sein des caprinés, la variabilité est plus importante.

Selon BOESSNECK *et al.* (p.98), "la section transversale est semi-circulaire chez le mouton, plus anguleuse chez la chèvre". Nous avons effectivement constaté la présence d'un sillon anguleux chez près de la moitié des chèvres, mais ce n'est pas toujours le cas et deux spécimens – une chèvre naine africaine adulte et un spécimen subadulte des Alpes suisses – présentent même un aspect "courbe". La forme du sillon est également variable chez le mouton et trois cas – un jeune et un subadulte du Soudan ainsi qu'un nez noir subadulte – correspondent à un aspect "anguleux".

Seule l'une des chèvres égagres présente un sillon anguleux (aspect intermédiaire pour les deux autres). Nous avons constaté la présence d'un sillon courbe chez *musimon*, et un aspect intermédiaire chez *ammon*.

Selon la description de PUCHER & ENGL (p.44) pour le chamois, "la trochlée possède une gorge arrondie, moins anguleuse que celle de la chèvre". Toutefois, nous constatons chez le

chamois l'existence d'une variabilité particulièrement importante, et les cas les plus fréquents (intermédiaires) ne correspondent pas à l'illustration réalisée par PUCHER & ENGL (Abb.11/c). Cette variabilité se reflète également chez *omafa* (deux cas "anguleux" et un cas "courbe") et *pyrenaica* (aspect "intermédiaire").

Chez le bouquetin, les cas correspondant à un sillon anguleux sont beaucoup plus rares que chez la chèvre. En outre, le bord latéral est généralement convexe alors que le bord médial est rectiligne (état intermédiaire) ou même un peu concave; par conséquent, le sillon patellaire présente une forme particulière. Nous avons observé les aspects "anguleux" et "arrondi" chez *sibirica*, et un sillon arrondi chez *nubiana*.

FEM f4: Trochlée: puits synovial						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C A,B,D,E	Présent	0%	3%*	58%	43%	0%
	Intermédiaire	0%	16%	23%	6%	0%
	Absent	100%	81%	19%	51%	100%

FEM f5: Trochlée: encoche distale						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,D E A,B	Marquée	0%	0%	52%	68%	0%
	Intermédiaire	5%	13%	36%	32%	85%
	Absente	95%	87%	12%	0%	15%
Intermédiaire 1 / 2		5% / 0%	3% / 10%	16% / 20%	18% / 14%	30% / 55%

BOESSNECK *et al.* (p.97) ont décrit ces caractères chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Le puits synovial est généralement présent chez la chèvre, bien qu'absent chez certains individus. Il forme une encoche qui part de l'extrémité distale jusque dans la trochlée, ou alors se trouve complètement ou partiellement isolé dans le sillon. Ce puits est normalement absent chez le mouton".

Afin de définir précisément les différents aspects possibles, il nous a semblé utile de faire la distinction entre le puits synovial à proprement parler – lequel est situé loin à l'intérieur de la surface trochléaire – et l'encoche qui se trouve au niveau du bord distal de la trochlée. Une encoche **marquée** est creusée dans l'os, et donc très distincte; l'état **intermédiaire 1** correspond à une encoche bien visible mais pas creusée, et l'état **intermédiaire 2** à la présence de seule une très faible trace au niveau du bord distal de la trochlée. Les deux critères (f4 et f5) peuvent être combinés.

Plus de la moitié des chèvres examinées présentent un puits synovial parfaitement distinct, et nous avons alors observé les deux aspects décrits par BOESSNECK *et al.*, qui résultent de la **combinaison** de nos deux critères. Le premier aspect concerne 37% des chèvres de notre corpus et correspond à la présence d'un puits synovial **et** d'une encoche nette ("le puits synovial forme une encoche qui part de l'extrémité distale jusque dans la trochlée"). Dans ce cas, la confusion avec le mouton nous semble très improbable. Dans les autres cas, le puits synovial est isolé au milieu de la trochlée: le puits est net **mais** l'encoche moins distincte (I1) ou même à l'état de trace (I2); cet aspect concerne 21% des chèvres de notre corpus, et permet également la distinction d'avec le mouton. En effet, la présence d'un puits, ou bien d'une encoche marquée, suffit à désigner la chèvre.

BOESSNECK *et al.* mentionnent pour la chèvre environ 10% de cas exceptionnels chez lesquels le puits synovial est absent⁵⁷. Les cas susceptibles d'être confondus avec le mouton correspondent à l'absence de puits synovial **et** d'encoche, et nous avons constaté une proportion assez importante de cas "problématiques" (24% des chèvres de notre corpus). Parfois le puits synovial est faible voire très faible (aspect intermédiaire) et il n'existe qu'une infime trace de l'encoche (12%) ou bien l'encoche est absente (8%); très rarement, le puits synovial est absent et l'encoche aussi (4%).

PANISSET (1906) avait déjà rapporté l'existence de ce caractère pour la distinction entre la chèvre et le mouton; d'après cet auteur, la présence du puits synovial est constante chez les chèvres adultes (c'est-à-dire chez lesquelles la soudure du distum avec la diaphyse est réalisée), mais peut manquer chez les plus jeunes individus. BOESSNECK *et al.* ont toutefois constaté que le puits synovial peut également manquer chez les spécimens adultes. Nous n'avons constaté l'absence totale de puits et d'encoche que chez une seule chèvre, et il s'agit d'un jeune spécimen, originaire de Jordanie. Mais les autres cas "problématiques" (puits faible et encoche absente ou très faible) comprennent deux adultes, ainsi qu'un subadulte et deux jeunes. Notons que ces spécimens sont d'origines différentes (Suisse, Turquie, Ethiopie, Soudan), et que les deux chèvres angoras originaires de Turquie (un couple) présentent le même aspect (puits faible et encoche à l'état de trace).

Nous avons constaté la présence d'un puits synovial et d'une encoche nette chez l'une des chèvres égagres examinées; le puits est absent chez les deux autres spécimens, mais il y a une encoche nette ou intermédiaire.

⁵⁷ Les auteurs font notamment remarquer que le puits synovial est absent chez deux chèvres naines (leur corpus compte au maximum trois chèvres naines du Cameroun). Chez les deux naines (adultes, dont une africaine) de notre corpus, nous avons constaté la présence d'un puits et d'une encoche très nets.

La situation générale pour les moutons de notre corpus correspond à l'absence d'encoche distale et de puits synovial, mais nous avons constaté un cas exceptionnel: chez un mâle subadulte nez noir, le puits synovial, d'une longueur de 11 mm environ, est parfaitement distinct; il est isolé à l'intérieur de la trochlée, car l'encoche distale fait complètement défaut. D'autres cas correspondent à la présence d'une légère, voire très légère trace de puits synovial (aspect "intermédiaire")⁵⁸. En outre, plusieurs spécimens présentent une encoche distale mal définie⁵⁹ (cas intermédiaires). Mais aucun spécimen ne cumule la présence d'un puits et d'une encoche.

Il peut donc exceptionnellement exister un puits synovial chez le mouton. Cela a également été rapporté par BOESSNECK *et al.* pour un spécimen, ainsi que par HILDEBRANDT (cité par BOESSNECK *et al.* 1964). CLUTTON-BROCK *et al.* ont testé ce critère sur les moutons soay (n=42) et ont constaté l'absence de puits synovial dans 100% des cas.

Il n'y a pas de puits chez *musimon*, mais une trace d'encoche est visible; chez *ammon*, il y a une trace de puits et une nette encoche.

Comme la chèvre, le bouquetin se distingue souvent des autres espèces par la présence fréquente d'un puits synovial et/ou d'une encoche nette. Mais ces caractéristiques peuvent faire défaut: le puits synovial est effectivement absent chez près de la moitié des spécimens examinés, mais une encoche est généralement présente; celle-ci est souvent nette mais peut aussi être moins marquée (I1), voire n'exister que sous forme de trace (I2). Chez tous les spécimens qui présentent un aspect intermédiaire (I1 ou I2) pour l'encoche, le puits est absent; cela représente 32% des cas (18% et 14% des cas respectivement), qui sont susceptibles d'être confondus avec les représentants des autres genres.

Pour les trois *sibirica*, nous avons observé les combinaisons suivantes: puits intermédiaire/encoche intermédiaire (adulte); puits absent/encoche intermédiaire (adulte); puits absent/encoche nette (subadulte). Chez *nubiana* le puits est absent mais une nette encoche est présente.

Nous n'avons jamais observé la moindre trace de puits synovial chez le chamois, et seuls trois spécimens présentent une légère entaille au niveau du bord distal de la trochlée. Le

⁵⁸ Cinq spécimens comprenant une femelle nez noir subadulte, un mâle karaman jeune et deux femelles du Soudan tout juste adultes (il persiste seulement une faible trace de la ligne de fusion épiphysaire).

⁵⁹ Quatre spécimens dont une femelle adulte "de l'Oberland grison" qui présente une encoche nette (I1), et trois autres individus qui ne présentent qu'une très faible trace d'encoche (I2).

puits synovial est absent chez *ornata* et *pyrenaica*, et chez ce dernier il existe la trace d'une encoche.

Chez le chevreuil, le puits synovial est toujours absent; par contre, la présence d'une encoche – jamais nette mais parfois assez distincte (aspect "intermédiaire 1") – est fréquente.

FEM f6: Trochlée: bord postéro-distal						
VUE DISTALE, Pl.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=17)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A,B,D	Bien délimité	42%	37%	29%	36%	25%
E	Mal délimité	58%	63%	24%	20%	75%
C	Entaillé	0%	0%	47%	44%	0%

PUCHER & ENGL (p.44) ont proposé ce critère dans le cadre de la distinction entre le chamois et les deux espèces domestiques: "Chez le chamois, la trochlée se termine distalement par un bord presque perpendiculaire à son axe; ce bord est à peu près rectiligne sur toute sa largeur, ou seulement légèrement sinueux. Chez le mouton, l'extrémité médiale de la trochlée, moins distincte, tend à former un coude – ou un "S". Chez la chèvre, la trochlée est entaillée et son extrémité est fortement asymétrique".

Concernant les deux espèces du genre *Capra*, ce critère est en partie redondant avec le précédent (f5); toutefois, la proportion de cas "entaillés" (f6) ne correspond pas exactement à celle de la présence d'une encoche "nette" (f5). Cela est dû au fait qu'il peut exister une encoche parfaitement nette, creusée dans la trochlée, alors que le bord distal de celle-ci est intact (cf. Pl. XXII (D))⁶⁰.

Compte tenu de la variabilité constatée chez toutes les espèces, nous avons fait la distinction, assez schématiquement, entre un bord **bien délimité** et qui s'étend médio-latéralement de manière rectiligne ou courbe, et un bord **mal délimité**, souvent sinueux. D'après nos observations, ce caractère n'est pas utile pour la distinction entre le chamois et le mouton. Chez ces deux espèces, le bord est généralement à peu près perpendiculaire à l'axe de la trochlée (mais oblique chez 6% des chamois et 15% des moutons), et il peut être plus ou moins bien délimité.

⁶⁰ A cela s'ajoute le fait que ce ne sont pas exactement les mêmes corpus qui ont été utilisés pour les critères f5 et f6.

FEM f7: Fosse intercondyloire, partie distale						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=30)	<i>O.aries</i> (n=21)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=11)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
E	Élargie	0%	0%	0%	0%	78%
D	Intermédiaire	40%	19%	16%	100%	22%
A,B,C	Étroite	60%	81%	84%	0%	0%
	Intermédiaire 1 / 2	0% / 40%	5% / 14%	0% / 16%	0% / 100%	22% / 0%

En vue distale, la fosse intercondyloire est particulièrement **élargie** chez le chevreuil: elle se prolonge loin jusqu'au condyle médial et la transition avec ce dernier est progressive; de part et d'autre de la fosse, les bords des deux condyles sont mal délimités. Chez le chamois et les deux espèces domestiques la fosse est au contraire étroite, bien délimitée par les deux bords condyloires, et la transition avec ces bords est abrupte. Chez le bouquetin, nous avons toujours observé un aspect intermédiaire, c'est-à-dire un élargissement de la partie médiale moins important et une transition plus abrupte que pour l'aspect "élargi". Cet aspect intermédiaire peut également se présenter chez les autres espèces.

FEM f8: Fosse intercondyloire, fossette distale: forme						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Étirée	61%	0%	8%	37%	5%
C,D,E	Intermédiaire	37%	33%	73%	53%	90%
B	Étroite	2%	67%	19%	0%	5%
C	dont indistincte	6%	3%	69%	11%	68%

FEM f9: Fosse intercondyloire, fossette distale: bord proximal						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=17)	<i>C.ibex</i> (n=35) ⁶¹	<i>C.capreolus</i> (n=18)
B	Bien délimité	36%	42%	0%	14%	0%
A	Intermédiaire	37%	48%	6%	20%	17%
C,D,E	Mal délimité	27%	10%	94%	66%	83%

FEM f10: Fosse intercondyloire, fossette distale: bosse médiale						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
B	Marquée	0%	65%	0%	0%	0%
C	Intermédiaire	28%	35%	54%	9%	32%
A,D,E	Absente	72%	0%	46%	91%	68%
	Intermédiaire 1 / 2	5% / 23%	29% / 6%	19% / 35%	0% / 9%	11% / 21%

⁶¹ L'ajout de onze spécimens de la collection de Munich a fait passer la proportion de cas "bien délimités" de 0% à 14%.

Il s'agit ici de la petite fossette située dans la partie distale de la fosse intercondyloire. PUCHER & ENGL (p.44) ont fait remarquer son intérêt dans le cadre de la distinction entre le chamois et les caprinés domestiques: "La fossette est étroite et généralement mal délimitée chez le mouton et la chèvre, mais elle est large et délimitée par un bord tranchant chez le chamois."

Nous avons distingué plusieurs caractéristiques de la fossette distale: *i*) sa forme générale, *ii*) l'aspect de son bord proximal, *iii*) l'aspect de son bord médial. D'après nos observations, le premier critère est effectivement utile pour distinguer le chamois du mouton. La fossette est généralement **étirée** médio-latéralement chez le chamois alors que chez le mouton elle est **étroite**, c'est-à-dire étirée dans le sens crânio-caudal et délimitée latéralement et médialement par deux bords. Chez la chèvre et le chevreuil, la fossette est généralement de forme plus ou moins arrondie; elle est souvent **indistincte**, c'est-à-dire très mal définie, et ce en relation avec l'aspect du bord proximal (f9), qui est généralement mal délimité chez ces deux espèces.

La forme étroite observée chez une majorité de moutons est en relation avec la présence d'une bosse très bien marquée formant le bord médial de la fossette (f10). Les autres espèces peuvent éventuellement présenter une bosse peu marquée (état **intermédiaire 1**), mais jamais nous n'avons observé de bosse caractéristique comme celle du mouton. Nous avons encore fait la distinction entre une paroi médiale parfaitement plate (**absence totale de bosse**) et la présence à ce niveau d'une légère convexité (état **intermédiaire 2**); ce dernier aspect est rare chez le mouton.

Nous avons constaté la présence d'une fossette de forme intermédiaire chez *musimon* et *ammon*, avec une bosse nette pour le premier et légère pour le second. La fossette est également de forme "intermédiaire" (bord mal délimité et bosse absente ou légère) chez les chèvres égagres, ainsi que chez *pyrenaica* et *ornata*. Le spécimen de *pyrenaica* et l'un des *ornata* présentent une légère bosse (aspect I2 pour les deux autres *ornata*). Contrairement à ce qui a généralement été observé chez *ibex*, l'un des *sibirica* présente une fossette étroite.

FEM f11: Dépression située entre le bord distal de la trochlée et le condyle médial						
VUE DISTALE, Pl.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=29)	<i>O.aries</i> (n=21)	<i>C.hircus</i> (n=18)	<i>C.ibex</i> (n=11)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
B	Nette	24%	52%	11%	0%	0%
A,C,D	Intermédiaire	55%	38%	61%	73%	61%
E	Quasi-absente	11%	10%	28%	27%	39%

Ce caractère peut éventuellement permettre de distinguer le mouton du chevreuil, car le premier présente souvent une dépression nette et bien délimitée, ce qui n'a jamais été observé chez le second. Ce critère doit toutefois être considéré avec prudence, compte tenu des effectifs relativement faibles.

FEM f12: Epicondyle médial: profil						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=30)	<i>O.aries</i> (n=20)	<i>C.hircus</i> (n=18)	<i>C.ibex</i> (n=11)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
B	Convexe	0%	30%	0%	0%	0%
A,C,D,E	Intermédiaire	100%	70%	83%	91%	100%
	Plat	0%	0%	17%	9%	0%

Chez certains moutons, nous avons constaté que la face médiale de l'épicondyle est légèrement convexe; en vue distale, cela se reflète par un profil également convexe du bord qui délimite médialement l'épicondyle. Cet aspect n'a pas été observé chez les autres espèces, mais le critère doit être considéré avec prudence compte tenu des effectifs relativement faibles pour la plupart des espèces.

FEM f13: Epicondyle latéral, profil: partie crâniale						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,D	Un peu concave	0%	29%	85%	67%	5%
B,E	Intermédiaire	46%	61%	15%	33%	95%
A	Un peu convexe	54%	10%	0%	0%	0%

FEM f14: Epicondyle latéral, profil: partie caudale						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,D	Très saillante	4%	35%	52%	79%	0%
A,B	Intermédiaire	71%	54%	26%	21%	70%
E	Peu saillante	25%	11%	22%	0%	30%

C'est surtout la combinaison de ces deux critères qui peut permettre de faire la distinction entre le chamois et les autres espèces caprinés, en particulier les deux représentants du genre *Capra*. Chez les spécimens typiques de chèvre et de bouquetin, le profil latéral forme d'abord une courbe un peu concave dans sa partie crâniale (f13), puis il s'étire en direction latéro-distale, formant souvent une bosse très marquée – également visible en vue latérale (f14). Chez les chamois typiques, la partie crâniale est un peu convexe – le bord prend une direction oblique déjà dans sa partie proximale – et se prolonge en direction distale sans

grand changement d'orientation. La variabilité est importante chez le mouton pour les deux caractères, mais également chez la chèvre en ce qui concerne l'aspect de la partie caudale de l'épicondyle.

FEM f15: Epicondyle latéral: fosse de l'extenseur						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=49)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Étirée	0%	0%	0%	21%	80%
A,B,D	Intermédiaire	10%	45%	12%	46%	20%
C	Élargie	90%	55%	88%	33%	0%

Ce critère est utile pour la distinction entre le chevreuil – qui présente souvent une fosse étirée, en vue distale, dans le sens médio-latéral – et les caprinés de même taille.

FEM f16: Epicondyle latéral: sillon						
VUE DISTALE, PI.XXII		<i>R.rupicapra</i> (n=47)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Présent	0%	3%	0%	54%	0%
B	Intermédiaire	17%	52%	38%	42%	0%
A,C,E	Absent	83%	45%	62%	4%	100%

Chez le bouquetin, nous avons souvent constaté la présence d'un sillon caractéristique, pas forcément très creusé mais qui s'étire visiblement depuis la fossette d'insertion ligamenteuse jusqu'à la fosse de l'extenseur. Parfois, il n'y a pas de véritable sillon mais une marque distincte, bien que discontinue (aspect intermédiaire). C'est surtout chez les mâles que nous avons observé un sillon distinct: le sillon est présent chez 73% d'entre eux⁶² et chez seulement 14% des femelles. La plupart des femelles présentent un aspect intermédiaire, et c'est chez l'une d'entre elles que le sillon est absent.

Le sillon est présent ou intermédiaire chez deux mâles adultes *sibirica*, et absent chez une femelle *sibirica* ainsi que chez une femelle *nubiana* (jeunes).

⁶² Un mâle subadulte présente un sillon, et un mâle jeune un aspect "intermédiaire".

FEM g1: Epicondyle latéral: fossette d'insertion ligamenteuse						
VUE LATÉRALE, PI.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Étirée	15%	50%	4%	71%	0%
A,B,E	Intermédiaire	73%	40%	27%	29%	25%
C	Arrondie	12%	10%	69%	0%	75%

Cette fossette est souvent étirée dans le sens crânio-caudal chez le bouquetin, alors qu'elle est souvent arrondie chez la chèvre. Mais une fossette de forme arrondie est présente chez *nubiana* ainsi que chez l'un des *sibirica* (forme allongée pour les deux autres).

Pour les deux espèces du genre *Capra* tout au moins, il existe une relation entre ce critère et le critère FEMf16.

FEM g2: Epicondyle latéral: fossette du poplité						
VUE LATÉRALE, PI.XIX		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Très creusée	0%	4%	13%	79%	0%
A,C,E	Intermédiaire	100%	75%	87%	21%	75%
B	Quasi-absente	0%	21%	0%	0%	15%
	Intermédiaire 1 / 2	33% / 67%	14% / 61%	75% / 12%	17% / 4%	15% / 70%

La fossette du poplité forme généralement un creux très profond chez le bouquetin; cet aspect est plus rare chez les autres espèces, et n'a jamais été observé chez le chamois.

FEM h1: Epicondyle médial: relief						
VUE MÉDIALE, PI.XVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=25)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Marqué	9%	0%	0%	0%	65%
A	Intermédiaire	71%	32%	4%	0%	25%
B,C,D	Absent	16%	68%	96%	100%	10%
A,E	Bien délimité	51%	0%	38%	35%	85%
C,D	Intermédiaire	38%	24%	42%	13%	10%
B	Mal délimité	11%	76%	20%	52%	5%

Chez le chevreuil, nous avons souvent observé un relief bien marqué et bien délimité, situé sur la face médiale de l'épicondyle. Les caprinés présentent généralement un aspect différent; chez le mouton en particulier, ce relief est souvent absent et l'on trouve, à la place, une dépression mal délimitée.

2.6. TIBIA

2.6.1. Tibia: Corpus

Les classes d'âges ont été définies par rapport aux stades de fusion épiphysaire du tibia:

-**adultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le proximum et pour le distum.

-**subadultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le distum, mais est en cours ou n'a pas encore débuté pour le proximum.

-**jeunes**: la fusion épiphysaire est en cours pour le distum, et n'a pas encore débuté pour le proximum.

	Adultes et (sub)adultes ⁶³			Subadultes			Jeunes	Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	43 (+8)	24 (+8)	11 (+1)	10 (+2)	2	4 (+2)	5	58 (+ 10)
<i>O.aries</i>	19	14	2	9	6	3	1	29
<i>C.hircus</i>	20	16	1	8	2	3	1	29
<i>C.ibex</i>	20 (+11)	7 (+11)	13	4	0	4	1	26 (+ 11)
<i>C.capreolus</i>	17	10	6	3	1	2	0	20

Tableau 2.14. Corpus étudié pour le tibia: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

-3 *Rupicapra pyrenaica ornata* (deux femelles (sub)adultes et une adulte)

-1 *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* (femelle subadulte)

-1 *Ovis musimon* (mâle adulte)

-1 *Ovis ammon* (mâle adulte)

-3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)

-4 *Capra (ibex) sibirica* (un mâle adulte, un mâle (sub)adulte, un mâle et une femelle subadultes)

-1 *Capra (ibex) nubiana* (femelle subadulte)

⁶³ spécimens chez lesquels seule une légère trace de la fusion persiste en dessous de la tubérosité tibiale; ils ont été regroupés avec les adultes car ce stade est très tardif.

2.6.2. Tibia: Clé des critères

TIBIA - PROXIMUM				
Chevreuil / Caprinés		b2,b4,c1,c4		
Chamois / Caprinés		a3,a4,a5,b1,c2		
Mouton / Caprinés		(a2)		
Chèvre / Caprinés		a1,a4,b1		
Bouquetin / Caprinés		-		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		a1		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		(c5)		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	(a2),a3,a4,a5,b1, (b2),c2,(c5),c6,c7	a1,a3,a4,a5,b1, (b2),b3,c2,(c3),c5, (c6),c7	a1,a3,a4,a5,b1, (b2),(b3),c2,(c3), (c6),(c7)	a2,a3,a4,a5,b1,b2, b4,c1,c2,c4,(c6), (c7)
Mouton		a1,(a2),a4,b1,b3, c3,c5,c6	a1,(a2),a4,(c3), (c5),(c6)	a4,b2,b4,c1,c3,c4, (c6),c7
Chèvre			a1,b1,c3,c5	a1,a2,b1,b2,b4,c1, c4,c5,c7

TIBIA - DIAPHYSE				
Chevreuil / Caprinés		(d3),(e3)		
Chamois / Caprinés		e4,e5		
Mouton / Caprinés		e7		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		f2		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	(d2),e4,e5,(e6),e7	e4,e5	e4,e5,(e6),f2	d2,d3,e3,e4,e6,f1, (f2)
Mouton		e7,(f1)	(d2),e7,f2	(d2),d3,e3,e6,f1, (f2)
Chèvre			d2,f2	(d2),d3,e1,e3,(e6), f1

TIBIA - DISTUM				
Chevreuil / Caprinés		g6,h1,(i4),k5		
Chamois / Caprinés		g1,(g6),g7,g8		
Mouton / Caprinés		g2		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		i2		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		g5,(h2),(i1),(j1),k6		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		k3		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	g1,g2,(g3),g4,g7, g8,(i2),(j1),k1,k2,k3, k4,(k6)	g1,g2,(g3),g5,g6, g7,g8,h2,i1,(j1), (k1),k3,(k4),k6	g1,g2,g3,g4,g5,g6, g7,g8,(h2),i1,i2, (j1),k1,k2,k4,k6,k7	g1,g2,g3,g5,g6,g7, g8,h1,(i1),(i3),(i4), j1,k1,k5,(k4)
Mouton		g1,g5,h2,(i1),j1, (j2),(k2),(k4),k6	g1,(g3),g5,(g7), (h2),i1,i2,j1,(j2),k2, k3, k6,k7	g1,(g3),g6,h1,(i1), (i3),(i4),j1,(j2),(k2), k3,k5,(k6)
Chèvre			g3,(g4),i2,k3,(k4),k7	g3,g6,g7,h1,h2,(i4) j1,(k3),(k4),k5,k6

2.6.3. Tibia: Description des caractères morphoscopiques

TIBIA - PROXIMUM

TIB a1: Tubérosité tibiale: fosse proximale		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=22)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
VUE PROXIMALE, Pl.XXIII						
C	Présente	0%	5%	70%	3%*	0%
D,E	Intermédiaire	38%	27%	30%	97%	83%
A,B	Absente	62%	68%	0%	0%	17%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.100), ce caractère est le plus utile pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques⁶⁴: "La chèvre présente une fosse – puits circulaire de quelques millimètres de diamètre – dans la profondeur de laquelle on trouve plusieurs trous nourriciers. Chez le mouton, on trouve à la place de ce puits un ou plusieurs trous nourriciers". Les auteurs précisent cependant que des confusions sont possibles.

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.37) ont examiné ce critère chez les soay (n=40) et constaté que 95% d'entre eux sont de type "mouton" ("un ou plusieurs foramens sont disposés sur une surface plane") alors que les 5% restants sont "intermédiaires" avec le type chèvre ("les foramens sont contenus dans un puits").

Au niveau de la jonction entre la tubérosité tibiale et la surface articulaire proximale, nous avons effectivement constaté la présence d'une fosse circulaire – bien distincte et contenant un ou plusieurs trous nourriciers – chez la plupart des chèvres de notre corpus. Exceptionnellement, cet aspect a été observé chez le mouton ainsi que chez le bouquetin. Mais le plus grand risque de confusion réside dans l'existence de **cas intermédiaires**, fréquents chez toutes les espèces. Ils correspondent à la présence d'une dépression de diamètre moins important que celui de la fosse "typique", et qui peut être plus ou moins profonde. Cet aspect ressemble généralement plutôt à un grand trou à l'intérieur duquel se trouvent des trous nourriciers plus petits (cf. Pl.X (D)), mais il existe des variantes. Chez le mouton, comme chez le chamois, l'aspect le plus fréquent correspond à une absence de fosse: on trouve à la place un ou plusieurs trous nourriciers généralement situés dans une faible dépression.

Nous avons pu constater la présence d'une fosse chez les trois chèvres égagres examinées. Cet aspect a également été observé chez l'un des *sibirica* (mâle adulte), alors que les deux autres présentent un aspect intermédiaire. Nous avons également observé un aspect intermédiaire chez *ammon* et *musimon*, ainsi que chez *nubiana*; chez les deux derniers, cet aspect ressemble beaucoup à une véritable fosse, mais de diamètre plus petit: Comme chez *rupicapra*, la fosse est absente ou intermédiaire chez *ornata* et *pyrenaica*.

TIB a2: Sillon de l'extenseur ⁶⁵						
VUE PROXIMALE, PI.XXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=24)	<i>C.hircus</i> (n=21)	<i>C.ibex</i> (n=34)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
E	Ouvert	0%	33%	0%	0%	39%
B	Intermédiaire	9%	42%	19%	35%	33%
A,C,D	Fermé	91%	25%	81%	65%	28%

Les deux bords qui délimitent ce sillon forment entre eux un angle qui peut varier sensiblement. Nous avons observé un sillon **ouvert**, dont les deux bords forment un angle droit voire obtus, uniquement chez le chevreuil et le mouton – ainsi que chez *ammon* (aspect intermédiaire chez *musimon*). Comme les chèvres domestiques, les égagres présentent un aspect "fermé" ou "intermédiaire". Le sillon est fermé chez *pyrenaica*, mais ouvert chez deux *ornata* (aspect intermédiaire chez le troisième).

TIB a3: Condyle latéral: forme						
VUE PROXIMALE, PI.XXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=46)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Développé	67%	0%	8%	0%	0%
D	Intermédiaire	33%	12%	38%	44%	21%
B,C,E	Peu développé	0%	88%	54%	56%	79%

TIB a4: Condyle latéral: bord latéral						
VUE PROXIMALE, PI.XXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=23)	<i>C.hircus</i> (n=19)	<i>C.ibex</i> (n=22)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
A	Diagonal	84%	0%	0%	0%	0%
C	Intermédiaire	16%	13%	84%	41%	12%
B,D,E	Vertical	0%	87%	16%	59%	88%
A,B,D,E	Non anguleux	100%	92%	52%	95%	100%
	Intermédiaire	0%	4%	11%	5%	0%
C	Anguleux	0%	4%	37%	0%	0%

⁶⁴ D'après ces auteurs, le tibia est, de tous les os longs, le plus difficile à déterminer.

⁶⁵ ou coulisse tibiale

TIB a5: Condyle latéral: bord caudal						
VUE PROXIMALE, PI.XXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=49)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Étiré	35%	0%	0%	0%	0%
B,E	Intermédiaire	53%	15%	27%	36%	68%
C,D	Courbe	12%	85%	73%	54%	32%

La forme et l'importance du développement de l'épicondyle latéral ont été décrits par PUCHER & ENGL (p.45): "Chez le mouton et la chèvre, le bord plantaire du condyle est courbé vers l'intérieur, et son bord latéral courbé vers l'extérieur. Chez le chamois, le condyle latéral est étiré loin en direction latérale et son bord caudal est presque rectiligne, de sorte que le condyle prend pratiquement la forme d'un triangle. Par comparaison, le condyle médial est étroit, et l'ensemble de l'articulation nettement asymétrique – à l'avantage de la partie latérale. Le chevreuil est intermédiaire entre les caprinés domestiques et le chamois".

Nous avons décrit l'aspect du condyle latéral à l'aide de trois caractères. Le condyle latéral est toujours plus développé que le condyle médial mais, sauf chez le chamois, la différence est généralement peu marquée (aspect "**peu développé**"). La description faite par PUCHER & ENGL correspond parfaitement à ce que nous avons observé chez une majorité de chamois. Cette espèce se démarque en effet par le développement plus important, en direction latérale, de l'épicondyle latéral; en conséquence, ce dernier est beaucoup plus développé que l'épicondyle médial (aspect "**développé**"). L'étirement de l'épicondyle latéral correspond également à un aspect différent du bord latéral (critère a4): chez le chamois, ce bord est généralement étiré en direction caudo-latérale de sorte qu'il prend une orientation **diagonale** par rapport à l'axe crânio-caudal du proximum; ce qui est caractéristique, c'est que cette orientation se poursuit pratiquement jusqu'à l'extrémité caudale du bord latéral. Chez les autres espèces, ce bord est souvent à peu près tangent à une droite imaginaire orientée **verticalement** par rapport à l'axe crânio-caudal du proximum. La chèvre fait exception: dans sa partie proximale, le bord latéral prend une orientation caudo-latérale comme chez le chamois, mais cette orientation ne se poursuit pas jusqu'à l'extrémité caudale (aspect intermédiaire); au contraire, le bord bifurque brusquement, formant un angle, en direction caudale (aspect "**anguleux**").

Quant au bord délimitant caudalement l'épicondyle latéral (critère a4), il est parfois bien **étiré** – c'est-à-dire plus ou moins rectiligne sur toute sa longueur – chez le chamois. Mais ce caractère est variable, et toutes les espèces peuvent présenter un bord caudal courbe ou un aspect intermédiaire.

Pour le chamois, l'étiement latéral du condyle latéral du tibia (TIBa3) est en relation avec celui du condyle latéral du fémur (FEM d3).

TIB b1: Aire intercondyloire centrale						
VUE CAUDALE, PI.XXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Peu creusée	41%	8%	8%	8%	0%
B,D	Intermédiaire	47%	46%	31%	54%	11%
C,E	Creusée	12%	46%	61%	38%	89%
A	Large	35%	23%	0%	4%	16%
B,D,E	Intermédiaire	65%	73%	62%	92%	79%
C	Étroite	0%	4%	38%	4%	5%

D'après WOLFF (p.107), l'échancrure correspondant à l'aire intercondyloire est plus plate et moins marquée chez le chamois que chez les deux espèces de caprinés domestiques. Les observations de PUCHER & ENGL (p.45) corroborent cette description: "L'échancrure est plus large et moins creusée chez le chamois et le chevreuil que chez la chèvre et le mouton".

Nos résultats montrent que ce critère peut effectivement contribuer à la distinction entre le chamois et les autres espèces, mais doit toutefois être utilisé avec prudence compte tenu de la variabilité existante. Dans tous les cas, seuls les états extrêmes peuvent éventuellement être discriminants – et ils ne sont jamais fréquents. Les aspects "large" et "peu creusé" ont été observés chez d'autres espèces que le chamois, mais la combinaison des deux (aspect "large et peu creusé") semble caractéristique de cette espèce (27% des cas), puisque seul un bouquetin (4%) présente également un tel aspect. De même, un aspect "creusé et étroit" a été observé chez 27% des chèvres mais est exceptionnel chez le mouton (4%), le bouquetin (4%) et le chevreuil (5%), et n'a jamais été constaté chez le chamois.

TIB b2: Tubercule intercondyloire latéral: élévation par rapport au plateau tibial						
VUE CAUDALE, PI.XXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=61/51)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=37/26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Un peu anguleux	0%	4%	4%	0%	42%
B,C,D	Intermédiaire	15%	61%	73%	73%	58%
A	Très progressif	85%	35%	23%	27%	0%
B,D,E	Très surélevé	12%	81%	73%	77%	100%
C	Intermédiaire	67%	19%	27%	19%	0%
A	Peu surélevé	21%	0%	0%	4%*	0%

Ce critère peut être utile dans le cadre de la distinction entre les caprinés et le chevreuil. Chez ce dernier, le tubercule intercondyloire latéral s'élève depuis le plateau tibial latéral en formant parfois un **angle**, et s'étire loin en direction proximale de sorte qu'il est toujours **très surélevé** par rapport au plateau. Le chamois est l'espèce qui diffère le plus du chevreuil: l'élévation du tubercule est généralement très **progressive** – il n'y a en tout cas jamais d'angle – et il est rare qu'elle se prolonge beaucoup en direction proximale; dans un certain nombre de cas, le tubercule latéral est même très **peu surélevé** par rapport au plateau.

Contrairement à ce qui a été observé chez le bouquetin, un spécimen de *sibirica* présente un aspect "anguleux" (aspect "progressif" chez les deux autres). Un aspect "progressif" a été observé chez l'un des *ornata*, et un aspect "intermédiaire" chez les deux autres ainsi que chez *pyrenaica*.

TIB b3: Tubercule intercondyloire latéral: élévation par rapport au tubercule intercondyloire médial						
VUE CAUDALE, Pl.XXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=25)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
C,D	Dépasse	0%	8%	46%	23%	11%*
B,E	Intermédiaire	57%	76%	46%	62%	83%
A	Est dépassé	43%	16%	8%*	15%	6%

Les différences de niveau entre les tubercules intercondyloires latéral et médial sont assez faibles: le tubercule latéral **dépasse légèrement** le tubercule médial ou, au contraire, **est légèrement dépassé** par le tubercule médial; il est donc important que le plateau tibial, et l'aire intercondyloire, soient correctement positionnés (Pl. X). Le chamois et la chèvre représentent les deux formes extrêmes, alors que la variabilité est plus importante chez les autres espèces.

TIB b4: Fibula: vestige proximal						
VUE CAUDALE, Pl.XXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=25)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Développé	4%	0%	0%	4%	76%
A	Intermédiaire	50%	11%	22%	38%	12%
B,C,D	Absent	46%	89%	78%	68%	12%

La plupart des chevreuils de notre corpus se distinguent des caprinés par la présence d'un vestige de la fibula bien **développé**, c'est-à-dire bien détaché de l'os et formant une pointe étirée en direction distale. Les caprinés présentent – sauf exception – une simple

tubérosité qui n'est pas détachée de l'os, ou qui forme seulement une faible pointe (aspect intermédiaire).

TIB c1: Tubérosité tibiale: bord médial						
VUE CRANIALE, Pl.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=16)	<i>C.hircus</i> (n=17)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
E	Surélevé	5%	0%	0%	0%	83%
	Intermédiaire	5%	0%	0%	0%	17%
	Non surélevé	90%	100%	100%	100%	0%

TIB c2: Tubérosité tibiale: dépression médiale						
VUE CRANIALE, Pl.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=16)	<i>C.hircus</i> (n=17)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
A	Présente	47%	0%	0%	0%	0%
C	Intermédiaire	25%	0%	18%	0%	0%
B,D,E	Absente	23%	100%	82%	100%	100%

TIB c3: Tubérosité tibiale: creux latéral						
VUE CRANIALE, Pl.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=45)	<i>O.aries</i> (n=22)	<i>C.hircus</i> (n=15)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
B,D	Présent.	20%	54%	0%	75%	6%
A	Intermédiaire	51%	32%	33%	25%	11%
E,C	Absent	29%	14%	67%	0%	83%

Ces trois caractères concernent l'aspect de la tubérosité tibiale. Le critère c1 peut permettre de reconnaître le chevreuil, puisque la majorité des spécimens examinés présentent un aspect caractéristique: le bord médial de la tubérosité est **surélevé** et la partie médiane de cette dernière forme un creux. Le chamois se distingue parfois des autres espèces par la présence d'une légère échancrure au niveau du bord proximal; cette encoche se prolonge distalement, sur quelques millimètres, par une **dépression** formant un faible sillon (critère c2).

Dans la partie proximo-latérale de la tubérosité, nous avons remarqué la présence d'un creux très bien marqué chez bon nombre de bouquetins et de moutons (critère c3); par opposition, ce creusement est souvent absent chez la chèvre qui présente tout au plus une légère dépression. Un creux est présent chez *musimon* et *ammon*, mais absent chez *nubiana*.

TIB c4: Crête tibiale: courbure latérale						
VUE CRANIALE, Pl.XXV VUE LATÉRALE, Pl.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=21)	<i>C.capreolus</i> (n=17)
E	Très marquée	0%	0%	0%	0%	50%
B,C,D	Intermédiaire	60%	83%	78%	71%	50%
A	Très faible	40%	17%	22%	29%	0%
/ B,C,D	Intermédiaire 1 / 2	4% / 56%	39% / 44%	30% / 48%	14% / 57%	50% / 0%

TIB c5: Crête tibiale: épaisseur du bord crânial						
VUE CRANIALE, Pl.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=23)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
C	Fine	0%	11%	56%	0%	6%
	Intermédiaire	12%	48%	44%	8%*	6%
A,B,D,E	Large	88%	41%	0%	92%	88%

D'après HEINTZ (p.49), la crête tibiale est tranchante et fortement courbée vers l'extérieur chez les Cervidés alors qu'elle est épaisse et à peine courbée chez les Bovidés⁶⁶. BOUMER (p.14) a décrit l'aspect de cette crête chez le chevreuil et le chamois: "Le chevreuil présente une crête tibiale à bord tranchant, légèrement courbée vers l'extérieur en particulier dans sa partie supérieure. Chez le chamois, la crête tibiale est arrondie, moins saillante et moins proéminente".

D'après nos observations, le meilleur caractère pour la distinction entre le chevreuil et les caprinés correspond au critère c4: chez le chevreuil, la partie latérale de la crête est parfois très nettement creusée, et son bord crânial est **courbé** en direction latérale. Cet aspect n'a jamais été observé chez les caprinés. Chez le chamois, la courbure de la crête est souvent **très faible**: sa face latérale n'est que très peu déprimée, en particulier dans sa partie distale. Les cas intermédiaires sont fréquents chez toutes les espèces, mais le chevreuil présente toujours une courbure plus ou moins marquée.

Concernant le critère c5, la chèvre se distingue souvent par une bordure crâniale **fine** et aiguisée; nous n'avons jamais observé un bord **large** et mousse, comme chez les autres espèces. La variabilité est plus importante chez le mouton, et les deux espèces domestiques présentent souvent un aspect intermédiaire, qui correspond à un bord crânial aminci mais non aiguisé. Chez le chevreuil, le bord crânial de la crête est large – compte tenu sa courbure – mais son bord latéral est tranchant.

Contrairement à ce que nous avons constaté chez *ibex*, la crête tibiale n'est large que chez l'un *sibirica* (aspect intermédiaire chez les trois autres).

⁶⁶ "Bovins et Caprinés".

TIB c6: Crête tibiale: élévation en direction crâniale						
VUE LATÉRALE, Pl.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=46)	<i>O.aries</i> (n=23)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=16)
B	Forte	0%	53%	15%	26%	12%
C,D,E	Intermédiaire	37%	47%	45%	52%	75%
A	Faible	63%	0%	40%	22%	13%

D'après HEINTZ (p.49), la crête tibiale est longue (un tiers de la longueur totale du tibia) et élevée chez les Cervidés alors qu'elle est courte (un quart de la longueur totale) et peu élevée chez les Bovidés⁶⁷. Concernant les caprinés domestiques, BOESSNECK *et al.* (p.100) ont fait remarquer que "la crête tibiale est plus courte et s'élève parfois de manière plus abrupte chez le mouton que chez la chèvre".

Nous avons testé l'importance de l'élévation de la crête tibiale en direction crâniale, et avons constaté l'existence d'une variabilité importante chez le chevreuil ainsi que chez les deux espèces du genre *Capra*. La crête tibiale présente une forte élévation chez plusieurs moutons, mais cet aspect n'est pas discriminant par rapport à la chèvre. Par contre, le critère peut s'avérer utile pour la distinction entre le chamois et le mouton.

Selon PUCHER & ENGL (p.44), "chez le chamois, la partie de la crête tibiale située proximale au point d'attache du muscle semi-tendineux (correspondant au "ressaut" décrit au critère TIBd1) est plus plate et moins pentue que chez le mouton, la chèvre et aussi le chevreuil". Nous constatons que ce caractère – c'est-à-dire l'aspect plus ou moins vertical du bord crânial de la crête – est assez variable, et va de pair avec l'élévation plus ou moins importante de la crête tibiale (critère c6): chez le chamois, les spécimens qui présentent une faible élévation présentent également un bord assez vertical; chez le mouton, l'aspect élevé correspond à un bord oblique. Mais de nombreux cas sont intermédiaires chez toutes les espèces.

Concernant la longueur de la crête tibiale

Nous n'avons pas considéré les éventuelles différences de longueur de la crête tibiale. D'après PUCHER & ENGL (p.44), cette crête est très courte chez le chevreuil et bien détachée du reste de la diaphyse. Cette description est en contradiction avec celle de HEINTZ. En fait, l'appréciation de la longueur nous semble un peu subjective car elle dépend de la transition avec la diaphyse (*cf. critères d1 et d2*).

⁶⁷ "Bovins et Caprinés".

TIB c7: Bord latéral: quart proximal						
VUE LATÉRALE, PI.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A,E	Aiguisé	56%	4%	4%	11%	47%
D	Intermédiaire	44%	14%	32%	69%	42%
B,C	Mousse	0%	82%	64%	20%	11%

La portion du bord latéral qui s'étend depuis le proximum jusqu'au niveau du trou nourricier est souvent fine et aiguisée chez le chamois et le chevreuil, du moins pour les spécimens étudiés⁶⁸. Cet aspect n'a été que rarement observé chez les deux espèces domestiques, qui présentent le plus souvent un bord mousse. Des cas intermédiaires, qui correspondent à un bord distinct mais non aiguisé, peuvent être observés chez toutes les espèces.

TIBIA - DIAPHYSE

TIB d1: Crête tibiale: ressaut distal						
VUE LATÉRALE, PI.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Net	21%	7%	11%	23%	32%
A,B,C	Intermédiaire	68%	57%	60%	35%	32%
D	Absent	11%	36%	29%	42%	26%
Intermédiaire 1 / 2		31% / 37%	36% / 21%	39% / 21%	20% / 15%	26% / 16%

TIB d2: Crête tibiale: changement d'orientation						
VUE LATÉRALE, PI.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Net	6%	28%	14%	0%	79%
A,B,C	Intermédiaire	81%	51%	75%	50%	21%
D	Absent	13%	21%	11%	50%	0%
Intermédiaire 1 / 2		52% / 29%	17% / 34%	43% / 32%	0% / 50%	21% / 0%

TIB d3: Diaphyse: bord crânial situé distalement à la crête tibiale						
VUE LATÉRALE, PI.XXV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Arquée	0%	0%	0%	0%	11%
	Intermédiaire	6%	34%	4%*	0%	84%
A,B,C,D	Peu arquée	94%	66%	96%	100%	5%

⁶⁸ Parmi les dix chamois de la collection de Munich, un seul présente un aspect aiguisé (aspect intermédiaire pour les autres). La proportion de cas aiguisés est ainsi passée de 65% à 56% après l'ajout de ces spécimens.

Plusieurs auteurs ont décrit le passage de la crête tibiale dans la diaphyse. HEINTZ (p.49) a fait remarquer que la crête tibiale "se termine, en direction distale, soit progressivement soit brusquement chez les Cervidés, mais toujours progressivement chez les Bovidés⁶⁹". Cependant, nos résultats montrent qu'il existe une variabilité relativement importante chez les différentes espèces de caprinés étudiées.

D'après WOLFF (p.107), ce critère constitue la différence la plus marquante entre le chamois et les caprinés domestiques. MOREL (comm. pers.) a également trouvé ce caractère déterminant: "Chez le chamois, la crête tibiale marque un ressaut à son origine distale alors que chez le mouton et la chèvre, elle se confond de manière continue avec la diaphyse".

Afin de décrire la transition entre la crête tibiale et la diaphyse, nous avons distingué trois critères: i) la présence ou l'absence d'un ressaut distal qui marque la limite entre la crête tibiale et la diaphyse (d1); cette rugosité correspond, selon WOLFF, à l'insertion du muscle tendineux; ii) l'orientation du bord crânial de la crête tibiale par rapport à celle de la partie de la diaphyse située distalement (d2); iii) la courbure du bord crânial de la portion de diaphyse qui s'étire distalement à partir de la crête tibiale (d3).

Nous avons constaté un aspect assez caractéristique chez la plupart des chevreuils: la différence d'orientation entre la crête tibiale et la diaphyse (d2) est généralement **nette**, et la transition avec la diaphyse (d3) forme un bord plus **arqué** que chez la plupart des caprinés. Des risques de confusion existent cependant, en particulier avec le mouton.

Nous n'avons pas trouvé de différences déterminantes au sein des caprinés. Notamment, nos résultats ne permettent pas de confirmer la pertinence du critère proposé par WOLFF et MOREL concernant le ressaut situé à la base de la crête tibiale (d1), car la variabilité est importante chez toutes les espèces. Le changement d'orientation (d2) est plus marqué chez les caprinés domestiques – et en particulier chez le mouton – que chez les autres espèces. A l'inverse, le bouquetin présente souvent un aspect rectiligne du bord crânial en vue latérale, qui correspond à l'absence de différence d'orientation entre la crête et la diaphyse.

⁶⁹ "Bovins et Caprinés".

TIB e1: Face caudale: ligne poplitée						
VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Tranchante	23%	10%	7%	23%	47%
A,C,D	Intermédiaire	52%	29%	50%	42%	32%
B	Faible	25%	61%	43%	35%	21%

La ligne poplitée s'étend en direction proximo-distale sur le premier quart ou le premier tiers de la diaphyse environ; elle prend naissance latéralement puis se dirige en direction médio-distale jusque vers le milieu de la diaphyse. Chez le chevreuil, cette ligne est souvent surélevée et **tranchante**; cet aspect a plus rarement été observé chez les caprinés, en particulier chez les deux espèces domestiques.

La formation de cette ligne ne semble pas sans rapport avec l'âge des individus. Chez toutes les espèces, certains adultes présentent un aspect "faible", mais tous les subadultes et jeunes se trouvent également dans cette catégorie. Si l'on exclut les spécimens non adultes, les proportions de cas qui correspondent à la présence d'une ligne poplitée marquée ou intermédiaire augmentent au détriment de l'aspect "faible"; mais celui-ci persiste tout de même (pour le chevreuil, la proportion est de 12%).

TIB e2: Face caudale: ligne médiale						
VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Tranchante	13%	17%	54%	46%	47%
C,D	Intermédiaire	23%	21%	21%	27%	37%
A,B	Faible	64%	62%	25%	27%	16%

Dans un premier temps, il nous a semblé que l'aspect de la ligne musculaire située médialement et à peu près parallèlement à la ligne poplitée pouvait éventuellement permettre de faire la distinction entre le chevreuil et, tout au moins, certaines espèces de caprinés. Mais ce caractère s'avère finalement trop variable chez toutes les espèces. Nous constatons le même type d'influence de l'âge que pour le critère e1, bien que certains individus subadultes (chèvre et bouquetin) présentent un aspect "tranchant" ou "intermédiaire".

TIB e3: Face caudale: trou nourricier principal						
VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
C	Caudal	47%	48%	71%	57%	0%
A,B,D	Intermédiaire	51%	52%	25%	41%	74%
E	Latéral	2%	0%	4%	3%	26%
	Intermédiaire 1 / 2	40% / 11%	35% / 17%	7% / 18%	27% / 14%	11% / 63%

Nous avons constaté que la position du trou nourricier tend à être déplacée en direction latérale chez le chevreuil, par rapport à celle qu'il occupe chez les caprinés. Chez ces derniers, le trou nourricier se trouve généralement soit en position **caudale** – sur la face caudale, mais toujours assez près du bord latéral – soit déplacé encore un peu plus vers le bord latéral (état **intermédiaire 1**). Chez le chevreuil, le trou nourricier est le plus souvent situé sur le bord caudo-latéral (état **intermédiaire 2**), mais il est parfois déplacé sur la face **latérale** – et donc invisible en vue caudale. Cet aspect est en principe distinctif par rapport aux caprinés, mais il y a des exceptions. Les cas intermédiaires ne sont pas discriminants et la différence entre les aspects I1 et I2 est assez subjective.

D'après WOLFF (p.107), le trou nourricier est toujours situé exactement sur l'arête latéro-caudale chez le chamois. D'après GABLER (p.88), il est situé plutôt latéralement chez la chèvre et plutôt en position axiale chez le mouton. Nos résultats ne corroborent pas ces observations et montrent que la position du trou nourricier n'est pas discriminante au sein des caprinés.

TIB e4: Face caudale: gouttière du trou nourricier						
VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=64/54)	<i>O.aries</i> (n=29/29)	<i>C.hircus</i> (n=26/26)	<i>C.ibex</i> (n=37 ⁷⁰ /26)	<i>C.capreolus</i> (n=19/19)
A	Très longue	41%	3%	0%	0%	0%
B,C	Intermédiaire	59%	62%	65%	65%	37%
D,E	Très courte	0%	35%	35%	35%	63%
/ B,C	Intermédiaire 1 / 2	41% / 18%	0% / 62%	19% / 46%	11% / 54%	5% / 32%
A	Fine	43%	0%	4%	0%	5%
C,E	Intermédiaire	57%	52%	69%	54%	69%
B,D	Large	0%	48%	27%	46%	26%
	Intermédiaire 1 / 2	30% / 27%	4% / 48%	38% / 31%	31% / 23%	32% / 37%

⁷⁰ Huit des onze spécimens de la collection de Munich présentent une gouttière très courte, ce qui a augmenté la proportion initiale de ces cas, qui était de 20%.

D'après WOLFF (p.107-108), la gouttière qui correspond au passage du vaisseau sanguin jusque dans le trou nourricier est allongée et à bords marqués chez le chamois, alors que sa forme n'est pas aussi allongée chez les deux caprinés domestiques.

Nous avons effectivement constaté que cette gouttière est en principe plus longue chez le chamois que chez les autres genres. En mesurant la distance entre son extrémité proximale et le trou nourricier, nous avons fait la distinction entre une gouttière **très longue** (20 mm ou plus), **assez longue** (15-19 mm – état intermédiaire 1), **assez courte** (9-14 mm – état intermédiaire 2) et **très courte** (moins de 9 mm). Nous avons également distingué une gouttière **fine** sur toute sa longueur d'une gouttière **large**, c'est-à-dire évasée dès son origine distale. Les aspects extrêmes permettent une bonne distinction entre le chamois et les autres espèces, mais les cas intermédiaires ne sont généralement pas discriminants.

TIB e5: Face caudale: prolongement de la ligne poplitée en direction distale						
VUE CAUDALE, Pl.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
A	Gouttière 🍏	64%	0%	0%	0%	10%
E	Intermédiaire 🍏	27%	3%	19%	22%	53%
B,C,D	Ligne 🍏	11%	97%	81%	78%	37%
	🍏 faible	8%	66%	37%	16%	11%

A partir du second quart ou du second tiers de la diaphyse, la ligne poplitée disparaît et la partie distale située dans son prolongement constitue un critère très utile dans le cadre de la distinction entre le chamois et les autres caprinés. Cette différence avait déjà été remarquée par WOLFF (p.108): "Le chamois présente une gouttière bien reconnaissable, alors que la chèvre et le mouton présentent une ligne musculaire en forme de baguette". PUCHER & ENGL (p.44) ont complété cette description: "Alors que la face caudale de la diaphyse est aplatie ou légèrement courbée chez les autres genres, il existe chez le chamois, vers le tiers de la diaphyse, un fort renflement; celui-ci est interrompu dans sa partie médiane par une très fine entaille longitudinale, de sorte que la coupe transversale de cette partie de la diaphyse n'est pas triangulaire, mais en forme de goutte ou en forme de cœur".

Ces descriptions sont valables pour les cas extrêmes, qui correspondent, pour le chamois, à la présence d'une **gouttière** assez large; celle-ci s'étend sur le deuxième tiers de la diaphyse ou bien se limite à la portion la plus proximale, et est généralement plus

marquée dans sa partie proximale que distale. Un spécimen de *pyrenaica* présente également une gouttière.

Les autres caprinés présentent généralement une ligne musculaire, mais elle est parfois très faible. Il existe un risque de confusion avec le chamois, surtout en raison de l'existence de cas **intermédiaires**, qui correspondent à la présence d'une gouttière sur une petite portion de la diaphyse uniquement, ou encore à la présence d'une ligne un peu creusée en son milieu.

Nous avons constaté la présence d'une gouttière chez deux *sibirica* (aspect intermédiaire et présence d'une ligne pour les deux autres), ce qui n'a jamais été le cas chez *ibex*. Les trois chèvres égagres présentent un aspect **intermédiaire**: le prolongement de la ligne poplitée débute proximale par une ligne qui, dès le second tiers de la diaphyse, prend la forme d'une gouttière. Chez *ammon* et *musimon*, nous avons observé une (faible) ligne.

TIB e6: Bord médial: partie moyenne de la diaphyse						
VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Arête 🍏	0%	17%	7%	20%	84%
B,C,D	Intermédiaire 🍏	40%	45%	61%	64%	16%
A	Mousse	60%	38%	31%	16%	0%
	🍏 prolongée	17%	3%	32%	72%	84%

Chez la majorité des chevreuils, le bord médial de la diaphyse forme, dans sa partie moyenne, une arête très marquée qui se prolonge souvent sans interruption jusqu'à l'extrémité distale, où elle rejoint le bord crânial du sillon malléolaire (*cf. critère TIBj1*). Ces deux aspects peuvent éventuellement se présenter chez les caprinés; par contre, un bord mousse n'a jamais été observé chez le chevreuil.

TIB e7: Diaphyse: forme générale						
VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
B	Rectiligne	6%	69%	8%	0%	21%
A,C,E	Intermédiaire	62%	28%	55%	16%	58%
D	En "S"	32%	3%*	37%	84%	21%

Dans les cas où l'on dispose d'un tibia entier, la forme de la diaphyse peut contribuer à la diagnose. D'après BOESSNECK *et al.* (p.100), la diaphyse plus courbée, davantage en forme de "S" chez la chèvre que chez le mouton. Mais les auteurs précisent que "souvent, la diaphyse est presque rectiligne chez les deux espèces et il n'est alors pas possible de faire la distinction".

D'après nos observations, le mouton tend en effet à se distinguer par une diaphyse de forme plus rectiligne que celle des autres espèces. Pour notre corpus, ce critère pourrait permettre la discrimination entre les deux espèces de caprinés domestiques, avec un faible risque d'erreur. Mais les remarques de BOESSNECK *et al.* incitent à la prudence, car davantage de cas rectilignes pourraient se présenter chez la chèvre.

TIB f1: Bord latéral, partie moyenne de la diaphyse						
VUE LATÉRALE, PI.XXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=18)
E	Arête 🍏	6%	18%	0%	8%	39%
B,D	Intermédiaire 🍏	32%	39%	31%	62%	56%
A,C	Mousse	62%	43%	69%	30%	5%
	🍏 prolongée	0%	4%	0%	27%(31%)	72%

Chez le chevreuil, la partie moyenne de la diaphyse se distingue assez souvent par la présence d'un bord latéral aiguisé dans sa partie moyenne: une **arête**, plus ou moins marquée, se prolonge souvent distalement jusqu'à former le bord crânial du sillon latéral (*cf. critère h1*). Il existe néanmoins un risque de confusion avec les caprinés, en particulier avec le mouton.

Chez le bouquetin, cette arête n'est généralement pas très marquée mais tend à se prolonger plus (27%) ou moins (31%) nettement jusqu'à l'extrémité distale. A ce niveau, il existe un autre critère qui peut permettre de reconnaître le bouquetin (*cf. critère TIBf2*).

TIB f2: Bord latéral, tiers distal de la diaphyse						
VUE LATÉRALE, PI.XXVII VUE CAUDALE, PI.XXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=36)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
D	Replat	0%	0%	0%	56%	0%
	Intermédiaire	8%	0%	20%	36%	5%
A,B,C,E	Normal	92%	100%	80%	8%	95%

Nous avons constaté que le bouquetin présente souvent, sur la face latérale de la diaphyse et dans sa partie distale, une sorte de **replat** formant une surface triangulaire. En vue caudale, cela se reflète par un renflement de cette partie de l'os, qui contribue à accentuer la forme "en S" de la diaphyse (*cf. critère TIBe7*).

Les autres espèces présentent très majoritairement un aspect "**normal**", c'est-à-dire que le bord latéral se poursuit en direction distale sans former de replat: la diaphyse est plus ou moins arrondie, ou bien il y a un léger plat, mais qui constitue simplement la face latérale. La chèvre et le bouquetin présentent parfois un aspect **intermédiaire** qui correspond à la présence d'un léger replat dont la forme n'est pas triangulaire et / ou à la présence d'un renflement moins marqué en vue caudale. Les trois égagres présentent un aspect "normal", tout comme *ammon*, *musimon* et *pyrenaica*.

Un examen détaillé des proportions obtenues révèle que le replat typique du bouquetin est plus fréquent chez les mâles (72% d'entre eux) que chez les femelles (41% d'entre elles); l'aspect "normal" a été observé chez deux femelles adultes et un mâle subadulte. L'aspect caractéristique des *ibex* n'a pas été observé chez *sibirica*: trois d'entre eux – dont un mâle adulte et un subadulte – présentent un aspect normal, et seul un mâle (sub)adulte présente un aspect intermédiaire. Chez un spécimen de *nubiana* (femelle subadulte), le bord latéral est également normal.

TIB f3: Diaphyse: bord crânial en direction distale						
VUE CRANIALE, Pl.XXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=20)	<i>C.capreolus</i> (n=19)
E	Arête	2%	4%	11%	5%	26%
C	Intermédiaire	25%	10%	31%	45%	48%
A,B,D	Mousse	73%	86%	54%	50%	26%

La variabilité de ce caractère est assez importante, et son intérêt très limité. La crête tibiale tend parfois à se prolonger loin en direction distale et forme, dans les cas extrêmes, une **arête** visible dans la partie médiale de l'os, pratiquement jusqu'au niveau de l'extrémité distale. Cet aspect a surtout été observé chez le chevreuil.

TIBIA - DISTUM

TIB g1: Face crâniale du distum: tubérosité latérale						
VUE CRANIALE, Pl.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=52/60)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=24/36)	<i>C.capreolus</i> (n=20/19)
A	Courte	44%	0%	0%	0%	0%
C	Intermédiaire	52%	41%	50%	50%	10%
B,D,E	Longue	4%	59%	50%	50%	90%
B	Rectiligne	6%	59%	4%	0%	5%
A,D	Intermédiaire	27%	26%	32%	61%	32%
C,E	Oblique	67%	15%	64%	39%	63%
	dont faible	10%*	11%*	4%*	25%*	5%

Il s'agit de la tubérosité située sur la partie latérale de l'extrémité distale. Selon PRUMMEL & FRISCH (p.572-573), cette petite protubérance – qui prolonge distalement l'arête située sur la partie latérale de la diaphyse – demeure sur la partie latérale de l'extrémité distale chez le mouton, alors qu'elle se dirige distalement vers le milieu de la face crâniale chez la chèvre. GABLER (p.88) a également décrit l'aspect de cette tubérosité chez les deux espèces de caprinés domestiques: "longue et rectiligne, à peu près parallèle au bord externe de la diaphyse chez le mouton; plus courte, et oblique en direction latéro-médiale chez la chèvre".

Nous n'avons pas constaté de différence entre les deux espèces domestiques en ce qui concerne la longueur de la tubérosité. En outre, la présence d'une tubérosité oblique n'est pas discriminante, même si cet aspect est relativement peu fréquent chez le mouton. Par contre, ce dernier se distingue souvent des autres espèces par l'orientation **rectiligne** – c'est-à-dire parallèle au bord latéral – de cette protubérance. Une tubérosité longue et rectiligne a exceptionnellement été observée chez la chèvre (un spécimen subadulte du Soudan). Près de la moitié des chamois examinés se caractérisent par la présence d'une tubérosité **courte**, très peu étirée dans le sens proximo-distal.

Chez les plus jeunes spécimens (de toutes les espèces), il arrive fréquemment que la tubérosité ne soit pas encore formée; dans certains cas, nous avons estimé la forme de la tubérosité d'après celle de son "empreinte" – ou plus précisément de son ébauche, mais souvent il n'a pas été possible de la décrire car la trace était trop faible (cas non comptabilisés). Tous les spécimens comptabilisés qui correspondent à ce cas de figure sont

des subadultes ou des jeunes, mais certains spécimens appartenant à ces catégories d'âge présentent déjà une tubérosité distincte⁷¹.

La tubérosité latérale est rectiligne chez *musimon* et *ammon*. L'une des chèvres égagres présente un aspect "oblique", et les deux autres un aspect "intermédiaire". Nous avons relevé les aspects "rectiligne" et "intermédiaire" chez deux spécimens de *sibirica* adultes; le développement de la tubérosité est faible chez les spécimens subadultes de *sibirica*, *nubiana* et *pyrenaica* (quasi absente chez ce dernier).

TIB g2: : Face crâniale du distum: dépression						
VUE CRANIALE, Pl.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,E	Présente	8%	39%	50%	38%	60%
B,D	Intermédiaire	33%	39%	39%	50%	30%
A	Absente	59%	22%	11%	12%	10%

Ce critère concerne la région de la partie crâniale du distum comprise entre la tubérosité latérale (critère g1) et l'arête médiale plus ou moins marquée qui prolonge proximale la crête médiale décrite au critère g3. La variabilité est importante, mais la présence d'une dépression est rare chez le chamois. Un aspect **intermédiaire** correspond à une très légère dépression.

TIB g3: Malléole médiale, partie crâniale: crête						
VUE CRANIALE, Pl.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D,E	Très marquée	0%	14%	11%	92%	50%
B,C	Intermédiaire	36%	57%	50%	8%	45%
A	Faible	64%	29%	39%	0%	5%

Chez la grande majorité des bouquetins examinés, la malléole forme, dans sa partie crâniale, une crête **très marquée** qui s'élève de manière abrupte par rapport à la partie de l'os située latéralement, et qui présente un relief un peu tourmenté. Seuls deux spécimens font exception (deux mâles, l'un adulte et l'autre subadulte). Une crête très marquée a également été observée chez trois mâles *sibirica* (aspect intermédiaire pour une femelle subadulte).

⁷¹ La proportion de cas présentant un aspect "faible" serait donc plus importante si nous avons comptabilisé tous les jeunes et subadultes.

Chez le chamois il n'existe souvent qu'un **faible** relief, moins escarpé et plus doux. Ainsi, le critère peut permettre de distinguer le chamois du bouquetin, et aussi du chevreuil.

TIB g4: Malléole médiale: prolongement distal par rapport au tenon médian						
VUE CRANIALE, PI.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=36)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A	Plus court	58%	4%*	22%	0%	10%
B,C,E	Même niveau	29%	38%	39%	11%	45%
D	Dépasse	13%	58%	39%	89%	45%

Selon WOLFF (p.108), la malléole médiale ne dépasse jamais le reste de l'articulation chez le chamois ("elle est de même longueur ou même un peu plus courte que le tenon médian") alors qu'elle s'étend loin en direction distale chez les deux espèces de caprinés domestiques. Les observations de PUCHER & ENGL (p.45) s'accordent avec cette description: "La malléole médiale s'étend tout au plus jusqu'à la hauteur du tenon médian chez le chamois, alors que c'est la situation inverse chez les autres genres" – c'est-à-dire chez le mouton, la chèvre et le chevreuil.

Au vu de nos résultats, ces affirmations doivent être modulées. La plupart des chamois examinés présentent effectivement une malléole qui est plus courte, ou qui se prolonge distalement jusqu'au même niveau que l'extrémité distale du tenon médian; mais il y a des exceptions, dont le nombre n'est pas négligeable. Par ailleurs, la malléole est plus courte que le tenon médian chez un spécimen de *pyrenaica*, mais elle dépasse distalement le tenon chez les trois spécimens d'*ornata*.

Nos observations montrent également que la malléole peut être plus courte que le tenon médian chez d'autres espèces que le chamois, puisque nous avons observé cet aspect chez deux chevreuils et plusieurs chèvres, ainsi que chez l'une des égagres (aspect "intermédiaire" pour les deux autres). Une seule exception a été constatée chez le mouton (un jeune spécimen chez lequel la fusion du distum avec la diaphyse n'est pas complètement terminée). La malléole et le tenon médian atteignent distalement le même niveau chez *musimon*, alors que la malléole se prolonge nettement plus loin en direction distale chez *ammon*.

Nous n'avons jamais observé de malléole plus courte que le tenon médian chez *ibex*; par contre, cet aspect a été observé chez l'un des *sibirica* (chez les trois autres, ainsi que chez un spécimen de *nubiana*, le tenon et la malléole sont au même niveau).

TIB g5: Echancrure articulaire comprise entre la malléole médiale et le tenon médian						
VUE CRANIALE, PI.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=63)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,D	Large	0%	8%	76%	86%	20%
B,E	Intermédiaire	32%	81%	24%	14%	75%
A	Etroite	68%	11%	0%	0%	5%

Chez la majorité des bouquetins et chèvres examinés, l'échancrure articulaire comprise entre la malléole et le tenon médian – et qui répond à l'arête médiale du talus – est particulièrement **large**, et s'étire pratiquement jusqu'au niveau du bord médial de la malléole. Ce caractère peut s'avérer très utile pour la discrimination entre les deux espèces du genre *Capra* et le chamois, qui présente généralement une échancrure étroite. Le critère nécessite une bonne observation de l'orientation du bord qui délimite proximalement et médialement l'échancrure.

L'échancrure articulaire est large chez deux chèvres égagres (aspect intermédiaire pour la troisième) ainsi que chez *sibirica* et *nubiana*. Chez *musimon* et *ammon*, cette échancrure présente un aspect intermédiaire. Nous avons observé une large échancrure chez les trois spécimens d'*ornata*, alors que cela n'a jamais été le cas pour nos chamois alpins. Un spécimen de *pyrenaica* présente un aspect intermédiaire.

Ce critère est en relation avec le critère TALb13, qui décrit le développement de l'arête médiale du talus répondant à l'échancrure articulaire tibiale.

TIB g6: Tenon médian: contour						
VUE CRANIALE, PI.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Très anguleux	0%	0%	0%	0%	60%
B,C,D	Intermédiaire	70%	100%	96%	100%	40%
A	Très courbe	30%	0%	4%*	0%	0%
B,C,D /	Intermédiaire 1 / 2	5%* / 65%	96% / 4%	81% / 15%	76% / 24%	35% / 5%

TIB g7: Tenon médian: bord distal						
VUE CRANIALE, PI.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=37)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Pointue	0%	10%	4%	0%	50%
B,C,D	Intermédiaire	36%	90%	96%	100%	45%
A	Large	64%	0%	0%	0%	5%
B,C / D	Intermédiaire 1 / 2	0% / 36%	48% / 42%	54% / 42%	73% / 27%	45% / 0%

Ces deux critères sont pertinents dans le cadre de la distinction entre le chevreuil et le chamois. Chez le chamois, les cas extrêmes correspondent un tenon médian dont le contour forme une **courbe** très régulière, et dont le bord distal est **large**, c'est-à-dire peu rétréci par rapport à la base du tenon. Pour le chevreuil, l'aspect caractéristique du tenon médian correspond à un contour très **anguleux**, fait de creux et de bosses, et à un bord distal très affiné et formant une **pointe** à son extrémité.

Nous avons observé un aspect très courbe et large chez l'un des *ornata*, et un aspect plus intermédiaire chez les deux autres spécimens ainsi que chez *pyrenaica*. Les trois épagres présentent un aspect intermédiaire pour les deux caractères, de même que *musimon* et *ammon*.

Ces deux critères sont liés aux critères TALb5-b7 qui décrivent l'aspect du sillon dorsal et de la fosse digitale du talus répondant au tenon médian du tibia.

TIB g8: Facette articulaire répondant à l'os malléolaire						
VUE CRANIALE, Pl.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=63)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=35)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
A	Horizontale	44%	0%	4%	0%	0%
B,C	Intermédiaire	51%	45%	59%	9%	15%
D,E	Basculée	4%	55%	37%	91%	85%

Ce critère nous a été inspiré par les observations de PRAT (p.294 et p.315): "Chez le bouquetin, la petite facette articulaire péronéale antérieure est nettement convexe vers le bas dans la grande majorité des cas; chez le chamois, cette facette est le plus souvent à peu près plane, très rarement aussi convexe d'avant en arrière que chez le bouquetin".

Nous avons effectivement constaté que cette petite facette est presque toujours **basculée** sur la face crâniale chez le bouquetin – et donc visible en vue crâniale, alors qu'elle se trouve, sauf exception, en position horizontale ou seulement légèrement basculée (état **intermédiaire**) chez le chamois. Nous avons observé une facette basculée chez tous les *sibirica* ainsi que chez *nubiana*, et un aspect intermédiaire chez *pyrenaica*.

Ce caractère peut également permettre de discriminer le chamois des autres espèces. Un aspect horizontal a exceptionnellement été observé chez la chèvre (un spécimen adulte du Soudan), ainsi que chez l'une des épagres (aspect intermédiaire pour les deux autres). Chez *musimon* et *ammon*, nous avons observé un aspect intermédiaire.

TIB h1: Incisure fibulaire: sillon						
VUE LATÉRALE, PI.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Présent	0%	0%	0%	0%	55%
	Intermédiaire	4%	0%	0%	4%	45%
A,B,C,D	Absent	96%	100%	100%	96%	0%

Chez plus de la moitié des chevreuils, nous avons constaté la présence d'un sillon au niveau de la partie distale du bord latéral, au dessus de l'incisure fibulaire. Ce **sillon**, délimité crânialement et caudalement par deux bords surélevés, constitue un aspect discriminant par rapport aux caprinés. Chez les autres spécimens de chevreuil, le sillon est moins marqué mais il est tout de même délimité par deux bords distincts. Chez les caprinés, le sillon est presque toujours **absent**: il peut y avoir une légère dépression – en particulier chez le chamois - mais elle n'est pas délimitée par deux bords.

TIB h2: Incisure fibulaire: "excroissance"						
VUE LATÉRALE, PI.XXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C	Présente	2%	0%	41%	24%	0%
D	Intermédiaire	17%	38%	34%	40%	5%
A,B,E	Absente	81%	62%	15%*	36%	95%
	Intermédiaire 1 / 2	11% / 6%	21% / 17%	29% / 15%	32% / 8%	0% / 5%

Chez les deux espèces du genre *Capra*, et en particulier chez la chèvre, nous avons parfois remarqué un aspect caractéristique, à savoir la **présence** d'une petite excroissance, étirée dans le sens proximo-distal – comme une petite baguette – et située proximale à l'incisure fibulaire. Toutes les espèces peuvent présenter des cas intermédiaires, qui correspondent à une surélévation de forme variable, peu marquée et ressemblant ou non à une baguette (état **intermédiaire 1**), ou encore à un très faible relief (état **intermédiaire 2**).

Chez la chèvre, l'âge semble avoir une influence sur le développement de cette excroissance. En effet, celle-ci ne fait défaut que chez certains subadultes (mais la fusion du distum avec la diaphyse est complètement terminée) alors que tous les spécimens qui présentent une excroissance bien formée sont des adultes. Cette dernière affirmation est également valable pour le bouquetin, mais chez cette espèce l'excroissance manque également chez bon nombre de spécimens adultes.

TIB i1: Face caudale du distum: bourrelet						
VUE CAUDALE, Pl.XXX		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Bourrelet	2%	3%	32%	44%	25%
C,E	Intermédiaire	49%	54%	54%	52%	45%
A,B	Assez plat	49%	43%	14%	4%	30%

Selon GABLER (p.89) cette partie de l'os est plate chez le mouton et un peu convexe chez la chèvre. Nous avons effectivement constaté que, chez la chèvre, cette partie de l'os forme parfois un **bourrelet** allongé en direction proximo-distale; délimité médialement par le sillon malléolaire et latéralement par une dépression concernant la partie médiane de la face caudale du distum, ce bourrelet se prolonge depuis le bord distal assez loin en direction proximale. Cet aspect est fréquent chez le bouquetin et peut également être observé chez le chevreuil, mais permet en principe d'exclure le mouton et le chamois. Toutefois, la variabilité est importante chez la chèvre, et l'aspect assez plat n'est pas discriminant. Dans les cas **intermédiaires**, il existe une convexité, mais elle n'est pas bien délimitée de part et d'autre.

Nous avons constaté un aspect "assez plat" chez *nubiana* ainsi que chez *sibirica* (aspect intermédiaire chez les trois autres). Nous n'avons pas observé de bourrelet chez *ammon*, *musimon* ou *pyrenaica*.

TIB i2: Partie caudale du distum, bord distal médian						
VUE CAUDALE, Pl.XXX		<i>R.rupicapra</i> (n=47)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=20)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
D	Horizontal	0%	0%	4%	70%	0%
E	Intermédiaire	0%	11%	8%	20%	50%
A,B,C	Oblique	100%	89%	88%	10%	50%
D	Pointe	0%	10%	4%	75%	5%
E	Intermédiaire	4%	20%	25%	5%	30%
A,B,C	Absente	96%	70%	71%	20%	65%

Chez la majorité des bouquetins de notre corpus, nous avons remarqué un aspect caractéristique: la portion médiane du bord distal est étirée **horizontalement** et présente une petite **pointe** bien distincte. Chez les autres espèces de caprinés, ce bord est le plus souvent oblique et dépourvu de pointe; mais ces aspects ont également été observés chez *ibex*, ainsi que chez *nubiana* et *sibirica*.

TIB i3: Partie caudale du distum, bord distal: extrémité médiale						
VUE CAUDALE, PI.XXX		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Tronquée	0%	0%	8%	0%	20%
A,C	Intermédiaire	59%	59%	69%	42%	75%
B,D	Développée	41%	41%	23%	58%	5%*

TIB i4: Partie caudale du distum, bord distal: extrémité latérale						
VUE CAUDALE, PI.XXX		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Courbe	0%	0%	0%	0%	30%
C	Intermédiaire	4%	31%	40%	38%	60%
A,B,D	Pointue	96%	69%	60%	62%	10%
	Intermédiaire 1 / 2	0% / 4%	3% / 28%	16% / 24%	0% / 38%	35% / 25%

Ces deux critères ont été testés en vue d'une éventuelle distinction entre le chevreuil et les caprinés, mais ne s'avèrent finalement pas très intéressants. Le chevreuil présente parfois un aspect distinctif, à savoir une extrémité médiale tronquée et/ou une extrémité latérale courbe, mais seulement dans une minorité de cas. Chez les caprinés, l'extrémité médiale est généralement bien développée en direction distale, et l'extrémité latérale forme souvent une petite pointe.

TIB j1: Malléole médiale: sillon malléolaire						
VUE MEDIALE, PI.XXX		<i>R.rupicapra</i> (n=62/53)	<i>O.aries</i> (n=29/29)	<i>C.hircus</i> (n=28/27)	<i>C.ibex</i> (n=36/25)	<i>C.capreolus</i> (n=20/20)
E	Marqué	0%	0%	21%	32%	45%
C,D	Intermédiaire	44%	3%	57%	64%	55%*
A,B	Très faible	56%	97%	22%	14%	0%
D,E	Prolongé	23%	3%	37%	40%	100%
C	Intermédiaire	19%	0%	22%	48%	0%
A,B	Bas	58%	97%	41%	12%	0%

D'après les observations de PRUMMEL & FRISCH (p.574), le sillon malléolaire est bien marqué chez la chèvre, alors qu'il est faible chez le mouton. GABLER (p.88-90) a également mentionné ce critère, et précisé que le sillon s'étire distinctement sur quelques centimètres en direction proximale chez la chèvre, alors que chez le mouton il est à peine ébauché – ou même absent – et ne s'étend pas autant en direction proximale.

Nos observations révèlent une variabilité importante chez la chèvre; la plupart des spécimens présentent un aspect intermédiaire – il est possible de suivre une faible empreinte du sillon – et seule une minorité d'entre eux présentent un sillon véritablement bien marqué.

Par contre, ce caractère est constant chez le mouton: sauf exception, le sillon est très faible; un spécimen présente un sillon un peu plus marqué (état intermédiaire) mais qui ne s'étire pas proximale, et un autre un sillon prolongé en direction proximale mais très faible. La distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques est donc possible sur la base de ce critère.

La variabilité est assez importante chez le chamois, et plus encore chez le bouquetin. Les risques de confusion sont donc importants.

L'influence de l'âge sur ce caractère se remarque davantage pour la chèvre que pour le bouquetin, mais cette différence est peut-être due à la composition de nos corpus. Si l'on ne considère que les adultes, les proportions des différents aspects sont les suivantes:

Sillon malléolaire (j1)		<i>C.hircus</i> (n=19/19)	<i>C.ibex</i> (n=31/20)
	Marqué	32%	23%
	Intermédiaire	63%	61%
	Très faible	5%	16%
	Remonte	53%	40%
	Intermédiaire	26%	50%
	Bas	21%	10%

Parmi les chèvres égagres (adultes), deux présentent un sillon marqué (aspect intermédiaire chez la troisième). Le sillon est faible mais prolongé chez *musimon* et *ammon* (adultes).

Ce critère est en relation avec le critère TIBe6; c'est en effet le prolongement du bord médial de la diaphyse jusqu'à la partie distale de l'os qui forme la partie proximale du bord crânial du sillon.

TIB j2: Malléole médiale: bord disto-caudal						
VUE MEDIALE, PI.XXX		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
B	Continu	4%	21%	4%*	0%	0%
	Intermédiaire	11%	43%	7%*	4%*	40%
A,C,D,E	Divergent	85%	36%	89%	96%	60%

Ce critère a été proposé par PRUMMEL & FRISCH (p.574): "Chez le mouton, le bord aiguë qui s'étend en direction caudale depuis la malléole médiale se poursuit pour former le

bord de la surface articulaire. Chez la chèvre, ce bord diverge pour rejoindre l'arête formant le bord du sillon malléolaire".

Nous avons observé un bord divergent chez la plupart des chèvres de notre corpus, mais cet aspect est également relativement fréquent chez le mouton. En revanche, les aspects "continu" ou "intermédiaire" semblent effectivement rares chez la chèvre; les exceptions correspondent toutes à des spécimens subadultes⁷² – chez lesquels le distum est complètement soudé à la diaphyse. Précisons que l'aspect **intermédiaire** correspond à la présence d'une ligne peu marquée par rapport à la ligne qui diverge nettement vers le sillon dans les cas "divergents". Pour l'aspect continu, il peut également exister une très légère trace.

TIB k1: Contour crânial du distum, malléole médiale						
VUE DISTALE, Pl.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
B	Très étirée	0%	48%	26%	36%	45%
C,D,E	Intermédiaire	29%	35%	26%	48%	35%
A	Peu étirée	71%	17%	48%	16%	20%
	⚡ très peu étirée	6%	0%	7%*	0%	5%

D'après PRUMMEL & FRISCH (p.573), la forme du distum tibial est presque rectangulaire chez la chèvre alors qu'elle ressemble à un trapèze chez le mouton – car la malléole médiale est beaucoup plus large. BOESSNECK *et al.* (p.100) ont également mentionné ce critère, mais en précisant les limites de son utilisation: "Chez certains boucs, la partie latérale est presque aussi large (dans le sens dorso-plantaire) que la partie médiale, de sorte que le distum forme un rectangle. Mais la plupart des tibias sont élevés de la même manière du côté médial chez les deux espèces".

Nous avons effectivement constaté la variabilité de ce caractère chez les deux espèces domestiques. Par contre, l'élévation plus ou moins importante de la malléole peut présenter un certain intérêt dans le cadre de la distinction entre le chamois et les autres espèces. Chez le chamois, la malléole est généralement assez **peu élevée**, et la transition depuis le bord crânial se fait de manière progressive; mais cet aspect, également observé chez les autres espèces, n'est pas discriminant. En revanche, une malléole **très étirée**, qui rejoint le bord dorsal en formant un angle, n'a jamais été observée chez le chamois, alors que cet aspect est fréquent chez d'autres espèces. L'aspect **intermédiaire** ne diffère de l'aspect "très

⁷² une chèvre chamoisée (aspect "continu"), une Angora et un spécimen du Soudan (aspect "intermédiaire").

étiré" que par le fait que la transition entre la malléole et le bord dorsal se fait de manière progressive.

Notre corpus ne comporte que quatre boucs: l'un d'eux (du Soudan) présente effectivement une malléole très peu étirée et un autre (d'Ethiopie) une malléole peu étirée, alors qu'un bouc suisse et un angora présentent un aspect intermédiaire. Ainsi, tous les spécimens qui présentent une malléole très étirée sont des femelles adultes, mais ces dernières sont surreprésentées dans notre corpus. En outre, certaines femelles présentent également un aspect "peu étiré", voire "très peu étiré" pour l'une d'elles. Autrement dit, il n'existe pas de dimorphisme sexuel suffisamment net pour qu'il soit utile à la distinction entre mâles et femelles – ce qui n'avait d'ailleurs pas été suggéré par BOESSNECK *et al.*

Ce caractère a également été abordé à l'aide d'un indice métrique (§ 3.5.5, tab. 3.77); les résultats obtenus confirment les différences existant entre le chamois et le mouton, de même qu'entre le chamois et le bouquetin, mais montrent également les possibilités de confusion.

TIB k2: Contour caudal du distum, partie médiale						
VUE DISTALE, PI.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
B	Etirée	5%	59%	18%	8%	10%
C,D,E	Intermédiaire	57%	41%	61%	84%	80%
A	Peu étirée	38%	0%	21%	8%	10%

TIB k3: Angle médio-caudal de la surface articulaire distale						
VUE DISTALE, PI.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=66)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=36)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
B	Saillant	2%*	37%	11%	0%	0%
A,C,E	Intermédiaire	53%	59%	81%	33%	80%
D	Rentré	45%	4%	8%	67%	20%

Les critères k2 et k3 peuvent s'avérer utiles dans le cadre de la distinction entre le chamois et le mouton. Chez ce dernier, la gorge médiane est souvent étirée en direction caudale de sorte que le contour de l'os forme un angle. En outre, la partie médio-caudale du bord forme parfois un bourrelet **saillant** qui s'étire en direction médiale au-delà du bord médial du contour distal. Chez le chamois au contraire, la gorge médiale est souvent peu étirée, tant en direction caudale que médiale.

Nous avons observé les aspects "étiré/aligné" chez *musimon*, et les aspects "intermédiaire/aligné" chez *ammon*. Un spécimen de *pyrenaica* est intermédiaire pour les deux caractères.

Ces deux critères sont en relation avec le critère TAla1, qui décrit l'aspect (étirement caudal et médial) du tuberculum tali.

TIB k4: Surface articulaire distale: bord caudal						
VUE DISTALE, Pl.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=25)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
B,D,E A,C	Très courbe	57%	83%	54%	92%	100%
	Intermédiaire	38%	17%	32%	8%	0%
	Peu courbe	5%	0%	14%	0%	0%
B,D A,C,E	Discontinu	2%	52%	25%	76%	25%
	Continu	98%	48%	75%	24%	75%

Selon PRUMMEL & FRISCH (p.573), le bord postérieur de la surface articulaire forme une courbe plus profonde chez le mouton que chez la chèvre. Nos observations montrent cependant que la variabilité est importante chez la chèvre et que ce critère est peu utile.

Un autre critère, concernant ce même bord caudal, peut éventuellement permettre la distinction entre le chamois et les autres espèces. Chez ces dernières, il arrive que le bord caudal de la surface articulaire soit séparé en deux parties qui s'enfoncent vers l'intérieur de l'os au niveau du tenon intermédiaire séparant les deux gorges; cet aspect **discontinu** est très exceptionnel chez le chamois.

Nous avons observé un bord continu chez *pyrenaica* et un bord discontinu chez *ammon* et *musimon*. Nous n'avons pas constaté de bord discontinu chez *sibirica* ni chez *nubiana*, alors que cet aspect est majoritaire chez *ibex*; en outre, seul l'un des *sibirica* (ainsi que *nubiana*) présente un bord très courbe (alors que ce caractère est intermédiaire pour les trois autres).

Il existe une relation entre l'aspect, discontinu ou non, du bord caudal et le critère TAla2 qui décrit l'aspect de la gorge médiane proximale du talus.

TIB k5: Surface articulaire distale: bord médial						
VUE DISTALE, PI.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=30)
E	Large	0%	4%	0%	0%	55%
C	Intermédiaire	40%	75%	11%	20%	45%
A,B,D	Fin	60%	21%	89%	80%	0%
Intermédiaire 1 / 2		6% / 34%	21% / 54%	0% / 11%	8% / 12%	35% / 10%

Ce critère peut permettre de faire la distinction entre le chevreuil et les caprinés. Chez plus de la moitié des chevreuils examinés, le bord qui délimite médialement la surface articulaire forme une sorte de replat assez **large**. Chez les caprinés au contraire, ce bord est formé par une **fine** arête. Les aspects extrêmes sont en principe discriminants, mais des cas intermédiaires peuvent se présenter chez toutes les espèces.

Le bord médial de la surface articulaire distale du tibia répond à la bordure médiale du talus; ce critère est donc en relation avec le critère TALE5.

TIB k6: Surface articulaire distale: tenon intermédiaire						
VUE DISTALE, PI.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C	Peu élevé	0%	11%	52%	46%	0%
B,D	Intermédiaire	19%	21%	44%	50%	20%
A,E	Elevé	81%	68%	4%*	4%	80%

TIB k7: Surface articulaire distale: asymétrie						
VUE DISTALE, PI.XXXI		<i>R.rupicapra</i> (n=53)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
C,E	Nette	36%	48%	54%	4%	65%
A,B	Intermédiaire	40%	28%	32%	54%	20%
D	Faible	24%	24%	14%	42%	15%

Ces deux caractères sont liés; le premier correspond à l'élévation plus ou moins importante du tenon intermédiaire qui sépare les gorges médiale et latérale, alors que le second consiste à comparer le développement de ces deux gorges. Les deux critères nous semblent assez subjectifs, et n'ont pas pu être précisément illustrés (PI. XXXI).

D'après BOESSNECK *et al.* (p.101), "la crête séparant les fosses articulaires latérale et médiale est, en général, un peu plus élevée chez le mouton que chez la chèvre". D'après nos observations (critère k6), le tenon intermédiaire tend effectivement à être moins élevé chez les deux représentants du genre *Capra* que chez les autres espèces étudiées. Mais concernant la distinction entre la chèvre et le mouton, des confusions sont possibles.

Nous avons observé un aspect peu élevé chez *ammon*, et intermédiaire chez *musimon*. Contrairement à ce qui a été généralement observé chez *ibex*, le tenon intermédiaire est élevé chez trois *sibirica* (aspect intermédiaire pour le quatrième, ainsi que pour *nubiana*).

L'utilité du critère k7 est très limitée, car la variabilité est importante. Chez la plupart des espèces, il peut exister une **nette** asymétrie: la gorge médiale est plus étroite que la gorge latérale et la transition entre le tenon intermédiaire et la gorge médiale est abrupte, alors que celle entre le tenon intermédiaire et la gorge latérale est plus progressive. Cet aspect a été observé chez un seul spécimen d'*ibex*, ainsi que chez l'un des *sibirica*. Lorsque la différence entre les parties latérale et médiale n'est pas perceptible (**faible** asymétrie), le critère n'est pas informatif.

Le critère k6 est en relation avec le critère TALb2, qui décrit la profondeur plus ou moins importante de la gorge proximale du talus répondant à l'articulation distale du tibia, alors que le critère k7 est en relation avec le critère TALb3, qui décrit la symétrie de cette même gorge proximale.

2.7. TALUS

2.7.1. Talus: Corpus

Il n'y a pas de fusion épiphysaire pour le talus, mais il est généralement possible de reconnaître un os encore jeune: il est léger, et son aspect est poreux; s'il s'agit vraiment d'un très jeune, les contours sont mal définis. Lorsque l'os présentait cet aspect, où lorsque nous connaissions l'âge de l'individu et qu'il était âgé de moins de 2 ans, nous avons placé les pièces dans la catégorie **subadulte**.

	Adultes			Subadultes				Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	47 (+12)	27 (+7)	13 (+5)	14	3	5		61 (+12)
<i>O.aries</i>	33	21	8	9	3	6		42
<i>C.hircus</i>	27	17	8	3	1	2		30
<i>C.ibex</i>	27 (+14)	10 (+14)	17	2	1	1		29 (+14)
<i>C.capreolus</i>	20	11	6	8	4	3		28

Tableau 2.15. Corpus étudié pour le talus: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)
- 4 *Capra (ibex) sibirica* (une femelle et trois mâles, tous subadultes)

2.7.2. Talus: Clé des critères

TALUS				
Chevreuil / Caprinés	b11,e5			
Chamois / Caprinés	b10,d1			
Mouton / Caprinés	d2			
Chèvre / Caprinés	c4			
Bouquetin / Caprinés	b2,d6			
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin	b8,(b11),b13,b15,(c3),(d4),(d5),(d6),e1,e3,e7			
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin	b9,(d7),(e6)			
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	a1,(a2),b5,(b6), (b7),b9,b10,(b14), (b16),b18,c1,c2, (c3),c4,(c5),d1,d2, d3,(d4),d7,e2,e4, e6	a2,b1,(b4),b5,(b6), b8,b9,b10,(b11), b13,b14,b15,b18, (b19),c1,c2,c3,c4, d1,(d2),d3,d4,(d5), (d6),(d7),e1,e2,e3, e6,e7	a2,b2,b4,b5,(b6), b8,b10,b11,b13, b14,b15,b17,b18, b19,c1,(c2),c3, (c5),d1,d3,d4,(d5), d6,(d7),e1,e3,e4, (e6),e7,e8	(a2),b1,b5,b6,b7, b9,b10,b11,b13, b14,b16,b18,c1, c2,(c4),c5,d1,(d2), (d3),(d4),(d5),(d6), d7,(e1),e2,(e3),e4, e5,e6,e7,e8
Mouton		a1,(b1),b8,(b11), b13,b15,(b16),c2, (c3),c4,d2,(d3), (d4),d5,(d6),(d7), e1,e3,e4,e7	a1,(a2),b2,b4,(b7), b8,b9,b11,b13, b15,(b16),c2,(c3), d2,(d4),d5,d6,d7, e1,e3,(e6),e7,(e8)	a1,(b1),(b9),b11, b13,(c4),d2,d3,d5, (d6),(e1),(e3),e5, e7,(e8)
Chèvre			(b1),b2,(b5),b9, (b15),(b18),c2,c4, (d2),d6,(d7),e4, (e6),e8	(b5),b8,b9,(b10), b11,(b12),b15,b16, (c1),c2,(c3),c4,c5, d3,d4,d7,(e1),e5, (e7),e8

Plusieurs indices concernant le talus sont présentés dans la partie consacrée aux caractères métriques (§ 3.5.6).

2.7.3. Talus: Description des caractères morphoscopiques

TAL a1: Trochlée proximale: <i>tuberculum tali</i>						
VUE PROXIMALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
B	Très développé	2%	40%	13%	3%	4%
C,E	Intermédiaire	42%	55%	37%	31%	77%
A,D	Seul. médial	56%	5%	50%	66%	19%
	faible	5%*	0%	20%	12%	0%

BOESSNECK *et al.* (p.103) ont décrit la variabilité de ce caractère chez les deux caprinés domestiques: "Chez le mouton, la saillie du tubercule est généralement plus forte que chez la chèvre. En outre, pour les deux espèces, elle est plus développée chez les mâles que chez les femelles. Chez les chèvres femelles, la projection peut être complètement absente ou n'accompagner l'extrémité plantaire de l'arête que sous la forme d'un rebord étroit. Chez certains béliers (exceptionnellement aussi chez les boucs), le tubercule fait fortement saillie en direction plantaire et médiale, comme un lobe. Les brebis et les boucs se situent entre ces deux extrêmes, de même que les béliers et chèvres femelles les moins typiques. Il y a donc de nombreux recouvrements."

Selon notre définition du caractère, un aspect **très développé** est caractérisé par une importante saillie du tubercule tant en direction médiale que plantaire, alors qu'un aspect **intermédiaire** correspond à un développement moins important dans les deux directions. Dans certains cas, le développement du tubercule est **seulement médial** – il forme une sorte de rebord étroit – mais il n'y a pratiquement pas de projection en direction plantaire; parfois, il n'y a même qu'une très faible saillie médiale (aspect **faible**).

Pour les deux espèces domestiques, nos résultats vont dans le sens des observations de BOESSNECK *et al.*: dans l'ensemble, le tubercule est plus développé chez le mouton que chez la chèvre mais il existe des cas intermédiaires chez les deux espèces, et même des interventions. Le mouton se démarque également des autres espèces étudiées, et le critère peut notamment être utile à la distinction d'avec le chamois.

Parmi les trois chèvres égagres (deux femelles et un mâle), l'une des femelles présente un aspect "faible" et les deux autres spécimens un aspect "seulement médial". Chez *sibirica*, le *tuberculum* est très développé chez deux mâles, alors qu'un autre présente un aspect intermédiaire, et une femelle un aspect "médial".

Avant d'aborder la question du dimorphisme sexuel, rappelons que le sex-ratio est assez nettement biaisé pour nos échantillons; le déséquilibre est en faveur des femelles pour le chamois, le mouton, la chèvre et le chevreuil, alors que c'est l'inverse pour le bouquetin. Il nous faut donc considérer, pour chaque espèce, les proportions de mâles et de femelles qui correspondent à chaque état, en gardant à l'esprit la faible représentation de certains groupes.

TAL a1: Trochlée proximale: <i>tuberculum tali</i>											
VUE PROXIMALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i>		<i>O.aries</i>		<i>C.hircus</i>		<i>C.ibex</i>		<i>C.capreolus</i>	
		F (n=26)	M (n=17)	F (n=24)	M (n=12)	F (n=18)	M (n=7)	F (n=11)	M (n=18)	F (n=15)	M (n=9)
	Très développé	4%	0%	34%	50%	0%	43%	0%	6%	0%	11%
	Intermédiaire	46%	41%	58%	50%	44%	43%	9%	44%	73%	89%
	Seul. médial	46%	53%	8%	0%	34%	14%	55%	50%	27%	0%
	faible	4%	6%*	0%	0%	22%	0%	36%	0%	0%	0%

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessus confirment l'existence de différences entre mâles et femelles chez les deux espèces du genre *Capra*. Le dimorphisme sexuel n'apparaît pratiquement pas chez le chamois et le mouton, mais semble exister chez le chevreuil – ce qui est étonnant, puisque cette espèce est la moins dimorphe sexuellement de toutes celles étudiées. Mais plusieurs biais peuvent affecter ces résultats: l'âge des individus, ainsi que leur provenance – en particulier l'appartenance à des races très différentes, dans le cas des espèces domestiques. Des corpus plus conséquents et mieux adaptés à ce type de comparaison seraient nécessaires à une meilleure compréhension des différentes influences possibles (âge, sex-ratio, provenance des animaux).

L'existence d'un dimorphisme sexuel implique que le sex-ratio des corpus étudiés influence les résultats obtenus; aussi les fréquences correspondant aux différentes espèces sont-elles à considérer avec précaution.

Ce critère est en relation avec les critères TIBk2 et TIBk3, qui décrivent la partie du distum tibial répondant au tuberculum tali.

TAL a2: Trochlée proximale: gorge médiane proximale						
VUE PROXIMALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
D	Creusée	0%	31%	34%	97%	19%
B,C,E	Intermédiaire	18%	52%	59%	3%	66%
A	Lisse	82%	17%	7%	0%	15%

Nous avons parfois constaté, dans la partie centrale de la gorge médiane proximale, un très net **creusement** de l'os, visible en vue dorsale ainsi qu'en vue proximale. Cet aspect n'a jamais été observé chez le chamois, qui présente une gorge médiane généralement lisse dans sa partie la plus proximale.

Exceptionnellement, la gorge médiane proximale est lisse chez deux chèvres naines. Cet aspect a également été observé chez les quatre spécimens de *sibirica*, ce qui les différencie des *ibex*.

Il existe une relation entre ce critère et le critère TIBk4, qui décrit l'aspect du bord caudal de la surface articulaire tibiale.

TAL b1: Trochlée proximale: lèvres latérales par rapport à la lèvre médiale						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Même niveau	37%	24%	0%	10%	0%
B,D	Intermédiaire	41%	24%	7%	25%	4%
C,E	Net. surélevée	22%	52%	93%	65%	96%

L'observation de ce caractère requiert que l'axe médio-latéral de la trochlée soit orienté parallèlement au plan horizontal (PI. XXXII). La chèvre et le chevreuil présentent presque toujours une lèvre latérale nettement surélevée par rapport à la lèvre médiale; mais cet aspect n'est pas discriminant. En revanche, lorsque les deux lèvres sont à peu près au même niveau, il est en principe possible d'exclure ces deux espèces.

Deux chèvres égagres présentent un aspect intermédiaire alors que chez une troisième les deux lèvres sont au même niveau, ce que nous n'avons jamais observé chez les chèvres domestiques.

Concernant les longueurs relatives des bords latéral et médial du talus

En relation avec le critère b1, WOLFF (p.108) a proposé une différence entre le chamois et les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le chamois, il n'est pas rare que les valeurs des longueurs maximales latérale et médiale soient les mêmes, alors que chez la

différence est plus importante la chèvre et le mouton. *Nous avons testé cela à l'aide d'un indice métrique (§ 3.5.6, tab. 3.81); les résultats obtenus ne confirment pas l'utilité du critère pour la distinction entre le chamois et le mouton; en revanche, les valeurs de l'indice sont assez différentes pour le chamois et le bouquetin.*

TAL b2: Trochlée proximale, gorge médiane proximale: profondeur						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A,E	Profonde	90%	55%	13%	0%	75%
B,C	Intermédiaire	7%	40%	80%	30%	21%
D	Peu profonde	3%	5%	7%	70%	4%
	très peu profonde	0%	0%	0%	37%	0%

TAL b3: Trochlée proximale, gorge médiane proximale: symétrie						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Symétrique	21%	17%	13%	7%	11%
B,D	Intermédiaire	18%	19%	7%	26%	4%
C,E	Très asymétrique	61%	64%	80%	67%	85%

Le bouquetin se différencie des autres espèces par une gorge médiane peu profonde, et ce critère s'avère particulièrement pertinent dans le cadre de la distinction entre le bouquetin et le chamois. Par contre, trois des quatre *sibirica* présentent une gorge profonde (aspect intermédiaire pour le quatrième). Chez trois chèvres égagres, nous avons observé un aspect intermédiaire.

Pour le critère b3, les deux aspects extrêmes correspondent à une gorge médiane située à peu près au milieu (aspect **symétrique**) et à une gorge médiane décalée en direction médiale (aspect **asymétrique**). L'état **intermédiaire** correspond à une légère asymétrie. L'intérêt de ce critère est très limité, compte tenu de la variabilité importante chez la plupart des espèces. Eventuellement, il peut donner une indication dans le cadre de la distinction entre le bouquetin et le chamois.

Ces deux critères sont en relation, respectivement, avec les critères TIBk6 et TIBk7 qui décrivent l'élévation et la symétrie du tenon intermédiaire du tibia répondant à la gorge médiane proximale.

TAL b4: Trochlée proximale, gorge médiane proximale: bosse						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Présente	0%	2%	13%	35%	7%
C	Intermédiaire	20%	7%	27%	52%	11%
A,B,E	Absente	80%	91%	60%	13%	82%
	Intermédiaire 1 / 2	7% / 13%	2% / 5%	17% / 10%	29% / 23%	4% / 7%

CREGUT-BONNOURE (p.62) a fait remarquer que "chez le bouquetin, la gorge est bosselée au milieu". Nos résultats montrent que ce caractère est assez variable, et que la bosse est absente chez certains spécimens. Mais lorsqu'elle est présente, elle permet de discriminer le bouquetin du chamois.

TAL b5: Trochlée proximale: sillon dorsal séparant les lèvres latérale et médiale						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Large	53%	2%	10%	0%	0%
C,D	Intermédiaire	45%	29%	50%	66%	15%
B,E	Etroit	2%	69%	40%	32%	85%

TAL b6: Jonction des trochlées proximale et distale, fosse digitale: forme						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Etroite	0%	12%	17%	22%	78%
D	Intermédiaire	3%	9%	13%	31%	11%
A,B,C	Large	97%	79%	70%	47%	11%

TAL b7: Jonction des trochlées proximale et distale, fosse digitale: bord latéral						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Pointe	44%	17%	13%	10%	4%
B,C,D	Intermédiaire	52%	50%	64%	83%	26%
E	Droit	4%	33%	23%	7%	70%

Selon WOLFF (p.109), le sillon dorsal est très large et la fosse digitale particulièrement profonde chez le chamois, et ces caractères permettent de distinguer cette espèce des deux caprinés domestiques. PUCHER & ENGL (p.45) ont confirmé ces observations, et ont ajouté que le chamois se caractérise par la présence de deux pointes qui s'étirent depuis l'intérieur de la fosse digitale, tant du côté médial que latéral.

Chez près de la moitié des chamois examinés, le sillon dorsal (critère b5) est **large**, c'est-à-dire que les parois qui le délimitent sont écartées l'une de l'autre et à peu près verticales. En revanche, chez les deux espèces domestiques – ainsi que chez le chevreuil – le sillon est

souvent **étroit** et ses parois médiale et latérale sont renflées, surtout cette dernière. Mais de nombreux cas intermédiaires existent chez toutes les espèces, et certains spécimens domestiques peuvent même présenter un large sillon. Remarquons également qu'un aspect "large" a été observé chez l'un des *sibirica* (ainsi que les aspects "étroit" et "intermédiaire" chez trois autres spécimens), alors que cela n'a jamais été le cas chez *ibex*.

Le critère b6, qui concerne la forme générale de la fosse digitale, n'est pas très utile au sein des caprinés, bien que le chamois se distingue parfois des autres espèces. Mais c'est surtout pour différencier le chamois du chevreuil que le critère est pertinent, puisque les deux espèces présentent généralement des aspects opposés.

Par rapport à la description de PUCHER & ENGL, seul l'aspect du bord latéral nous a semblé intéressant (critère b7). Nos résultats montrent que, comme le précédent (b6), ce critère n'est pas très utile à la discrimination des différentes espèces de caprinés, mais peut permettre de distinguer le chamois du chevreuil.

Le sillon dorsal et la fosse digitale s'articulent avec le tenon médian du tibia; les critères b5-b7 sont ainsi en relation avec les critères TIBg6 et TIBg7.

TAL b8: Trochlée proximale, lèvre latérale: orientation						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=72)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Oblique	3%	0%	50%	73%	0%
C	Intermédiaire	29%	7%	37%	23%	4%
A,B,E	Parallèle	68%	93%	13%	4%	96%

BOESSNECK *et al.* (p.101) ont fait remarquer que, chez certaines chèvres, la lèvre latérale de la trochlée proximale est légèrement inclinée en direction médiale, par rapport à la trochlée distale. "Chez le mouton et les autres chèvres, les deux parties se tiennent l'une sur l'autre sans former d'angle. Sur la moitié du matériel environ, cette différence ne peut pas – ou à peine – être reconnue, mais elle est nette pour plusieurs exemplaires."

Pour considérer ce critère, l'axe médio-latéral de la trochlée distale doit être parallèle au plan horizontal (cf. Pl. XXXII). D'après nos observations, ce caractère semble constant chez le mouton, qui présente presque toujours une lèvre latérale orientée **parallèlement** au bord latéral de la trochlée distale. Pour la chèvre, nous constatons bien la variabilité annoncée par BOESSNECK *et al.*, mais la proportion de cas correspondant à une orientation oblique est tout de même importante. Cet aspect caractéristique est encore plus fréquent chez le bouquetin

(et seuls deux mâles présentent un aspect parallèle). Le critère peut donc permettre de distinguer les deux représentants du genre *Capra* des autres espèces.

Nous avons constaté une orientation oblique du bord latéral proximal chez les trois spécimens de chèvres égagres examinés, ainsi que chez les deux *sibirica*.

TAL b9: Trochlée proximale, lèvre latérale: tubérosité						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A,D	Développée	65%	17%	47%	100%	0%
B,C	Intermédiaire	27%	56%	30%	0%	21%
E	Très faible	8%	27%	23%	0%	79%
D	Saillante	49%	5%	0%	61%	3%
C	Intermédiaire	45%	22%	60%	39%	36%
B,E	Très faible	6%	73%	40%	0%	61%
A	pointe nette	27%	2%	0%	0%	0%

Cette tubérosité est développée chez tous les bouquetins de notre corpus et la plupart des chamois. En outre, elle forme souvent, dans sa partie distale, une saillie caractéristique de ces deux espèces. Chez le chamois, cette saillie forme parfois une pointe très distincte, qui est également typique. En revanche, le développement de la tubérosité est faible chez la plupart des chevreuils examinés. La variabilité est un peu plus importante chez les deux formes domestiques.

La tubérosité est développée et saillante chez l'un des *sibirica*, mais n'est pas très développée (aspect intermédiaire) et ne forme pas de saillie (aspect "très faible") chez le second spécimen.

TAL b10: Jonction des trochlées proximale et distale: sillon latéral						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Marqué	61%	5%	0%	0%	11%
B,E	Intermédiaire	36%	52%	10%	7%	52%
C,D	Absent	3%	43%	90%	93%	37%

Ce critère peut permettre de distinguer le chamois des autres espèces de caprinés, en particulier celles du genre *Capra*. En effet, la partie latérale de l'os située à la jonction des trochlées proximale et distale présente un sillon souvent bien marqué chez le chamois; chez

la chèvre et le bouquetin, il est presque toujours absent. Le sillon est également absent chez trois des quatre *sibirica* (aspect intermédiaire pour le quatrième). Chez les trois chèvres égagres, le sillon n'est pas complètement absent (aspect intermédiaire).

Ce critère est en relation avec le critère TALc3.

TAL b11: Trochlée proximale, lèvre médiale: orientation						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
E	Latérale	3%	2%	0%	0%	75%
B	Intermédiaire	97%	98%	77%	17%	25%
D	Médiale	0%	0%	23%	83%	0%
	Intermédiaire 1 / 2	28% / 69%	38% / 60%	10% / 67%	0% / 17%	25% / 0%

Il s'agit de l'orientation de la lèvre médiale par rapport à l'axe longitudinal de l'os. Dans de nombreux cas, le chevreuil peut être distingué des caprinés par la présence d'une lèvre médiale oblique en direction **proximo-latérale**. Chez la majorité des bouquetins, et chez certaines chèvres également, la lèvre est légèrement oblique dans la direction opposée, c'est-à-dire **proximo-médiale**. Les états **intermédiaire 1** et **intermédiaire 2** correspondent respectivement à une orientation légèrement oblique et à une orientation verticale. Ce dernier aspect a été observé chez deux *sibirica*.

Pour le bouquetin, il semble que ce critère est en relation avec le critère TALb8, car en fait c'est toute la trochlée proximale qui tend à être penchée en direction proximo-médiale. Dans le cas de la chèvre, cette relation est moins évidente.

TAL b12: Trochlée proximale, lèvre médiale: épaisseur (S5b)						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
	Mince	2%	8%	0%	0%	21%
	Intermédiaire	63%	39%	27%	7%	54%
	Large	35%	53%	73%	93%	25%

Chez le chevreuil, le bord dorsal de la lèvre médiane est parfois très **mince**, c'est-à-dire un peu tranchant; chez toutes les espèces, ce bord peut être **large** et bien arrondi.

TAL b13: Jonction des trochlées proximale et distale, arête médiale: forme						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=72)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C,D	Très développée	0%	5%	93%	95%	29%
B,E	Intermédiaire	67%	81%	7%	5%	67%
A	Très faible	33%	14%	0%	0%	4%
E / B	Intermédiaire 1 / 2	8% / 59%	36% / 45%	7% / 0%	5% / 0%	63% / 14%
	Aiguisée	0%	3%	81%	87%	43%
	Intermédiaire	17%	84%	19%	13%	48%
	Mousse	83%	13%	0%	0%	9%

TAL b14: Jonction des trochlées proximale et distale, arête médiale: orientation						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C,D	Descend	3%	32%	71%	93%	41%
A,B,E	Intermédiaire	72%	61%	22%	7%	59%
	Monte un peu	25%	7%	7%	0%	0%
B,E / A	Intermédiaire 1 / 2	27% / 45%	39% / 22%	18% / 4%	7% / 0%	48% / 11%

BOESSNECK *et al.* (p.103) ont décrit l'aspect de l'arête qui termine distalement la lèvre médiale de la trochlée proximale: "Chez la chèvre, une arête aiguisée, généralement oblique, dépasse médialement (et dorsalement) entre la trochlée et la tête. Chez le mouton, cette arête est plus faiblement développée, plus émoussée, et généralement plus horizontale. Cependant, des transitions se produisent dans les deux sens." Ce critère a été testé par CLUTTON-BROCK *et al.* (p.39) pour les moutons soay (n=44): 89% des spécimens examinés sont de type "mouton" ("arête faiblement développée"), alors que 11% sont intermédiaires avec le type "chèvre" ("arête fortement développée").

Nous avons considéré séparément les différents composants de la forme de l'arête, mais ils ne sont pas indépendants les uns des autres. Au sein des caprinés, les deux espèces du genre *Capra* présentent généralement une arête aiguisée, qui s'étire loin en direction médiane et dont l'orientation est oblique en direction latéro-distale (l'arête "descend"). La combinaison de ces aspects permet en principe d'exclure le chamois, mais le risque de confusion avec le mouton est plus important. Le chevreuil présente généralement une arête bien développée, qui peut être confondue avec celle des *Capra*.

Chez les trois chèvres égagres examinées, l'arête médiale est aiguisée, très développée et descend nettement en direction médio-distale. Les quatre *sibirica* présentent une arête plus ou moins aiguisée, très développée et plus ou moins oblique.

D'après la description de WOLFF pour le chamois (p.109), l'arête est horizontale ou bien légèrement oblique, mais dans la direction opposée (c'est-à-dire latéro-proximale) à celle que

l'on observe chez la chèvre. Chez le chamois, nous avons effectivement observé les deux aspects décrits par WOLFF (critère b14), à savoir une arête oblique (qui "monte" légèrement) ou horizontale (état intermédiaire 2); mais parfois l'arête descend légèrement en direction latéro-distale (état intermédiaire 1).

L'arête médiale du talus s'articule avec l'échancrure articulaire du distum tibial; le critère b13 est ainsi en relation avec le critère TIBg5.

TAL b15: Jonction des trochlées proximale et distale: transition entre la lèvre médiale et l'arête médiale						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C,D	Anguleuse	0%	2%	68%	60%	7%
E	Intermédiaire	39%	36%	21%	40%	63%
A,B	Progressive	61%	62%	11%	0%	30%

A son extrémité distale, la lèvre médiale rejoint l'arête médiale située à la jonction des trochlées proximale et distale. Chez le chamois et le mouton, la transition se fait progressivement, sans cassure, alors qu'elle est anguleuse chez les deux espèces du genre *Capra*. Ce caractère peut être utile lorsqu'une partie de l'arête est détruite, et que les critères b13 et b14 ne peuvent être utilisés.

La transition est plus ou moins anguleuse (aspects "anguleux" et "intermédiaire") chez les quatre *sibirica* et les trois chèvres égagres.

Ce critère est en relation avec le développement de l'arête médiale (critère TALb13).

TAL b16: Jonction des trochlées proximale et distale: sillon médial						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
A,C	Marqué	83%	29%	61%	18%	8%
B,D	Intermédiaire	17%	59%	39%	82%	35%
E	Absent	0%	12%	0%	0%	57%
	Intermédiaire 1 / 2	15% / 2%	33% / 26%	21% / 18%	56% / 26%	4% / 31%

TAL b17: Jonction des trochlées proximale et distale: bord distal du sillon médial						
VUE DORSALE, Pl.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
A	Coudé	60%	29%	18%	0%	24%
B,C	Intermédiaire	30%	33%	57%	9%	15%
D	Oblique	10%	26%	25%	91%	4%
E	Absent	0%	12%	0%	0%	57%

Chez les caprinés, un sillon est généralement présent dans la partie médiale de l'os, à la jonction des trochlées proximale et distale. Ce sillon est souvent **marqué** – c'est-à-dire qu'il est large et creusé – chez le chamois et la chèvre. Chez le chevreuil par contre, il n'existe souvent dans cette zone aucune dépression; cette situation peut également se présenter chez le mouton. Les états intermédiaires correspondent à un sillon moins large ou moins creusé (état **intermédiaire 1**) ou étroit et peu creusé (état **intermédiaire 2**).

L'aspect du bord distal du sillon – lorsqu'il est présent – peut également être utile si l'on considère son orientation depuis le bord médial de la trochlée distale jusque vers le milieu de la trochlée. Chez le chamois, le bord distal du sillon bifurque assez brusquement en direction latérale, en formant un **coude**, puis suit une orientation à peu près parallèle au bord distal de la fosse digitale. Chez le bouquetin, ce bord prend presque toujours une direction plus **oblique**; mais cet aspect peut également être observé chez le chamois.

Deux *sibirica* présentent un sillon marqué à bord distal oblique, mais le sillon est absent chez un autre spécimen, et "intermédiaire" pour les deux caractères chez le quatrième. Le sillon médial est marqué chez les trois chèvres égagres (aspect plus ou moins oblique).

Le critère b16 est en relation avec le critère TALE8.

TAL b18: Trochlée distale, condyle latéral: transition avec le sillon intercondyalaire						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Anguleuse	68%	4%	20%	0%	22%
C,D,E	Intermédiaire	25%	29%	30%	49%	39%
B	Progressive	7%	67%	50%	51%	39%

TAL b19: Trochlée distale, condyle latéral: bord distal						
VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
E	Monte un peu	40%	43%	20%	0%	71%
A,B,C	Horizontal	56%	38%	50%	7%	25%
D	Descend	4%	19%	30%	93%	4%
D	très nettement	2%	14%	20%	82%	4%

WOLFF (p.109) a décrit l'aspect de la trochlée distale – ou "tête" du talus – chez le chamois et les deux espèces de caprinés domestiques: "La tête est plus arrondie chez la chèvre et le mouton que chez le chamois. Chez ce dernier, la partie trochléaire latérale est en forme de cylindre et séparée du sillon trochléaire par un bord relativement aigu." "

Nos observations permettent de confirmer l'intérêt de ce caractère, qui correspond au critère b18, en particulier pour la distinction entre le chamois et le mouton. Chez la majorité des chamois examinés, la transition entre le condyle latéral et le sillon médian est **anguleuse**, et cela concerne toute la longueur du condyle ainsi que son bord distal.

Les critères b18 et b19 peuvent également permettre de distinguer le chamois du bouquetin. Chez ce dernier en effet, la transition entre le sillon intercondyalaire et le condyle latéral est plutôt progressive; en outre, depuis le sillon intercondyalaire, le bord distal latéral **descend** en direction latéro-distale (un aspect "horizontal" a exceptionnellement été observé, de même que chez l'un des *sibirica*). Chez le chamois au contraire, la partie du bord située au-delà de l'angle formé par la transition entre le sillon et le condyle tend à monter légèrement en direction latéro-proximale; cet aspect est encore plus fréquent chez le chevreuil.

Concernant la forme générale de la trochlée distale

HEINTZ (p.50) a mentionné plusieurs différences entre Cervidés et Bovidés concernant l'aspect de la trochlée distale: "Chez les Cervidés, la gorge médiane est en position légèrement excentrique du côté interne; le condyle externe horizontal se raccorde brusquement à la gorge médiane et le condyle interne est moins large que l'externe et se raccorde assez progressivement à la gorge médiane. Chez les Bovidés, la trochlée distale présente un aspect plus symétrique, les condyles externes et internes étant de taille sensiblement égale. Ces condyles se raccordent progressivement à la gorge qui, dans ce cas, occupe une position médiane." Mais HEINTZ a précisé que ces différences n'ont pas de portée générale et que "des variations individuelles non négligeables peuvent annuler la valeur de ce critère". Nos observations nous ont révélé que l'aspect de la trochlée distale ne permet pas de distinguer systématiquement le chevreuil des caprinés.

TAL c1: Trochlée proximale: extrémité latéro-plantaire						
VUE LATÉRALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C,D	Très pointue	7%	26%	42%	49%	4%
B,E	Intermédiaire 🍏	45%	69%	48%	42%	96%
A	Un peu tronquée	47%	5%	10%	9%	0%
	🍏 arrondie	8%	9%	10%	21%	26%

D'après WOLFF (p.108), cette extrémité est arrondie chez le chamois, par opposition à la forme qu'elle présente chez les deux caprinés domestiques. En fait, nous avons souvent

constaté un aspect légèrement tronqué chez le chamois, ce qui est plus rare chez les autres espèces. Les deux représentants du genre *Capra* présentent souvent une extrémité très pointue; cet aspect peut également être observé chez le mouton mais il est rare chez le chamois – ainsi que chez le chevreuil.

TAL c2: Trochlée plantaire, lèvre latérale: passage dans la face latérale						
VUE LATÉRALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Étalé	0%	36%	7%	27%	39%
B,C,E	Intermédiaire	3%	38%	40%	69%	29%
A	Resserré	97%	26%	53%	4%	32%
B,	Arête	0%	52%	43%	0%	11%
C,E	Intermédiaire	14%	38%	20%	0%	43%
A,D	Arrondi	86%	10%	37%	100%	46%

Ce critère a été proposé par SARRION (p.133) pour la distinction entre la chèvre et le bouquetin (*C.pyrenaica*): "Le bord latéro-plantaire est arrondi chez le bouquetin; chez la chèvre, la facette retombant sur la face latérale est plus ou moins arrondie, mais toujours comprimée, et le bord latéro-plantaire prend souvent la forme d'une arête."

Sur la base de nos observations, nous avons distingué deux caractères. Un bord **resserré** correspond à la présence d'une sorte de bourrelet surélevé, qui rejoint abruptement la face latérale; à l'autre extrême, dans le cas d'un bord **étalé**, la transition entre la lèvre latérale et la face latérale se fait de manière progressive. Par ailleurs, le bord médio-plantaire peut former une **arête** ou, au contraire, présenter une forme arrondie. Les **cas intermédiaires** correspondent à une arête peu marquée ou bien à la présence d'une arête décalée en direction dorsale (ce qui est le cas pour les 14% de chamois "intermédiaires").

Nos résultats montrent que seuls certains spécimens de chèvre et de bouquetin peuvent être distingués sur la base de ces caractères. La présence d'un bord resserré ou d'une arête permet d'exclure le bouquetin; un bord étalé est rare chez la chèvre, mais un aspect arrondi est assez fréquent. Ces deux critères peuvent également être utiles dans le cadre plus général de la distinction entre les caprinés sauvages et domestiques (pour les espèces étudiées), puisque la présence d'une arête, fréquente chez la chèvre et le mouton, n'a jamais été observée chez le chamois ou le bouquetin.

Ce critère est en relation avec le critère CALb10, qui décrit l'aspect du bord répondant à la lèvre latérale.

TAL c3: Jonction des trochlées proximale et distale: profil latéro-dorsal						
VUE LATÉRALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
A	Très cambré	74%	19%	0%	0%	27%
B,E	Intermédiaire	14%	50%	10%	9%	58%
C,D	Non cambré	2%	31%	90%	91%	15%
C?	⚡ quasi rectiligne	0%	2%	24%	19%	0%

WOLFF (p.109) a proposé ce critère pour la distinction entre le chamois et les deux espèces domestiques: "Chez le chamois, entre la trochlée et la tête, l'os est fortement incisé, ce qui fait qu'il est plus nettement courbé en forme de "S" que chez le mouton ou la chèvre". PUCHER & ENGL (p.45) ont confirmé cette différence, en vue latérale.

Nos résultats montrent que le critère proposé par les auteurs sus-mentionnés est tout à fait valable pour distinguer le chamois de la chèvre, mais est beaucoup plus limité dans le cadre de la discrimination entre le chamois et le mouton. D'après nos observations, le talus du chamois présente généralement un profil **cambré**: non seulement le bord latéro-distal est bien échancré au niveau de la jonction entre les deux trochlées mais, surtout, la partie située distalement est nettement courbée en direction dorsale. Cet aspect est discriminant par rapport à la chèvre et au bouquetin, mais ne permet pas de distinguer le chamois du mouton ou du chevreuil. A l'exception du chamois, toutes les espèces peuvent présenter un profil **non cambré**, qui correspond à un bord latéro-dorsal étiré dans son sens proximo-distal. Un aspect presque rectiligne du bord latéro-dorsal dans son ensemble est caractéristique des deux espèces du genre *Capra*. Parmi les chèvres égagres examinées, une seule présente un aspect "non cambré", alors que les deux autres présentent un aspect intermédiaire.

Ce critère est en relation avec le critère TALb10.

TAL c4: Face latérale: facette distale répondant au calcaneus						
VUE LATÉRALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43/29)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
C	Étroite	5%	0%	50%	0%	19%
A,E	Intermédiaire	71%	28%	50%	37%	54%
B,D	Large	24%	72%	0%	63%	27%
C	Convexe	30%	8%	77%	10%	8%
A	Intermédiaire	47%	46%	20%	21%	35%
B	Plane	8%	41%	0%	10%	19%
D,E	Un peu concave	15%	5%	3%	59%	38%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.103), la facette distale répondant au calcaneus est "généralement biconvexe chez la chèvre, et pratiquement "plane-convexe", car son bord proximal est aplati, chez le mouton". Mais les auteurs précisent que ce critère est à utiliser avec prudence, car "il existe des recouvrements dans les deux sens".

Nous avons distingué deux caractères, à savoir la forme générale de la facette et la forme du bord qui la délimite proximale. Le premier concerne la manière dont la facette est étalée entre les bords dorsal et plantaire de la face latérale: une facette **large** s'étire d'un bord à l'autre et sa forme est nettement plus large que haute; une facette **étroite** peut également occuper toute la largeur de la face latérale mais sa surface est concentrée sur une plus petite largeur, et n'est pas beaucoup plus large que haute. Le bord proximal de la facette peut présenter différents aspects; aux deux extrêmes, il s'étire à peu près de manière rectiligne entre les deux bords – la facette est **plane**, ou alors il est convexe. Un aspect **intermédiaire** correspond à un bord qui est à peu près rectiligne dans sa partie médiane, mais dont les extrémités latérale et médiale sont courbées vers le bas.

Nos résultats montrent que, malgré l'existence de cas intermédiaires chez les deux espèces de caprinés domestiques, ce critère est toutefois très utile pour les différencier. Chez le mouton, la facette est généralement large, et son bord proximal est plat ou légèrement convexe (aspect intermédiaire). Chez la chèvre, la facette est souvent étroite, et son bord proximal est généralement convexe. La forme de la facette distale est large chez l'une des chèvres égagres examinées, et "intermédiaire" chez les deux autres.

SARRION (p.133) a proposé ce caractère pour distinguer la chèvre du bouquetin (*C.pyrenaica*): "Chez le bouquetin, la facette est allongée et à tendance réniforme, alors qu'elle présente chez la chèvre, dans un grand pourcentage de cas, une forme rhomboïdale". Chez le bouquetin, nous avons en effet souvent observé une facette large et dont le bord proximal est un peu concave; on peut alors, en principe, exclure la chèvre. Lorsque cette dernière présente une facette étroite et convexe, il est possible d'exclure le bouquetin. Mais les cas intermédiaires représentent un risque de confusion entre les deux espèces.

WOLFF (p.109) a décrit ce caractère chez le chamois: "Au premier coup d'œil, la facette est biconvexe, mais pourtant la limite proximale de cette surface est rectiligne dans sa partie médiane. Il existe donc une ressemblance avec la forme "plane-convexe" que l'on trouve généralement chez le mouton." Nos résultats montrent que ce caractère est assez variable

chez le chamois; il n'est pas d'une grande utilité pour la distinction d'avec les deux formes domestiques, mais peut tout de même fournir une indication.

TAL c5: Jonction des trochlées proximale et plantaire: pointe latérale						
VUE LAT., PI.XXXIII VUE PLANTAIRE, PI.X		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
E	Très marquée	2%	10%	4%	3%	46%
B,C,D	Intermédiaire	65%	88%	78%	90%	54%
A	Absente	33%	2%	18%	7%	0%

Près de la moitié des chevreuils examinés présentent une petite excroissance en forme de pointe qui fait saillie hors du contour de l'os en vue plantaire mais également en vue latérale (aspect **très marqué**). Cette pointe est parfois moins distincte (aspect **intermédiaire**), et il n'est alors pas possible de discriminer le chevreuil des caprinés; lorsqu'elle est absente, on peut en principe exclure le chevreuil.

TAL d1: Jonction des trochlées proximale et plantaire: dépression						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Faible	35%	2%	0%	7%	4%
B,C,D	Intermédiaire	62%	62%	55%	41%	33%
E	Marquée	3%	36%	45%	52%	63%

La dépression qui répond au processus coracoïde du calcaneus est généralement moins large et moins profonde chez le chamois – elle est comme repliée sur elle-même – que chez les autres espèces. Mais les cas **intermédiaires**, qui correspondent à un aspect large mais peu profond, sont fréquents.

Selon SARRION (p.133), la dépression est "plus profonde et plus anguleuse chez le bouquetin (*C.pyrenaica*), alors qu'elle est plus aplatie chez la chèvre". Pour notre matériel, nous n'avons pas constaté de différence significative entre les deux espèces.

TAL d2: Trochlée plantaire, surface médiale						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
B	Très pentue	6%	43%	3%	0%	7%
A,C,D	Intermédiaire	94%	57%	87%	100%	61%
E	Presque plane	0%	0%	10%	0%	32%

BOESSNECK *et al.* (p.103) ont proposé ce critère pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le mouton, le bord médial de la surface plantaire se projette généralement bien au-delà du bord latéral (en direction plantaire). Chez la chèvre, les deux bords se projettent à peu près de la même manière en direction plantaire."

Nous avons constaté que le mouton se distingue parfois par le fait que la surface médiale s'élève en direction médio-plantaire avec une très nette pente, ce qui est exceptionnel chez les autres espèces. A l'autre extrême, la surface plantaire est parfois presque plane chez le chevreuil; cela se produit plus rarement chez la chèvre.

SARRION (p.133) a également décrit l'aspect de la trochlée plantaire: "la coulisse longitudinale est plus accentuée chez le bouquetin (*C.pyrenaica*) que chez la chèvre". Mais à l'exception de quelques chèvres, qui présentent une surface presque plane, cette distinction ne s'applique pas à notre matériel.

TAL d3: Jonction des trochlées plantaire et proximale: extrémité proximale de la lèvre médiale						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
A,E	A l'aplomb	77%	2%	14%	10%	42%
	Intermédiaire	16%	5%	14%	10%	16%
B,C,D	Décalée	7%	93%	72%	80%	42%
A	Prolongée	70%	33%	3%	10%	35%
B,E	Intermédiaire	25%	22%	14%	18%	38%
C,D	Déviée	5%	31%	83%	72%	27%

Ces deux caractères décrivent la direction que suit la lèvre médiale dans son extrémité proximale, et leur compréhension requiert un examen attentif de la partie concernée. La variabilité est importante, en particulier chez le chevreuil.

Le chamois se distingue des autres espèces de caprinés par le fait que l'extrémité proximale de la lèvre médiale se trouve à peu près à l'aplomb de la pointe du *tuberculum tali* et se **prolonge**, en direction proximale, de manière à la rejoindre. Chez le bouquetin et la

chèvre au contraire, la lèvre médiale est **décalée** latéralement par rapport à la pointe du tubercule; à son extrémité proximale, cette lèvre ne rejoint pas le *tuberculum* mais **dévie** en direction latérale pour former le bord proximal de la surface plantaire; il reste donc un espace entre la lèvre, qui passe latéralement, et le tubercule.

Les deux caractères décrits ci-dessus sont bien corrélés chez le chamois et les deux espèces du genre *Capra*, mais pas chez le mouton. Chez ce dernier, la lèvre médiale est presque toujours décalée latéralement par rapport à la pointe du *tuberculum*, mais la forme de sa partie proximale est variable. Parfois, la lèvre suit un parcours similaire à celui décrit pour la chèvre et le bouquetin, mais d'autres fois elle rejoint le *tuberculum*; dans un certain nombre de cas, la situation est un peu intermédiaire entre ces deux aspects. BOESSNECK *et al.* (p.103) ont décrit ce caractère chez le mouton: "un bourrelet fait la connexion entre le bord médial de la surface plantaire et le tubercule du talus". D'après la description de PUCHER & ENGL (p.45) pour le chamois, le *tuberculum* est – comme chez le mouton – "en liaison avec le bord médial de la surface articulaire pour le calcanéus par l'intermédiaire d'un bourrelet". De ce point de vue, *il existe une relation avec le critère TALE3*.

TAL d4: Trochlée plantaire, lèvre médiale: orientation par rapport à la lèvre latérale						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
C,D	Parallèle	0%	33%	63%	84%	14%
B,E	Intermédiaire	24%	7%	17%	9%	32%
A	Divergente	74%	29%	7%	2%	54%
	Autre	2%	31%	13%	5%	0%

Selon PRAT (p.295 et p.315), les bords médial et latéral de la trochlée plantaire "tendent à être parallèles chez le bouquetin, alors qu'ils tendent à diverger en direction proximale chez le chamois". ALTUNA (p.377) a trouvé ce critère utile pour la distinction entre les bouquetins et chamois des Pyrénées.

Nos observations confirment également l'intérêt de ce caractère, bien qu'un risque de confusion entre le chamois et le bouquetin ne soit pas exclu. En outre, nos résultats montrent que la chèvre ressemble au bouquetin, et que le caractère est variable chez le mouton et le chevreuil. Certains cas correspondent à un aspect "**autre**": il peut s'agir d'une tendance des deux bords à converger mais également d'un aspect plus difficile à définir, ce qui est particulièrement fréquent chez le mouton, lorsque la lèvre médiale est interrompue (*cf. critère d5*).

Les deux lèvres ont une orientation parallèle chez les trois chèvres égagres, ainsi que les deux *sibirica* examinés.

Ce critère est en relation avec le critère TALd3.

TAL d5: Trochlée plantaire, lèvre médiale: entaille						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=17)	<i>C.capreolus</i> (n=25)
B	Marquée 🍏	18%*	18%	0%	0%	0%
C,D	Intermédiaire 🍏	23%	70%	79%	100%	52%
A,E	Faible	59%	12%	21%	0%	48%
B	🍏 caractéristique	0%	35% (38%)	4%(4%)	0%	0%

Chez le mouton et le chamois, il arrive que la lèvre médiale présente, dans sa partie médiane, une entaille **marquée** et bien délimitée; chez le mouton, ce creusement présente une forme caractéristique (ou assez caractéristique), qui le distingue des autres espèces. Cet aspect a également été observé chez deux chèvres de Jordanie. Un aspect **intermédiaire** correspond à une entaille moins creusée et/ou moins délimitée.

TAL d6: Jonction des trochlées plantaire et distale: fossette						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Très marquée 🍏	3%	7%	27%	98%	14%
B,C,E	Intermédiaire	84%	81%	66%	2%	86%
A	Quasi absente	13%	12%	7%	0%	0%
	🍏 caractéristique	5%	7%	3%	100%	21%
	Intermédiaire 1 / 2	45% / 52%	60% / 33%	60% / 13%	2% / 0%	64% / 22%

D'après PRAT (p.295 et p.319), cette fossette est généralement moins profonde chez le chamois que chez le bouquetin. Cette différence a été confirmée par ALTUNA (p.376-377) pour les formes pyrénéennes. Pour le bouquetin, CREGUT-BONNOURE (p.62) a constaté que la fossette "forme un ressaut important, à bord supérieur horizontal et à bord médian perpendiculaire à ce dernier".

Nos résultats confirment ces observations. Chez le bouquetin, la fossette, très marquée, présente un aspect qui correspond à celui décrit par CREGUT-BONNOURE. Il arrive que cette fossette soit également très bien marquée chez la chèvre mais, sauf exception, elle ne présente pas tout à fait la même forme que celle du bouquetin.

L'aspect caractéristique du bouquetin a également été observé chez *sibirica*, bien que chez deux des quatre spécimens examinés le creusement soit seulement "intermédiaire". Les trois chèvres égagres présentent un aspect intermédiaire, et la forme de la fossette est différente de celle du bouquetin.

La fossette distale répond à la facette articulaire postéro-latérale du naviculo-cuboïde; ainsi, ce critère est en relation avec le critère NAVa1.

TAL d7: Jonction des trochlées plantaire et distale: encoche latérale						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
B	Prolongée	8%	57%	27%	6%	15%
A,C,D	Intermédiaire	87%	33%	67%	64%	41%
E	Réduite	5%	30%	6%	30%	44%
	quasi absente	0%	23%	0%	9%	25%

La fossette décrite au critère d6 peut éventuellement se trouver en connexion avec la partie distale de la lèvre latérale. Le cas échéant, la jonction est réalisée par une encoche qui se prolonge jusque dans la fossette. Cet aspect est fréquent chez le mouton, mais rare chez le chamois et le bouquetin.

D'après la description de PUCHER & ENGL (p.45) pour le chamois, "la surface articulaire plantaire est délimitée latéralement de manière oblique et se rétrécit remarquablement en s'approchant de la tête". Ce critère n'a pas été testé, mais il est peut-être intéressant (comme le montre l'illustration réalisée pour le chamois, en vue plantaire, PI. XXXIII (A)).

TAL e1: Trochlée proximale, extrémité médio-plantaire: forme						
VUE MEDIALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C	Très pointue	2%	0%	66%	39%	30%
A,D,E	Intermédiaire	64%	32%	34%	55%	52%
B	Lég. anguleuse	34%	68%	0%	6%	18%
D,E / A	Intermédiaire 1 / 2	5% / 59%	5% / 27%	24% / 10%	39% / 16%	52% / 0%

TAL e2: Trochlée proximale, extrémité médio-plantaire: étirement plantaire						
VUE MEDIALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C	Très net	2%	43%	48%	24%	52%
B,D,E	Intermédiaire	18%	40%	28%	48%	22%
A	Faible	80%	17%	24%	28%	26%

BOESSNECK *et al.* (p.103) ont décrit l'aspect de l'extrémité médio-plantaire de la trochlée proximale chez les deux caprinés domestiques: "Chez la chèvre, la saillie est généralement plus étroite et plus pointue que chez le mouton. Chez ce dernier, le lobe projeté se prolonge généralement plus haut, et il est plus épais que celui de la chèvre". PRUMMEL & FRISCH (p.574) ont également constaté l'intérêt de ce critère: "Chez la chèvre, le condyle médial se termine proximalelement par une pointe. Chez le mouton, la forme de cette partie est arrondie (ou plutôt auriculaire) à rectangulaire."

Ces descriptions correspondent à peu près à ce que nous avons observé (critère e1) chez les chèvres et moutons de notre corpus: les premières possèdent le plus souvent une extrémité très pointue ou un peu pointue (état **intermédiaire 1**), alors que les seconds présentent généralement une forme arrondie (état **intermédiaire 2**) ou légèrement anguleuse. Les recouvrements sont rares, et nous n'avons pas constaté d'interversions.

Selon PUCHER & ENGL (p.45), le chamois ressemble au mouton pour ce caractère. D'après la description de WOLFF pour le chamois (p.108), "le bord médial forme un demi-cercle qui ne fait jamais saillie aussi loin, en direction plantaire, que la limite médiale de la surface articulaire avec le calcaneus".

Nos résultats vont dans le sens de ces observations. Sauf chez le chamois, l'extrémité médio-plantaire s'étire souvent loin en direction plantaire, et dépasse nettement le bord médio-plantaire du talus (étirement **très net**). Chez le chamois, l'extrémité médio-plantaire se trouve souvent en retrait par rapport au bord médio-plantaire du talus (**faible** étirement). Précisons que ce critère est un peu subjectif puisque l'aspect observé dépend de la position de l'os (cf. Pl. XXXIII, vue médiale). Mais il peut éventuellement permettre de distinguer le chamois du mouton, alors que la forme de l'extrémité (critère e1) est souvent semblable chez ces deux espèces.

D'après la description de CREGUT-BONNOURE pour le bouquetin (p.64), "la tubérosité postéro-proximale est bien développée, s'étendant nettement vers l'arrière pour former un bec saillant qui surplombe le bord médial de la surface articulaire calcanéenne." Nous n'avons pas toujours observé un aspect aussi caractéristique chez les spécimens de notre corpus.

TAL e3: Jonction des trochlées plantaire et proximale: bord médial						
VUE MEDIALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
A,B	Peu entaillé	70%	48%	7%	3%	15%
C,E	Intermédiaire	28%	43%	41%	36%	58%
D	Très entaillé	2%	9%	52%	61%	27%

Ce critère concerne l'aspect du bord médial au niveau de la jonction entre les trochlées plantaire et proximale, en dessous de la saillie médio-plantaire décrite précédemment (critères e1 et e2). D'après la description de BOESSNECK *et al.* pour le mouton (p.103), cette saillie est "moins définie en direction distale" que chez la chèvre – ce qui revient à dire que le bord médial situé distalement est plus échancré chez la chèvre que chez le mouton.

Cette description s'applique bien à une partie des caprinés domestiques de notre corpus, mais il existe de nombreux cas intermédiaires pour lesquels la diagnose n'est pas possible. Le critère est un peu plus efficace dans le cadre de la distinction entre le chamois et le bouquetin. Comme la chèvre, le bouquetin présente souvent un aspect très **entaillé** et anguleux, alors que le bord est plutôt **peu entaillé** et courbe chez le chamois, comme chez le mouton. Un aspect **intermédiaire** correspond à un bord peu entaillé et anguleux, ou alors bien entaillé et arrondi.

Ce critère est en relation avec le critère TALd3.

TAL e4: Face médiale, base du <i>tuberculum tali</i> : dépression						
VUE MEDIALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
D	Nette	2%	21%	17%	82%	50%
B,E	Intermédiaire	38%	74%	14%	15%	38%
A,C	Absente	60%	5%	69%	3%	12%

CREGUT-BONNOURE (p.64) a fait remarquer l'existence, chez le bouquetin, d'une "légère dépression transversale, parfois même de forme arrondie, située à la base de la tubérosité postéro-proximale". Nous avons en effet observé cet aspect chez la majorité des bouquetins, et il peut permettre la distinction d'avec le chamois. La dépression est également nette chez les deux *sibirica* examinés.

TAL e5: Face médiale: bordure proximo-dorsale						
VUE MEDIALE, PI.XXXIII VUE DORSALE, PI.XXXII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Surélevée	2%	2%	0%	0%	85%
B	Intermédiaire	21%	31%	0%	15%	4%
A,C,D	Faible	77%	67%	100%	85%	11%

Ce critère peut permettre de distinguer le chevreuil des caprinés. Le premier présente généralement une bordure surélevée et très distincte par rapport au reste de la face médiale; chez les caprinés, cette bordure est presque toujours faible. Plus précisément, la différence ne concerne pas toute la longueur de la bordure, mais essentiellement sa portion proximo-médiane (Pl. XXXIII (C) et (E)): cette dernière est continue et surélevée chez le chevreuil, alors qu'elle présente généralement une discontinuité – car elle se fond avec le reste de l'os – chez les caprinés (aspect faible). Les cas intermédiaires correspondent à une bordure continue mais moins surélevée.

La bordure proximo-dorsale du talus s'articule avec la surface articulaire distale du tibia; ainsi, ce critère est en relation avec le critère TIBk5.

TAL e6: Trochlée proximale, extrémité distale de la face médiale: "poche"						
VUE MEDIALE, PI.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Distincte	44%	0%	7%	33%	0%
D,E	Intermédiaire	49%	17%	31%	35%	78%
B,C	Non définie	7%	83%	62%	32%	26%

D'après PUCHER & ENGL (p.45), cette partie de l'os présente des caractéristiques particulières au chamois: "La surface articulaire proximale se propage jusque sur la face médiale où elle s'enfonce, en formant une "poche"⁷³. Chez le mouton, on trouve occasionnellement un aspect similaire, mais il manque alors la délimitation aiguisée de la partie articulaire que l'on trouve habituellement chez le chamois."

Nous avons observé la présence d'une poche **distincte**, c'est-à-dire creusée et délimitée dorsalement par un arête continue, chez près de la moitié des chamois de notre corpus. En revanche, cette poche est généralement mal définie chez les moutons et les chèvres. Mais les cas **intermédiaires** (poche moins creusée et/ou arête moins marquée

⁷³ C'est dans cette dépression que le *malleolus tibiae* vient s'engrener lors de la flexion de l'articulation.

et/ou discontinue) ne sont pas rares, et des confusions sont alors possibles. Chez les chèvres égagres, nous avons observé les aspects "non défini" et "intermédiaire".

TAL e7: Jonction entre les trochlées proximale et distale: bord médio-dorsal situé en dessus de l'arête médiale						
VUE MEDIALE, Pl.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A,B	Peu entaillé	52%	56%	4%	4%	26%
E	Intermédiaire	44%	42%	17%	33%	30%
C,D	Entaillé 🍏	4%	2%	79%	63%	44%
D	🍏 très entaillé	0%	0%	21%	12%	7%

Selon BOESSNECK *et al.* (p.103), le contour médial est, dans cette zone, plus entaillé chez la chèvre que chez le mouton, ce qui réhausse l'aspect saillant de l'arête médiale.

Nos résultats confirment l'intérêt de ce caractère et montrent qu'il peut permettre de faire la distinction entre le chamois et le mouton d'une part, et la chèvre et le bouquetin d'autre part. Nous avons constaté un aspect "entaillé" chez trois chèvres égagres ainsi que chez deux *sibirica* – alors que deux autres *sibirica* présentent les aspects "peu entaillé et "intermédiaire".

TAL e8: Jonction entre les trochlées proximale et distale: bord médio-dorsal situé en dessous de l'arête médiale						
VUE MEDIALE, Pl.XXXIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=42)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Bien entaillé	98%	24%	52%	0%	0%
B,C	Intermédiaire	2%	47%	34%	14%	19%
D,E	Peu entaillé 🍏	0%	29%	14%	86%	81%
C	🍏 fermé	0%	0%	7%	84%	0%

WOLFF (p.109) a proposé ce critère pour la distinction entre le chamois et les deux espèces domestiques: "Chez le chamois, entre la trochlée et la tête, l'os est fortement incisé."

D'après nos observations, la variabilité est importante chez les deux caprinés domestiques. Par contre, les deux espèces sauvages présentent généralement des aspects opposés: le bord médio-dorsal est bien entaillé chez le chamois, et peu entaillé chez le bouquetin. Chez ce dernier, nous avons souvent observé un aspect "fermé": l'arête

médiale, qui descend en direction médio-distale, ferme l'espace qui se trouve en dessous d'elle.

Ce critère est également très utile pour la distinction entre le chamois et le chevreuil; chez ce dernier, le bord médio-dorsal est généralement peu entaillé et, souvent, nous avons même observé un profil pratiquement rectiligne.

Ce critère est lié au critère TALb16, mais dépend également de l'orientation de l'arête médiale (critère TALb14).

2.8. CALCANÉUS

2.8.1. Calcanéus: Corpus

Les classes d'âge ont été définies par rapport aux stades de fusion épiphysaire du calcanéus:

-**adultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée.

-**subadultes**: la fusion épiphysaire est en cours ou n'a pas encore débuté.

	Adultes			Subadultes				Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	44 (+10)	27 (+7)	13 (+3)	18 (+2)	4	8 (+2)		62 (+12)
<i>O.aries</i>	28 (+4)	21 (+3)	6 (+1)	13	3	7		41 (+4)
<i>C.hircus</i>	24	16	4	7	2	4		31
<i>C.ibex</i>	24 (+13)	7 (+13)	17	6	4	2		30 (+13)
<i>C.capreolus</i>	21	10	8	7	3	2		28

Tableau 2.16. Corpus étudié pour le calcanéus: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Ovis orientalis* (femelles adultes)

- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)

- 3 *Capra (ibex) sibirica* (une femelle et deux mâles, tous adultes)

2.8.2. Calcanéus: Clé des critères

CALCANÉUS				
Chevreuril / Caprinés		b12		
Chamois / Caprinés		a10,b8,c4		
Mouton / Caprinés		(a4),a5,(b4),b5,(d1)		
Chèvre / Caprinés		-		
Bouquetin / Caprinés		b1,c3,d5		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		a2,(a5),(a8),b6,b9		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		a7,(b10),d2		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuril
Chamois	(a3),(a4),a5,a6,a7, a10,(b2),(b3), b4 , b5,b7,b8,b10, (b11),(c3),c4,(d1), d2	a2 ,(a5), a7 ,(a8), (a9),a10,(a11),b3, b4,b6,b7,b8,b9 , (b10),c1,c2,c3,c4, c5, d2,d4	a2 ,a5,a8,a10,a11, b1,(b3), b6,b7,b8 , b9,b10,b11, b12 , c3,c4,(c5), d2,d3 , (d4), d5	a1,(a3),a7, a9 ,a10, b2,(b11),(b7),b10, (b11), b12 ,c2,c3, c4,c5,(d3)
Mouton		a2 ,(a3),(a4),a5,a6, (a7),(a11),(b4),b5, b6,b8,b9,b11,c1 , (d1),(d2),d4	a2 ,a3,(a4), a5 ,a6, a7,a8,a11,b1,(b2), (b4),b5, b6,b9,b10 , b11, b12 ,(c1),(c2), c3,(c5),(d1), d2,d3 , d5	a1,(a4),a5,a6, a9 , (b3), b4 ,b5,b7,b8, c4,(c5), d2 ,(d3)
Chèvre			a7 ,(a9),(a11),b1, (b7),b8,(b9),b10, (b11),(b12),c2,c3, d2,d3,d5	a1, a2 ,(a7), a9 , (a11),b2,b3,b4,b6, b7, b8 ,b11,(b12), c1,c4, d2,d4

2.8.3. Calcanéus: Description des caractères morphoscopiques

CAL a1: Tubérosité proximale, face médiale: bosse

VUE MEDIALE, Pl.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=46)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=23)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
E	Nette	4%	8%	17%	0%	60%
B,C	Intermédiaire	31%	46%	26%	43%	35%
A,D	Absente	65%	46%	57%	57%	5%

Dans cette partie de l'os, nous avons constaté la présence d'une bosse bien distincte chez la plupart des chevreuils examinés. Lorsque cette bosse est **absente**, ce qui est souvent le cas chez les caprinés, il peut tout de même y avoir un relief diffus.

CAL a2: Tubérosité proximale, projection dorsale

VUE MEDIALE, Pl.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=44)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=20)
B,E	Très nette	30%	57%	0%	0%	60%
A,D	Intermédiaire	70%	36%	12%	42%	40%
C	Très faible	0%	7%	88%	58%	0%

Ce critère peut permettre la distinction entre les espèces du genre *Capra* et les autres. Chez la chèvre et le bouquetin, la projection dorsale de la tubérosité est **très faible**, c'est-à-dire qu'elle dépasse à peine le bord dorsal du corps du calcanéus situé juste en dessous d'elle. Chez les autres espèces, il arrive que cette projection dépasse **très nettement** la partie du bord dorsal située distalement. Les **cas intermédiaires** correspondent à un léger dépassement dorsal.

D'après PRAT (p.295 et p.319), la tubérosité proximale est mieux dégagée du reste du corps chez le chamois que chez le bouquetin. Mais nos résultats montrent qu'il existe de nombreux cas intermédiaires chez les deux espèces.

La projection est très nette chez l'un des spécimens de *sibirica* (aspect intermédiaire pour les deux autres).

Concernant la projection de la tubérosité en direction proximale

D'après BOESSNECK *et al.* (p.104), chez le mouton, la partie plantaire du *tuber calcanei* s'élève davantage au-dessus de sa partie dorsale que chez la chèvre. Sur la base de quelques observations, cette distinction ne nous a pas semblé valable.

GAL a3: Corps, bord dorsal: partie proximale						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=51)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
D	"Retour dorsal"	33%	0%	11%	34%	5%
A	Intermédiaire	32%	3%	36%	38%	18%
B,C,E	"Pas de retour"	35%	97%	53%	28%	77%

Ce critère concerne la partie du bord dorsal située distalement à la transition entre la tubérosité proximale et le corps du calcaneus. Dans certains cas, nous avons constaté que le bord dorsal forme une légère courbe en direction plantaire puis revient dorsalement. Cet aspect n'a jamais été observé chez le mouton, et ce *en relation avec le critère suivant (a4)*.

GAL a4: Corps, bord dorsal: profil						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
B	Concave	0%	32%	6%	0%	0%
C,E	Rectiligne	50%	56%	52%	23%	57%
A,D	Lég.convexe	50%	12%	42%	77%	43%
	très convexe	0%	0%	0%	7%	4%

BOESSNECK *et al.* (p.104) ont décrit l'aspect du bord dorsal chez les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, le bord dorsal est rectiligne ou légèrement convexe dans sa partie moyenne. Chez le mouton, ce bord est le plus souvent concave, rarement rectiligne." PRUMMEL & FRISCH (p.574) ont confirmé l'intérêt de ce critère: "Le *corpus calcanei* est relativement concave chez le mouton; chez la chèvre, il est droit à convexe."

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.39) ont examiné ce caractère chez les moutons soay (n=41), et constaté que 83% d'entre eux sont du type "mouton" ("le bord dorsal est rectiligne"), alors que les 17% restants sont intermédiaires avec le type "chèvre" ("le bord dorsal est convexe").

Pour le mouton, nos résultats ne sont malheureusement pas aussi tranchés. Certes, le bord dorsal présente un aspect concave chez près d'un tiers des spécimens examinés, et

cet état est discriminant par rapport à la chèvre (sauf exception), ainsi que par rapport aux autres espèces étudiées. Mais la variabilité est importante, et cela limite l'intérêt du critère. Il faut toutefois préciser que notre description du profil dorsal se rapporte à la partie moyenne du bord, à l'exclusion des extrémités proximales et distales. Dans le cas du mouton, la présence d'une projection dorsale proximale (*critère CALa2*) et d'un étirement dorsal distal (*critère a5*) très nets font que l'aspect général du bord dorsal est souvent caractéristique.

D'après WOLFF (p.109) et PUCHER & ENGL (p.45), le calcaneus du chamois est, comme celui de la chèvre, légèrement courbé en direction dorsale; nos observations vont également dans ce sens.

D'après PRAT (p.295 et p.319), le bord dorsal est plus nettement convexe en son milieu chez le bouquetin que chez le chamois. Mais d'après nos résultats, il n'est pas possible de discriminer les deux espèces sur la base de ce critère. Les cas "très convexes" sont rares chez le bouquetin; mais chez *sibirica*, les trois spécimens examinés présentent cet aspect.

CAL a5: Corps, processus coracoïde: étirement dorsal distal						
VUE MEDIALE, Pl.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
B	Très net	8%	83%	6%	0%	7%
A,C,E	Intermédiaire	84%	17%	68%	27%	82%
D	Quasi nul	8%	0%	26%	73%	11%

BOESSNECK *et al.* (p.104) ont décrit l'aspect de la partie distale du *corpus* chez les deux formes domestiques: "Chez le mouton, la profondeur du corps (diamètre antéro-postérieur) augmente généralement davantage en direction distale que chez la chèvre, spécialement dans la partie médiale de la face dorsale, au-dessus de la surface articulaire pour le talus. Toutefois, les recouvrements ne sont pas rares, si bien que ce critère est vraiment peu sûr."

Pour notre matériel, nous avons constaté que c'est précisément l'étirement du processus coracoïde, en direction dorsale, qui peut permettre de distinguer le mouton de la chèvre. Typiquement, cette partie de l'os présente chez le mouton un étirement **très net**, qui concerne toute la moitié distale du corps du calcaneus, et cet aspect est également discriminant par rapport aux espèces sauvages. Un aspect **intermédiaire** correspond à un étirement limité à l'extrémité distale (présence d'un "bec" distal). Dans le cas d'un étirement dorsal **quasi nul**, il peut aussi exister un petit bec (Pl. XXXIV (D)).

CAL a6: Corps, bord plantaire: profil						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Concave	65%	5%	48%	37%	43%
C,D,E	Intermédiaire	22%	34%	33%	23%	14%
B	Rectiligne	13%	61%	19%	40%	43%

Selon BOESSNECK *et al.* (p.104), ce caractère peut permettre de différencier les deux caprinés domestiques: "Chez la chèvre, le bord plantaire du *corpus* est souvent légèrement concave, plus rarement rectiligne. Chez le mouton, ce bord est généralement rectiligne et peut même être légèrement voûté."

D'après nos observations, la variabilité est assez importante chez toutes les espèces mais le caractère peut éventuellement permettre de distinguer le mouton de la chèvre, ainsi que des autres espèces étudiées. Comme WOLFF (p.109), nous constatons que le chamois ressemble plutôt à la chèvre.

HEINTZ (p.50) a également décrit l'aspect du bord plantaire du calcaneus: "Chez les Cervidés, le profil du bord postérieur est habituellement rectiligne, en quelque sorte rigide. Chez les Bovidés, ce profil comporte une concavité (supérieure) et une convexité (inférieure) assez marquées." Mais l'auteur précise qu'il s'agit d'un caractère dont la portée n'est pas générale. Nos résultats montrent qu'il n'est en tout cas pas valable pour la distinction entre le chevreuil et les caprinés.

CAL a7: <i>Sustentaculum tali</i> : forme générale						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C	"Rectangulaire"	5%	47%	65%	7%	52%
B,D,E	Intermédiaire	34%	22%	35%	33%	29%
A	"Carrée"	61%	31%	0%	60%	19%
	Type "chevreuil"	0%	0%	0%	0%	41%

CAL a8: <i>Sustentaculum tali</i> : bord proximo-plantaire						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Anguleux 🍏	0%	7%	13%	44%	3%
B,C	Intermédiaire 🍏	15%	42%	48%	37%	11%
A,E	Courbe	85%	51%	39%	19%	86%
	🍏 Caractéristique	0%	2%	29%	79%	0%

La forme générale du *sustentaculum* (critère a7) peut permettre de distinguer la chèvre du bouquetin, tout au moins pour les spécimens de notre corpus. Chez la chèvre, le *sustentaculum* est souvent plus développé dans le sens dorso-plantaire que dans le sens proximo-distal: il s'inscrit donc dans un **rectangle**. Chez le bouquetin, il s'inscrit en général plutôt dans un **carré**. Mais les deux espèces peuvent présenter un aspect intermédiaire, et la discrimination n'est alors pas possible. L'aspect du bord proximo-plantaire du *sustentaculum* (critère a8) ne permet pas de différencier ces deux espèces, même s'il est plus souvent **caractéristique** chez le bouquetin: la transition entre le bord proximal et le bord plantaire est anguleuse, et le bord plantaire est orienté presque verticalement.

CREGUT-BONNOURE (p.66) a mentionné ce dernier caractère dans le cadre de la distinction entre le bouquetin et le tahr: "chez le bouquetin, la partie postérieure du *sustentaculum* s'infléchit brusquement vers le bas".

Pour le critère a7, nous avons constaté que le *sustentaculum* s'inscrit plutôt dans un rectangle chez trois *orientalis* et trois chèvres égagres, et dans un carré chez les trois *sibirica*. Pour le critère a8, l'aspect est courbe ou intermédiaire chez *orientalis*, intermédiaire chez les égagres, et plus ou moins anguleux mais toujours "caractéristique" chez *sibirica*.

Chez le chevreuil, le *sustentaculum* est petit et présente souvent une forme auriculaire typique (cf. aussi critère CALa9).

CAL a9: <i>Sustentaculum tali</i> : bord distal						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A,B,C,D	Rectiligne	98%	83%	64%	77%	0%
	Intermédiaire	2%*	15%	26%	23%	64%
E	Anguleux	0%	2%	10%	0%	36%

Chez le chevreuil, le bord distal du *sustentaculum* présente parfois un aspect **caractéristique** (il est anguleux et sa partie plantaire est décalée en direction proximale) qui n'a jamais été observé chez le chamois.

CAL a10: <i>Sustentaculum tali</i> : bord distal						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Bosselé	44%	0%	0%	7%	0%
D	Intermédiaire	41%	12%	0%	40%	0%
B,C,E	Régulier	15%	88%	100%	53%	100%

D'après la description de WOLFF (p.110) pour le chamois, une petite bosse est présente au niveau du bord distal de *sustentaculum*. Nous avons observé cet aspect chez presque la moitié des chamois examinés; il permet la distinction par rapport aux autres espèces.

CAL a11: Face médiale, au-dessus de la surface pour le naviculo-cuboïde: sillon						
VUE MEDIALE, PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=25)
C	Très faible	0%	7%	30%	17%	4%
D	Intermédiaire	15%	51%	40%	79%	20%
A,B,E	Marqué	85%	42%	30%	4%	76%

Chez toutes les espèces, la partie de l'os située au-dessus de la surface pour le naviculo-cuboïde peut présenter, en vue médiale, une dépression plus ou moins nette; mais un sillon **marqué**, c'est-à-dire bien creusé, n'a été qu'exceptionnellement observé chez le bouquetin. Chez ce dernier, l'aspect **intermédiaire** correspond à la présence d'une dépression située à la limite médio-plantaire de l'os, et ce *en relation avec un autre caractère (critère CALd5)*. L'un des *sibirica* présente un sillon creusé (aspect intermédiaire pour les deux autres).

Ce critère est également en relation avec le critère CALd4.

CAL b1: Tubérosité proximale: sommet						
VUE DORS., PI.XXXV VUE PLANT., PI.XXXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=54)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=26)	<i>C.capreolus</i> (n=22)
D	Bosselé	0%	0%	0%	46%	5%
E	Intermédiaire	11%	18%	0%	46%	27%
A,B,C	Régulier	89%	82%	100%	8%	68%

Chez le bouquetin, le sommet de la tubérosité proximale présente parfois une bosse **caractéristique**, bien délimitée médialement et latéralement (ce qui est mieux visible en vue plantaire). Cet aspect n'a jamais été observé chez les autres espèces de caprinés, qui présentent généralement un sommet **régulier**, c'est-à-dire arrondi ou plat. Cet aspect

régulier a été observé chez toutes les chèvres de notre corpus, alors qu'il est rare chez *ibex*; mais il a également été constaté chez l'un des *sibirica*, alors que les deux autres présentent un aspect intermédiaire.

CAL b2: Tubérosité proximale: forme générale						
VUE DORSALE, PI.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=47)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=24)	<i>C.capreolus</i> (n=21)
E	Carrée	0%	15%	9%	0%	38%
B	Intermédiaire	13%	49%	30%	37%	52%
A,C,D	Rectangle	87%	37%	61%	63%	10%

Ce caractère est assez variable; il trouve sa plus grande utilité dans le cadre de la distinction entre le chamois – tubérosité plus large que haute – et le chevreuil – largeur et hauteur de la tubérosité à peu près égales.

CAL b3: <i>Corpus calcanei</i> : bord dorsal						
VUE DORSALE, PI.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
C	Méplat	0%	22%	48%	10%	0%
B	Intermédiaire	8%	15%	29%	37%	4%
A,D,E	Carène	92%	63%	23%	53%	96%

PUCHER & ENGL (p.45) ont proposé une différence entre le chamois et la chèvre: "Chez le chamois, le *corpus* est davantage comprimé médio-latéralement que chez la chèvre; en outre, il est généralement caréné dans sa partie dorsale".

Chez plusieurs chèvres, nous avons en effet constaté la présence d'un méplat, qui prend naissance à partir du second tiers de la face dorsale du corps du calcaneus. Cet aspect a également été observé chez le mouton et le bouquetin, mais jamais chez le chamois ni le chevreuil.

CAL b4: <i>Corpus calcanei</i> : transition avec le <i>sustentaculum tali</i>						
VUE DORS., PI.XXXV VUE MED., PI.XXXIV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=33)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
B	Convexité	0%	29%	3%*	0%	0%
C,D	Intermédiaire	16%	71%	87%	88%	50%
A,E	Sillon	84%	0%	3%	12%	50%
	Intermédiaire 1 / 2	0% / 16%	64% / 7%	37% / 50%	2% / 86%	4% / 46%

Chez le mouton, la transition entre le bord latéral du *corpus* et le bord proximal du *sustentaculum*, dans la partie dorsale de l'os, forme parfois un bord assez plat, en vue dorsale; cet aspect correspond, en vue médiale, à la présence d'une **convexité**. Chez le chamois et le chevreuil au contraire, le *corpus* et le *sustentaculum* sont séparés par un large **sillon**; en vue dorsale, le bord correspondant est assez anguleux.

Ce caractère est d'aspect intermédiaire chez trois *orientalis*; c'est aussi le cas chez une chèvre égagre, alors qu'une autre présente un sillon.

CAL b5: Processus latéral, surface articulaire pour l'os malléolaire: bord proximal						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
B	Au-dessus	0%	35%	6%	0%	0%
E	Même niveau	4%	58%	39%	0%	64%
A,D,C	Au-dessous	96%	7%	55%	100%	36%

Ce critère consiste à comparer le niveau du bord proximal de la surface articulaire de l'os malléolaire avec celui du bord distal du processus coracoïde. Le mouton se distingue parfois des autres espèces par le fait que le bord de la surface articulaire se trouve **au-dessus** du niveau du bord du processus coracoïde. Cet aspect n'a jamais été observé chez le chevreuil, pas plus que chez le chamois ou le bouquetin; chez ces deux derniers, le bord proximal de la surface articulaire se trouve, sauf exception, **au-dessous** du niveau du processus coracoïde.

Chez trois *orientalis*, nous avons constaté que les deux bords sont au même niveau; c'est également le cas pour l'une des égagres, alors que le niveau du bord de la surface articulaire est "au-dessous" chez les deux autres spécimens. Ce dernier aspect a également été observé chez *sibirica*.

CAL b6: Processus latéral, surface articulaire pour l'os malléolaire: proportion par rapport à la partie non articulaire						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A,B	Plus longue	69%	69%	0%	0%	35%
E	Intermédiaire	31%	29%	32%	51%	54%
C,D	Plus courte	0%	2%*	68%	49%	11%
C	beaucoup plus	0%	0%	32%	2%	0%

BOESSNECK *et al.* (p.104) ont mis en évidence ce critère dans le cadre de la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez le mouton, la partie articulaire du processus latéral est plus longue que la partie sans articulation de ce processus, ou à peu près de la même longueur. Chez la chèvre, la partie articulaire est plus courte ou, tout au plus, de même longueur." D'après cette description, le rapport des longueurs de la partie articulaire et de la partie non articulaire devrait être égale ou supérieure à 100% pour le mouton, et égale ou inférieure à 100% pour la chèvre. Cette différence métrique a été testée par CLUTTON-BROCK *et al.* (p.32) sur les moutons soay (n=41), ainsi que sur un petit échantillon de chèvres marronnées (n=4); mais d'après ces auteurs, "la proportion est trop variable pour être distinctive".

Nos résultats montrent que, malgré l'existence de cas **intermédiaires** qui correspondent à une égalité des deux parties, ce critère peut s'avérer très utile dans le cadre de la distinction entre la chèvre et le mouton. Par ailleurs, la surface articulaire est plus courte que la partie non articulaire chez les trois chèvres égagres, et plus longue ou de même longueur chez les trois *orientalis*.

D'après WOLFF (p.109), le chamois ressemble au mouton pour ce caractère: la partie articulaire du processus latéral est plus longue que sa partie non articulaire. Nos résultats montrent que cela est vrai dans la majorité des cas, mais que les deux parties sont à peu près équivalentes chez près d'un tiers des chamois examinés.

D'une manière générale, le critère peut permettre de distinguer le chamois et le mouton des deux espèces du genre *Capra*. Ces deux dernières se ressemblent, mais elles peuvent éventuellement être différenciées car le déséquilibre entre les parties articulaire et non articulaire est souvent très important chez la chèvre; cet aspect "**beaucoup plus court**" est exceptionnel chez le bouquetin. Chez *sibirica*, nous avons observé les aspects "plus court" et "intermédiaire".

Nous avons également testé ce critère à l'aide d'un indice métrique (§ 3.5.7, tab. 3.82), qui confirme les différences observées entre le chamois et le bouquetin.

Ce critère est en relation avec les critères CALb7 et CALb8.

CAL b7: Processus latéral, surface articulaire pour l'os malléolaire: facettes proximale et distale						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74/64)	<i>O.aries</i> (n=45/43)	<i>C.hircus</i> (n=31/29)	<i>C.ibex</i> (n=43/31)	<i>C.capreolus</i> (n=27/24)
A	Quasi égales	78%	4%	0%	19%	41%
B,D,E	Intermédiaire	22%	69%	13%	47%	48%
C	Très inégales	0%	27%	87%	34%	11%

CAL b8: Processus latéral, surface articulaire pour l'os malléolaire: facette distale						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74/64)	<i>O.aries</i> (n=45/43)	<i>C.hircus</i> (n=31/29)	<i>C.ibex</i> (n=43/31)	<i>C.capreolus</i> (n=27/24)
A,E	Allongée	94%	7%	0%	6%	54%
D,B	Intermédiaire	6%	86%	55%	81%	46%
C	Élargie	0%	7%	45%	13%	0%
	⚡ très courte	0%	0%	68%	2%	0%

D'après BOESSNECK *et al.* (p.104-105), "la partie distale de la facette articulaire pour l'os malléolaire est plus allongée chez le mouton que chez la chèvre".

Nous avons examiné la différence de proportion entre les deux facettes, dans le sens de leur longueur (critère b7), ainsi que la forme de la facette distale (critère b8). Chez le mouton, il existe généralement un **léger déséquilibre** (état **intermédiaire**) entre les deux facettes, c'est-à-dire que la facette distale est légèrement plus courte (sa longueur est à peu près égale à la moitié de la longueur de la facette proximale). Mais dans certains cas, les deux facettes **sont très inégales** (la longueur de la facette distale est nettement inférieure à la moitié de la longueur de la facette proximale). Ces deux aspects existent également chez la chèvre, mais les proportions sont inversées. Finalement, c'est la forme de la facette distale qui peut s'avérer discriminante: chez la chèvre, elle est souvent **élargie** (c'est-à-dire plus large que haute); mais surtout, elle est généralement très courte.

Cette dernière caractéristique de la chèvre – facette distale très réduite – permet également la discrimination par rapport au bouquetin. Le chamois se différencie de la chèvre et du mouton par le fait que les deux facettes sont généralement de longueurs **à peu près égales**; plus précisément, la facette distale est à peine plus courte que la proximale (sa longueur est toujours plus grande que la moitié de celle de la surface supérieure).

Chez deux *orientalis*, il existe un léger déséquilibre entre les deux facettes (état intermédiaire), et la facette distale est allongée ou "intermédiaire". Les deux facettes sont très inégales chez les trois chèvres égagres, et l'aspect de la facette distale est "intermédiaire". L'un des *sibirica* présente deux facettes très inégales, la distale étant élargie, alors que les deux autres spécimens sont "intermédiaires" pour les deux caractères.

CAL b9: Processus latéral, surface articulaire pour l'os malléolaire: élargissement médial						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C,D	Englobant	4%	7%	67%	100%	15%
B	Intermédiaire	31%	49%	16%	0%	37%
A	Proximal	42%	27%	17%	0%	15%
E	Absent	23%	17%	0%	0%	33%

La surface articulaire pour l'os malléolaire présente toujours un aspect caractéristique chez le bouquetin: la dépression transversale qui sépare les facettes proximale et distale ne se prolonge pas jusqu'au bord médial de la surface articulaire, de sorte qu'il demeure un élargissement qui **englobe** les facettes proximale et distale – les deux facettes sont en connexion. Cet aspect est également fréquent chez la chèvre, mais n'a que rarement été observé chez le chamois et le mouton. Dans d'autres cas, l'élargissement est moins important (état **intermédiaire**), ne concerne que la facette **proximale**, ou est absent.

Chez *sibirica*, deux cas présentent un élargissement seulement proximal et un seul un élargissement englobant les deux facettes. Le caractère est variable chez les égagres (aspects "englobant", "intermédiaire" et "proximal"). Nous avons observé un aspect "englobant" chez deux *orientalis* (aspect "intermédiaire" pour le troisième).

Concernant la forme générale de la surface articulaire pour l'os malléolaire

D'après BOESSNECK *et al.* (p.104-105), "la surface articulaire pour l'os malléolaire est généralement plus étroite chez le mouton que chez la chèvre". Les auteurs ont calculé le rapport existant entre la largeur de la facette et sa longueur (DTM/LM); exprimées en pour cent, les valeurs obtenues sont comprises entre **37** et **52** pour le mouton (exceptionnellement 55), et entre **50** et **66** pour la chèvre.

D'après PUCHER & ENGL (p.46), la forme de la surface articulaire du chamois diffère de celle du chevreuil et se rapproche de celle du mouton et de la chèvre. En ce qui concerne les critères b7 et b8, nous constatons pourtant que le chamois ressemble davantage au chevreuil qu'aux deux caprinés domestiques. Mais un autre caractère permet en principe de distinguer le chamois du chevreuil (*cf. critère CALc4*).

GAL b10: Angle formé par la transition entre le bord distal du processus coracoïde et le bord médial de la surface articulaire pour l'os malléolaire						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=72)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
D	Arrondi	35%	7%	20%	79%	11%
A,B,C	Intermédiaire	65%	73%	60%	21%	48%
E	Anguleux	0%	20%	20%	0%	41%
D	Très dégagé	7%	18%	3%*	100%	11%

SARRION (p.133) a proposé ce caractère pour la distinction entre le bouquetin (*C.pyrenaica*) et la chèvre: "Le bord correspondant à la transition entre le processus coracoïde et l'articulation malléolaire est toujours arrondi chez le bouquetin, alors qu'il est anguleux ou comprimé chez la chèvre".

Nos résultats montrent que ce bord est en effet souvent arrondi chez le bouquetin. Mais nos observations révèlent également l'existence d'une variabilité importante chez la chèvre, ce qui limite fortement l'utilité du critère. Nous avons également remarqué un autre aspect caractéristique du bouquetin: la partie située entre les deux bords est très bien **dégagée** (une chèvre subadulte présente un aspect "dégagé" mais pas "arrondi").

Par ailleurs, un bord anguleux – l'angle est à peu près égal à 90 degrés – existe parfois chez les deux formes domestiques; cet aspect n'a jamais été observé chez les caprinés sauvages.

Aucun spécimen de *sibirica* ne présente de bord arrondi (aspect intermédiaire); en outre, seul l'un des spécimens présente un angle vraiment dégagé. Le bord est arrondi chez l'une des chèvres égagres, et présente un aspect intermédiaire chez les deux autres (l'angle n'est jamais dégagé). Les trois *orientalis* présentent un aspect intermédiaire.

Ce critère est en relation avec le critère TALc3 qui concerne la forme de la lèvre latérale de la trochlée plantaire du talus.

GAL b11: Surfaces articulaires pour le talus						
VUE DORSALE, PI.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
C,D	Fusionnées	28%	7%	74%	77%	4%
	Intermédiaire 🍏	19%	2%	13%	9%	0%
B,E	Séparées 🍏	53%	91%	13%	14%	96%
	🍏 par le haut	0%	0%	0%	27%	0%
	🍏 par le bas	72%	93%	26%	2%	96%

BOESSNECK *et al.* (p.105) ont fait remarquer l'importance de ce caractère pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, les deux surfaces articulaires pour le talus – l'une, étroite, située sur le côté médial du processus latéral (et répondant à la face latérale du talus) et l'autre, large, située au niveau du *sustentaculum tali* (et répondant à la surface plantaire du talus) – se rejoignent souvent. Chez le mouton, ces deux surfaces sont le plus souvent séparées, il est rare qu'elles se rejoignent." Les auteurs ont également décrit les exceptions constatées dans leur matériel: des calcanésus de chèvre chez lesquels les surfaces ne fusionnent pas et n'entrent même pas en contact, et des calcanésus de mouton qui présentent un contact, ou une fusion, des deux surfaces articulaires.

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.39) ont examiné ce caractère chez les moutons soay (n=41): 76% sont de type "mouton" ("les deux surfaces articulaires sont séparées") alors que 24% sont intermédiaires avec le type "chèvre" ("il n'y a qu'une seule surface").

Nos résultats confirment l'existence d'une variabilité chez les deux formes domestiques, mais la majorité des spécimens présentent bien l'aspect caractéristique de leur espèce. Un état **intermédiaire** correspond au fait que les deux surfaces sont en contact mais ne sont pas fusionnées.

D'après WOLFF (p.110), les deux surfaces sont rarement fusionnées chez le chamois. Nous avons tout de même observé une proportion relativement importante de cas correspondant à cet aspect.

Dans les cas qui permettent de distinguer la limite entre les deux surfaces articulaires pour le talus (les deux surfaces sont séparées, elles sont en contact mais non fusionnées ou même, pour certains bouquetins, elles sont fusionnées mais leur union est visible), on peut remarquer une différence entre le bouquetin et les autres espèces. Chez le bouquetin, les surfaces sont séparées "**par le haut**", c'est-à-dire que c'est la surface distale qui tend à rejoindre la surface proximale, au niveau du *sustentaculum*; dans un seul cas d'exception,

les surfaces sont séparées "par le bas": la surface proximale se prolonge distalement jusqu'à la surface distale, et la rencontre se fait au niveau de la limite supérieure de la surface pour le naviculo-cuboïde. Cet aspect est le seul qui ait été observé chez les espèces autres que le bouquetin.

Comme chez la plupart des moutons, les deux surfaces sont séparées (par le bas) chez trois *orientalis*. Par contre, aucune des trois chèvres égagres ne présente de fusion des surfaces: elles sont séparées (par le bas) dans deux cas, et le troisième est intermédiaire. Chez les trois *sibirica*, les deux surfaces sont fusionnées.

Ce critère et le critère b12 sont liés, et leur combinaison peut éventuellement s'avérer utile.

GAL b12: Zone située entre les deux surfaces articulaires pour le talus: échancrure						
VUE DORSALE, Pl.XXXV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Très large	0%	0%	3%	0%	89%
A,B	Présente	58%	80%	27%	0%	11%
C	Intermédiaire	40%	16%	57%	12%	0%
D	Absente	2%	4%	13%	88%	0%

Chez le chevreuil, les deux surfaces articulaires sont généralement séparées par une **très large échancrure** à bord supérieur horizontal, et cet aspect est discriminant par rapport aux caprinés.

Le bouquetin présente également un aspect caractéristique, complètement opposé à celui que nous venons de décrire. Chez cette espèce, les deux surfaces articulaires forment en général un bord pratiquement rectiligne, **sans échancrure**; il peut tout au plus exister une faible échancrure (état **intermédiaire**). Ainsi, le critère permet généralement de distinguer le bouquetin du chamois; chez ce dernier, une échancrure – même faible – est en principe présente.

Selon BOESSNECK *et al.* (p.105), il arrive également chez la chèvre que le *sustentaculum* et la surface articulaire médiale du processus antérieur soient reliés médialement par une crête aiguisée, de sorte qu'aucune échancrure n'est présente. Mais les auteurs précisent que cette caractéristique est souvent absente, même lorsqu'il y a fusion des surfaces articulaires. En effet, nous n'avons pas souvent constaté de bord pratiquement rectiligne chez la chèvre, et la présence d'une échancrure peut d'ailleurs permettre la distinction

d'avec le bouquetin. Par contre, ce caractère n'est pas discriminant concernant les deux formes domestiques.

L'échancrure est présente chez les trois *orientalis*, et faible (aspect intermédiaire) chez les trois épagres. L'échancrure est absente chez deux *sibirica* (aspect intermédiaire chez le troisième).

CAL c1: Surface articulaire pour l'os malléolaire: dégagement proximal						
VUE LATÉRALE, PI.XXXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=59)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
C	Bien dégagé	2%	0%	45%	10%	0%
A,D	Intermédiaire	61%	39%	42%	53%	18%
B,E	Mal dégagé	37%	61%	13%	37%	82%

CAL c2: Surface articulaire pour l'os malléolaire: étirement de la partie proximale en direction crâniale						
VUE LATÉRALE, PI.XXXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C	Très saillante	5%	14%	48%	0%	37%
A,B,E	Intermédiaire	55%	71%	42%	50%	52%
D	Peu saillante	40%	15%	10%	50%	11%

La chèvre se distingue parfois des autres espèces de caprinés par la combinaison de ces deux caractères. Pour le critère c1, un aspect **bien dégagé** correspond au fait que le bord proximal de la surface articulaire pour l'os malléolaire tend à être horizontal, ce qui va généralement de pair avec un aspect **très saillant**, en direction crâniale, de la partie proximale de l'articulation (critère c2).

Un aspect "très saillant" a été constaté chez l'un des *sibirica* (en combinaison avec un aspect "bien dégagé"); les aspects "peu saillant" et "intermédiaire" (avec l'aspect "mal dégagé") ont été observés chez les trois autres spécimens.

CAL c3: Surface articulaire pour l'os malléolaire: échancrure entre les facettes proximales et distales						
VUE LATÉRALE, PI.XXXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=42)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Nette	9%	2%*	3%	52%	0%
A,B,C	Intermédiaire	91%	84%	55%	41%	32%
E	Quasi absente	0%	14%	42%	7%	68%
A / B.C	Intermédiaire 1 / 2	53% / 38%	20% / 64%	10% / 45%	31% / 10%	14% / 18%

La chèvre et le bouquetin peuvent présenter des aspects très différents: chez le bouquetin, les facettes proximale et distale sont souvent séparées par une échancrure nette, alors que cette dernière est souvent pratiquement absente chez la chèvre. Mais les cas intermédiaires sont également fréquents chez les deux espèces: l'échancrure est alors présente mais peu marquée (état **intermédiaire 1**, plus fréquent chez le bouquetin) ou bien très faible (état **intermédiaire 2**, plus fréquent chez la chèvre).

Nous avons constaté la présence d'une échancrure nette chez l'une des chèvres égagres (états I1 et I2 pour les deux autres), ainsi que chez l'un des *sibirica* (état I2 pour les deux autres). Trois *orientalis* présentent également un aspect intermédiaire (I1 ou I2).

CAL c4: Surface articulaire pour l'os malléolaire: limite distale						
VUE LATÉRALE, Pl.XXXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=45)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Saillante	38%	9%	0%	0%	0%
B	Intermédiaire	59%	62%	6%	28%	0%
C,D,E	Fondue	3%	29%	94%	72%	100%
E	Type "chevreuil"	14% (14%)	0%	0%	0%	46%

Selon WOLFF (p.109), l'extrémité distale de la surface articulaire pour l'os malléolaire présente un aspect caractéristique chez le chamois, car elle s'avance loin en direction dorso-distale, en formant une pointe. PUCHER & ENGL (p.46) ont également constaté que cette partie s'étire loin en direction distale, davantage encore que chez le mouton, et qu'elle présente parfois une pointe étirée en direction distale.

Chez de nombreux chamois, nous avons effectivement constaté une **saillie** importante du bord distal de l'articulation; cet aspect est caractéristique par le fait que le bord distal forme pratiquement un angle droit avec le bord dorsal du processus latéral. Ce critère est excellent pour la distinction d'avec le chevreuil et la chèvre qui présentent, sauf exception, un aspect complètement différent: la transition entre le bord distal de l'articulation et le processus latéral se fait progressivement, en formant une courbe et non un angle – ce qui correspond à un aspect "**fondue**". En outre, le **chevreuil** présente souvent un aspect caractéristique qui résulte du fait que la facette distale se trouve au second plan, en arrière de la facette proximale.

Nous avons observé les aspects "fondue" et "intermédiaire" chez les chèvres égagres ainsi que chez *orientalis* et *sibirica*.

CAL c5: Profil de la surface articulaire pour l'os naviculo-cuboïde						
VUE LATÉRALE, PI.XXXVI		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
C	Courbe	6%	17%	55%	22%	36%
B,D,E	Intermédiaire	63%	51%	32%	71%	57%
A	Peu courbe	31%	32%	13%	7%	7%

Selon WOLFF (p.109), le bord latéro-plantaire de la surface articulaire pour le naviculo-cuboïde est moins arqué chez le chamois que chez la chèvre ou le mouton. Nos résultats montrent que la variabilité est trop importante chez les deux formes domestiques pour que le critère soit intéressant. Par contre, il peut éventuellement donner une indication dans le cadre de la distinction entre le chamois et le chevreuil ou le bouquetin.

CAL d1: Surface articulaire pour l'os naviculo-cuboïde						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A,C	Arquée	85%	22%	77%	57%	61%
D,E	Intermédiaire	15%	61%	23%	43%	32%
B	Peu arquée	0%	17%	0%	0%	7%

Ce critère doit plutôt être considéré en vue distale (non illustrée). Il concerne la surface articulaire pour l'os naviculo-cuboïde, qui tend à être moins arquée en direction proximo-médiale, chez le mouton que chez les autres espèces; mais seule une minorité de moutons peuvent être distingués grâce à ce caractère.

CAL d2: <i>Corpus calcanei</i>: transition avec le sustentaculum tali						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=44)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=33)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
A	Anguleux	66%	0%	14%	0%	93%
D,E	Intermédiaire	34%	50%	27%	100%	7%
B,C	Courbe	0%	50%	59%	0%	0%
D / E	Intermédiaire 1 / 2	34% / 0%	0% / 50%	3% / 24%	72% / 28%	7% / 0%

PUCHER & ENGL (p.45-46) ont proposé ce critère: "Chez le chamois, le col situé entre le corpus et le sustentaculum est entaillé et forme un angle presque aigu; il n'est jamais aussi largement arrondi que chez la chèvre et le mouton. De ce point de vue, le chamois ressemble davantage au chevreuil."

Chez les deux espèces de caprinés domestiques, nous avons souvent observé un profil **courbe**, qui correspond à la présence d'un sillon peu marqué; cet aspect n'a jamais été constaté chez les espèces sauvages étudiées. En revanche, le chevreuil et le chamois présentent généralement un profil **anguleux**: le bord médial du corpus est assez escarpé et le bord proximal du sustentaculum est pratiquement horizontal. Le bouquetin présente un aspect **intermédiaire**: le profil est toujours assez anguleux, mais le bord proximal du sustentaculum n'est pas horizontal (état **intermédiaire 1**), ou bien le bord médial du corpus est oblique (état **intermédiaire 2**).

CREGUT-BONNOURE (p.65) a également mentionné ce caractère pour la distinction entre le bouquetin et le tahr: "chez le bouquetin, la coulisse tendineuse (du sustentaculum) est fortement creusée et forme un sillon à bord interne surélevé".

Nous avons observé un aspect intermédiaire (I2) chez trois *orientalis*, ainsi que chez deux chèvres égagres (aspect anguleux chez le troisième); deux *sibirica* présentent un profil courbe, et un autre un aspect intermédiaire (I2).

CAL d3: Sustentaculum tali: bord médio-distal						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
D	Oblique	8%	7%	23%	60%	32%
C,E	Intermédiaire	30%	39%	35%	40%	50%
A,B	Anguleux	62%	54%	42%	0%	18%

Ce critère est pertinent dans le cadre de la distinction entre le chamois et le bouquetin. Chez le chamois, le bord distal du sustentaculum est à peu près horizontal et forme un angle avec le bord latéral (aspect **anguleux**). Chez le bouquetin, le bord distal est plutôt **oblique**, alors que l'angle latéro-distal est présent ou non. Dans certains cas, ce critère peut également permettre de distinguer la chèvre du bouquetin.

Nous avons constaté la présence d'un bord oblique chez deux spécimens de *sibirica*, alors que le troisième présente un aspect intermédiaire.

CAL d4: Bord médio-plantaire faisant la transition entre le sustentaculum et la surface articulaire pour l'os naviculo-cuboïde						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=62)	<i>O.aries</i> (n=41)	<i>C.hircus</i> (n=31)	<i>C.ibex</i> (n=30)	<i>C.capreolus</i> (n=28)
C	Droit	0%	7%	39%	13%	4%
D	Intermédiaire	10%	29%	29%	57%	21%
A,B,E	Echancrure	90%	64%	32%	30%	75%

D'après PUCHER & ENGL (p.46), "comme souvent chez le mouton, on trouve chez le chamois, entre les deux surfaces articulaires pour le talus (c'est-à-dire à la jonction du sustentaculum et du processus latéral), une nette anfractuosité du contour de l'os".

Nous avons constaté que les deux espèces du genre *Capra* présentent parfois un bord médio-plantaire à peu près droit; cet aspect est plus rare, ou n'a même jamais été observé chez les autres espèces.

Ce critère est en relation avec le critère CALa11.

CAL d5: Face plantaire: dépression médio-distale						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVII		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=44)	<i>C.hircus</i> (n=30)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
D	Présente	0%	5%	0%	93%	4%
B,C	Intermédiaire	5%	25%	23%	7%	4%
A,E	Absente	95%	70%	77%	0%	94%

Le bouquetin se distingue des autres espèces étudiées par la **présence** d'une dépression de forme arrondie, située sur la face plantaire de l'os, en position médio-distale. Chez le chamois et le chevreuil, cette dépression est presque toujours complètement absente. Les cas intermédiaires sont relativement fréquents chez les deux formes domestiques, mais correspondent plutôt à la continuation du sillon médial (*cf. critère CALa11*), et donc à un aspect différent de celui du bouquetin.

Un seul *sibirica* présente une dépression (qui est absente ou intermédiaire chez les autres spécimens). Chez les chèvres épagres et chez *orientalis*, la dépression est absente.

2.9. NAVICULO-CUBOÏDE

2.9.1. Naviculo-cuboïde: Corpus

Il n'y a pas de fusion épiphysaire pour le naviculo-cuboïde, mais il est généralement possible de reconnaître un os encore jeune: il est léger, et son aspect est poreux; s'il s'agit vraiment d'un très jeune, les contours sont mal définis. Lorsque l'os présentait cet aspect, où lorsque nous connaissions l'âge de l'individu et qu'il était âgé de moins de 2 ans, nous avons placé les pièces dans la catégorie **subadulte**.

Remarque - Les os naviculaire et cuboïde fusionnent peu de temps après la naissance de l'animal.

	Adultes			Subadultes				Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	42 (+12)	26 (+7)	13 (+5)	16	4	6		58 (+12)
<i>O.aries</i>	29	18	25	11	3	8		40
<i>C.hircus</i>	26	18	5	3	1	2		29
<i>C.ibex</i>	25 (+14)	8 (+14)	17	4	3	1		29 (+14)
<i>C.capreolus</i>	27	14	9	7	4	2		27

Tableau 2.17. Corpus étudié pour le naviculo-cuboïde nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)
- 3 *Capra (ibex) sibirica* (une femelle et deux mâles, tous adultes)

#

2.9.2. Naviculo-cuboïde: Clé des critères

NAVICULO-CUBOÏDE				
Chevreuil / Caprinés		a1,b2,b7,c1,c2,c4		
Chamois / Caprinés		-		
Mouton / Caprinés		b4		
Chèvre / Caprinés		(b1)		
Bouquetin / Caprinés		a2,b6		
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-		
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		(b4),(b5)		
	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil
Chamois	b3,b4,(b5)	(a2),(b1),(b3),b4,b5	a1,a2,a3,a4,(a5), b3,b6,c3	a1,(a3),a4,a5,(b1), b2,b3,b5,b7,c1,c2, c4
Mouton		(a2),(a5),(b1),b4	a1,a2,a3,(a4),a5, (b3),b4,(b5),b6,(c3)	a1,(a3),a4,a5,b2, (b3),b4,b5,b7,c1, c2,(c3),c4
Chèvre			(a1),a2,a3,a4,(b1), (b3),b4,b5,b6,c3	(a1),a2,(a3),a4,b2, (b3),b4,b7,c1,c2, c4

2.9.3. Naviculo-cuboïde: Description des caractères morphoscopiques

NAV a1: Surface articulaire pour le talus: facette postéro-médiane						
VUE DORSALE, Pl.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
D,E	Très saillante	7%	5%	12%	84%	93%
B,C	Intermédiaire	42%	70%	75%	16%	7%
A	Fondue	51%	25%	13%	0%	0%
	Intermédiaire 1 / 2	3% / 39%	25% / 45%	67% / 8%	16% / 0%	3% / 4%

CREGUT-BONNOURE (p.68) a décrit l'aspect de cette facette chez le bouquetin: "La facette postéro-médiane se logeant sous le décrochement de l'astragale est toujours nette, et sa surface est soit horizontale, soit déjetée vers l'arrière". ALTUNA (p.377) a fait remarquer l'intérêt de ce caractère pour la distinction entre le bouquetin (*C.pyrenaica*) et le chamois (*R.pyrenaica*). Chez le premier, "le bord postérieur de la facette est très proéminent,

formant un pic", alors que chez le second "le bord postérieur de la facette est arrondi et peu proéminent".

Nous avons effectivement observé une facette généralement **très saillante**, c'est-à-dire très bien individualisée, chez le bouquetin. En revanche, chez près de la moitié des chamois, cette facette est mal individualisée et seul son bord médial se détache un peu du reste de l'os (aspect **fondu**). Ce caractère est variable chez la chèvre, mais la plupart des cas correspondent à l'état **intermédiaire 1**: le bord de la facette est bien découpé, mais moins surélevé que dans l'aspect saillant. L'état **intermédiaire 2** ressemble au précédent, mais le bord médial de la facette est moins surélevé.

Une facette très saillante est présente chez deux *sibirica* (aspect I1 pour le troisième). Chez les trois épagres, nous avons constaté un aspect intermédiaire (I1).

Chez le chevreuil, cette facette est presque toujours très saillante, et son bord médial parfaitement découpé, ce qui est *en relation avec le critère b1*.

La facette postéro-médiane répond à la fossette plantaro-distale du talus; ce critère est donc en relation avec le critère TALd6.

NAV a2: Surface articulaire pour le talus: fossette synoviale postérieure						
VUE DORSALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
D	Puits	0%	0%	4%	86%	0%
A,B,C	Intermédiaire	83%	80%	96%	14%	54%
E	Quasi absente	17%	20%	0%	0%	46%
	Intermédiaire 1 / 2	24% / 59%	27% / 53%	74% / 22%	14% / 0%	15% / 39%

Nous avons constaté la présence d'un **puits** profond et bien délimité chez la majorité des bouquetins de notre corpus, ce qui ne corrobore pas vraiment les observations de CREGUT-BONNOURE (p.68), selon lesquelles "la présence de cette fossette synoviale est inconstante chez le bouquetin".

La présence d'un puits profond permet en principe de distinguer le bouquetin de la chèvre, qui présente généralement un aspect intermédiaire (I1); une chèvre naine du Tibet fait exception.

La fossette synoviale est très faible (I2) chez deux mâles *sibirica*, alors qu'un puits est présent chez une femelle. Les trois chèvres épagres présentent un aspect intermédiaire.

NAV a3: Surface articulaire pour le talus: foramen central						
VUE DORSALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=17)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
E A,B,C,D	Absent	0%	0%	4%	12%	31%
	Intermédiaire	4%	30%	33%	12%	27%
	Présent	96%	70%	63%	76%	42%
VUE PROXIMALE (non illustré)	Etiré	44%	35%	38%	0%	12%
	Intermédiaire	15%	13%	4%	0%	4%
	Non étiré	41%	52%	58%	100%	84%

Selon PUCHER & ENGL (p.46), dans de nombreux cas, la fusion entre les os naviculaire et cuboïde n'est pas totalement accomplie chez le chamois, de sorte qu'une fine fissure est visible au niveau de la surface articulaire, et que le foramen central est bien développé.

Chez certains chamois, nous avons effectivement constaté la présence d'une fente longitudinale qui traverse le foramen central, de sorte que celui-ci présente un aspect étiré en direction dorso-plantaire (à observer en vue proximale). Mais cet aspect a également été constaté chez les deux espèces de caprinés domestiques et, plus rarement, chez le chevreuil; par contre, il n'a jamais été observé chez le bouquetin, pas plus qu'un aspect intermédiaire. Le foramen est même parfois absent chez le bouquetin et le chevreuil. Le foramen est présent chez l'un des *sibirica*, et absent chez les deux autres.

NAV a4: Transition entre le tenon médian et le bord latéral de la surface articulaire pour le calcaneus						
VUE DORSALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E C,D A,B	Abrupte	0%	7%	0%	5%	78%
	Intermédiaire	20%	68%	52%	93%	22%
	Progressive	80%	25%	48%	2%*	0%

HEINTZ (p.51) a décrit une différence entre Cervidés et Bovidés, concernant la hauteur du tenon médian par rapport au sommet de la facette calcanéenne: "Chez les Cervidés, le tenon médian est plus élevé que le sommet de la facette calcanéenne. Chez les Bovidés, il est moins développé et ne dépasse pas le sommet de la facette calcanéenne, parfois même il reste nettement en dessous."

Chez le chevreuil, le tenon médian est en effet très surélevé par rapport à la surface calcanéenne, et la transition avec cette dernière se fait souvent de manière abrupte. Chez les caprinés, le tenon médian dépasse ou non le sommet de la surface calcanéenne, mais la

transition n'est jamais aussi abrupte que chez le chevreuil. L'aspect **intermédiaire** ressemble davantage à une transition progressive – il y a juste une faible angulation supplémentaire – qu'à un aspect abrupt.

Nous avons observé une transition plutôt progressive (aspect intermédiaire) chez *sibirica* et chez les chèvres égagres.

NAV a5: Partie dorsale de l'os correspondant à la facette métatarsienne antérieure						
VUE DORSALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=26)
E	Basse	2%	0%	12%	10%	38%
C,D	Intermédiaire	72%	25%	65%	83%	54%
A,B	Haute	26%	75%	23%	7%	8%

L'intérêt de ce critère est limité au contexte de la distinction entre le chevreuil et le mouton ou le chamois. Chez les deux derniers, mais plus fréquemment chez le mouton, il arrive que la partie de l'os correspondant à la facette métatarsienne antérieure soit plus développée en hauteur que le reste de la face dorsale de l'os. Chez le chevreuil, nous avons assez souvent observé l'aspect opposé. Les cas **intermédiaires** correspondent à une égalité des deux parties.

NAV b1: Surface articulaire pour le talus: élévation du tenon interne par rapport au tenon médian						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
C	Peu surélevé	2%	0%	32%	7%	26%
D,E	Intermédiaire	17%	3%	43%	55%	41%
A,B	Très surélevé	81%	97%	25%	38%	33%

Selon HEINTZ (p.51), la différence de hauteur entre les tenons interne et médian est plus apparente chez les Bovidés que chez les Cervidés.

Cette description correspond à ce que nous avons observé, respectivement, chez les caprinés et le chevreuil; mais l'aspect général de cette partie de l'os est en fait très différent: chez le chevreuil, le tenon médian est très surélevé et, surtout, le sillon qui sépare les tenons médian et interne est beaucoup plus profond que chez les caprinés (*cf. critère NAVb2*).

D'après BOESSNECK *et al.* (p.106), le tenon interne s'élève plus haut chez le mouton que chez la chèvre⁷⁴. Nos résultats montrent que ce critère peut effectivement servir à différencier le mouton et la chèvre. En outre, il peut également être informatif dans le cadre de la distinction entre la chèvre et le bouquetin: chez ce dernier, la présence d'un tenon médian peu surélevé est assez exceptionnelle.

D'après PUCHER & ENGL (p.46), le chamois se distingue des caprinés domestiques par le fait que le tenon médian de l'os s'élève de manière abrupte et en formant une pointe. La majorité des chamois examinés présentent effectivement un tenon médian très surélevé, mais cet aspect n'est pas discriminant par rapport aux autres espèces.

Un aspect peu surélevé a été observé chez l'un des *sibirica* (aspect "intermédiaire" pour les deux autres).

NAV b2: Surface articulaire pour le talus: sillon séparant les tenons médian et interne						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Très creusé	2%*	2%	0%	0%	100%
A,B	Intermédiaire	60%	45%	45%	21%	0%
C,D	Peu creusé	38%	53%	55%	79%	0%

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la différence entre le chevreuil et les espèces de caprinés étudiées réside essentiellement – pour cette partie de l'os – dans l'importance du sillon qui sépare les tenons médian et latéral. Ce sillon est toujours très creusé chez le chevreuil, alors qu'il est peu creusé ou intermédiaire chez les caprinés. L'aspect **intermédiaire** correspond en fait à un sillon un peu plus étroit et profond que l'aspect "peu creusé", mais ces deux aspects sont proches – et permettent d'exclure le chevreuil.

Les résultats obtenus pour le bouquetin vont dans le sens des observations de CREGUT-BONNOURE (p.68), selon lesquelles la gorge de séparation entre les deux tenons est peu profonde, à base très élargie. Un sillon très creusé a été observé chez l'un des *sibirica* (aspect intermédiaire pour les deux autres).

⁷⁴ Il s'agit de l'un des deux seuls critères mentionnés par BOESSNECK *et al.* (p.106). D'après ces auteurs, il existe peu de différences constantes pour cet os dont la forme est très variable.

NAV b3: Face plantaire, tenon interne: sillon						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=69)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=32)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
A	Bien marqué	43%	13%	11%	0%	0%
D	Intermédiaire	50%	38%	59%	53%	7%
B,C,E	Très faible	7%*	49%	30%	47%	93%

Chez le chamois, nous avons souvent constaté la présence d'un sillon **bien marqué**, qui s'étire le long de la partie médiale du tenon interne jusque vers le milieu de la face plantaire.

Chez deux chèvres égagres, nous avons relevé un aspect "bien marqué", mais le sillon est plus large que celui typique du chamois. Les trois *sibirica* présentent un aspect intermédiaire.

NAV b4: Face plantaire: partie médiane						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
B	Type "mouton"	0%	55%	0%	0%	0%
A,D,E	Intermédiaire	100%	33%	7%	100%	93%
C	Type "chèvre"	0%	12%	93%	0%	7%
D / A,E	Intermédiaire 1 / 2	12% / 88%	33% / 0%	7% / 0%	47% / 53%	26% / 67%

BOESSNECK *et al.* (p.106) ont décrit l'aspect de cette partie de l'os chez les deux espèces de caprinés domestiques. Nous pouvons résumer leurs observations ainsi: chez le mouton, cette partie de l'os est traversée par un sillon oblique. Chez la chèvre, ce sillon est habituellement interrompu par une bosse qui n'existe souvent que dans la partie proximale de l'os, ou peut même manquer. Les auteurs précisent que ce critère n'est valable qu'avec de grandes réserves.

Parmi les espèces étudiées, la chèvre et le mouton sont les plus caractéristiques. Pour le **mouton**, plus de la moitié des spécimens étudiés présentent l'aspect décrit par BOESSNECK *et al.*: un sillon prend naissance, proximale, à peu près en dessous du niveau du tenon médian et se prolonge distalement selon une direction légèrement oblique. Chez la **chèvre**, cette partie de l'os est généralement caractérisée par la présence d'une dépression médiane surmontée par une bosse plus ou moins marquée – et parfois un peu décalée médialement; souvent, un trou nourricier est présent à l'intérieur de la dépression (*cf. critère NAVb5*).

Les cas intermédiaires ne constituent pas des formes de transition entre les deux aspects décrits pour le mouton et la chèvre. L'état **intermédiaire 2** est caractérisé par la

présence d'une bosse située proximale; il peut éventuellement y avoir une légère dépression située latéralement à cette bosse, au-dessous du tenon médian. L'état **intermédiaire 1** correspond à une face plantaire relativement plane, sans creux ni bosse marqués.

D'après nos observations, ce critère peut permettre d'identifier le mouton de manière sûre, et également de faire la distinction entre la chèvre et le bouquetin. Mais les limitations énoncées par BOESSNECK *et al.* pour les deux formes domestiques incitent à la prudence.

Chez trois *orientalis*, seul un très faible sillon est présent. Nous avons constaté un aspect typique de la chèvre chez deux épagres, alors que la troisième présente une simple bosse (I2). L'aspect de la face plantaire est variable chez *sibirica* (aspects I1, I2 et présence d'une dépression non surmontée par une bosse).

NAV b5: Face plantaire: foramen vasculaire						
VUE PLANTAIRE, Pl.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
D	Présent	0%	12%	79%	0%	37%
E	Intermédiaire	37%	53%	4%	22%	56%
A,B,D	Absent	63%	35%	17%	78%	7%

HEINTZ (p.51) a mentionné ce caractère: "Le foramen vasculaire situé au milieu de la face postérieure est habituellement plus apparent chez les Cervidés que chez les Bovidés". Mais l'auteur précise qu'il s'agit d'un critère d'une valeur relative.

En effet, nos résultats montrent que ce caractère n'est pas pertinent dans le cadre de la distinction entre le chevreuil et les caprinés. Mais il existe des différences entre certaines espèces: le foramen est généralement présent chez la chèvre, ce qui est parfois le cas chez le chevreuil et le mouton, mais n'a jamais été observé chez le bouquetin ni le chamois. Les cas **intermédiaires** correspondent à la présence d'un ou plusieurs foramens médians mais de taille très réduite – voire minuscule, ou d'un foramen décalé par rapport au milieu de la face plantaire.

Le foramen est absent chez deux *sibirica*, et très petit chez un troisième.

NAV b6: Face plantaire, partie disto-médiane: sillon						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=70)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=43)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
D	Marqué	0%	0%	7%	47%	4%
C	Intermédiaire	0%	2%	19%	23%	0%
A,B,E	Absent	100%	95%	63%	30%	96%

CREGUT-BONNOURE (p.68) a décrit cette caractéristique du bouquetin: "le bourrelet formé par la tubérosité postérieure est interrompu par un sillon vertical".

Nous avons effectivement observé la présence d'un sillon **très marqué** – un peu oblique et situé plantairement au niveau de la jonction entre les os naviculaire et cuboïde – chez plus de la moitié des bouquetins examinés; parfois, le sillon se prolonge même assez loin en direction proximale. Cet aspect a exceptionnellement été observé chez la chèvre, mais jamais chez le chamois ou le mouton. Le sillon est absent chez près d'un tiers des bouquetins de notre corpus. Mais la présence d'un sillon peu marqué, ou qui ne se prolonge pas jusqu'au bord distal (**cas intermédiaires**), permet encore de distinguer les deux *Capra* des autres genres.

Nous avons constaté la présence d'un sillon marqué chez l'une des chèvres égagres, alors qu'il est absent chez les deux autres spécimens. Le sillon est également absent chez deux *sibirica*.

NAV b7: Face plantaire, tubérosité latéro-distale						
VUE PLANTAIRE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Faible	0%	0%	0%	0%	93%
	Intermédiaire	3%*	2%	3%	3%*	3%
A,B,C,D	Développée	97%	98%	97%	97%	4%

Ce critère, qui permet en principe de distinguer le chevreuil des autres espèces, est étroitement *lié au critère NAVc1*. En vue plantaire, la tubérosité dépasse loin en direction distale le niveau de la facette pour le petit cunéiforme chez les caprinés (aspect **développé**), alors que les deux parties se trouvent à peu près au même niveau chez le chevreuil (aspect **faible**).

NAV c1: Facette métatarsienne postérieure: inclinaison						
VUE DISTALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=39)	<i>C.hircus</i> (n=29)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Très faible	0%	0%	0%	0%	93%
	Intermédiaire	7%	31%	10%	14%	7%
A,B,C,D	Nette	93%	69%	90%	86%	0%

Selon HEINTZ (p.51), l'aspect de la facette métatarsienne postérieure constitue un critère pour la distinction entre Cervidés et Bovidés: "Chez les Cervidés, cette facette est plus ou moins horizontale, longue et peu large, de forme à peu près rectangulaire. Chez les Bovidés, elle est légèrement concave, fortement inclinée de l'extérieur vers l'intérieur, proportionnellement large par rapport à sa longueur, et de forme plus ou moins losangique."

En vue distale, la différence est évidente: l'inclinaison est très faible chez le chevreuil, alors qu'elle est nette chez les caprinés. La forme de la facette est un caractère plus variable.

Ce critère est lié au critère b7.

NAV c2: Facette métatarsienne antérieure: orientation						
VUE DISTALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=27)
E	Plantaire	0%	0%	3%	0%	55%
A,C	Intermédiaire	60%	32%	68%	7%	41%
B,D	Latérale	40%	68%	29%	93%	4%
	Intermédiaire 1 / 2	3% / 57%	12% / 20%	18% / 50%	0% / 7%	27% / 14%

NAV c3: Facette métatarsienne antérieure: petite facette supplémentaire						
VUE DISTALE, PI.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	<i>C.capreolus</i> (n=25)
D	Très nette	7%	10%	7%	69%	0%
A,B,C	Intermédiaire	79%	62%	75%	28%	68%
E	Quasi absente	14%	28%	18%	3%*	32%

L'orientation de l'os est importante pour le critère c2 (cf. PI.X). Chez le chevreuil, la facette métatarsienne est souvent orientée de telle manière que son bord latéral est nettement plus étiré en direction **plantaire** que latérale. L'état **intermédiaire 2** correspond à une inclinaison à peu près égale à 45 degrés, alors que l'état **intermédiaire 1** se situe entre cet aspect et l'aspect "plantaire".

Chez les caprinés, l'orientation du bord latéral est souvent plus **latérale** que plantaire. Le bouquetin est le plus typique, et ce en relation avec le critère c3: chez cette espèce, une petite facette supplémentaire bien marquée est souvent présente au niveau de la partie distale du bord latéral de la facette métatarsienne, et influence l'aspect de ce bord. Les trois *sibirica* présentent un aspect intermédiaire (I2) pour le critère c2, et les aspects I1, I2 et "très net" pour le critère c3.

NAV c4: Bord médial des facettes répondant aux grand et petit cunéiformes						
VUE DISTALE, Pl.XXXVIII		<i>R.rupicapra</i> (n=58)	<i>O.aries</i> (n=40)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=27)	<i>C.capreolus</i> (n=25)
E	Alignés	0%	0%	0%	0%	36%
C,D	Intermédiaire	22%	40%	73%	81%	64%
A,B	Décalés	78%	60%	27%	19%	0%
	Intermédiaire1/2	0% / 22%	7% / 33%	27% / 46%	37% / 44%	60% / 4%

HEINTZ (p.51) a proposé ce critère: "Chez les Bovidés, le bord interne de la facette du petit cunéiforme se place en retrait par rapport à celui de la facette du grand cunéiforme. Chez les Cervidés, le premier se situe à peu près dans le prolongement du second."

Chez certains chevreuils, nous avons effectivement observé un **alignement** des bords des deux facettes par rapport à une ligne droite imaginaire à peu près parallèle à l'axe dorso-plantaire de l'os; cet aspect n'a jamais été observé chez les caprinés. Chez ces derniers, les deux bords sont parfois nettement **décalés**, ce qui ne s'est jamais présenté chez le chevreuil. Les deux états intermédiaires (I1 et I2) se ressemblent beaucoup.

2.10. MÉTAPODES

2.10.1. Métapodes: Corpus

Les classes d'âge ont été définies par rapport aux stades de fusion épiphysaire du distum du métacarpe ou du métatarse:

-**adultes**: la fusion épiphysaire est complètement réalisée pour le distum.

-**subadultes**: la fusion épiphysaire est en cours ou n'a pas encore débuté pour le distum (dans la plupart des cas, la fusion n'a pas débuté).

METACARPE	Adultes			Subadultes				Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	50 (+10)	27 (+7)	13 (+3)	17	3	7		67 (+10)
<i>O.aries</i>	28 (+4)	19 (+3)	6 (+1)	6	2	4		34 (+4)
<i>C.hircus</i>	23	16	4	5	2	3		28
<i>C.ibex</i>	25 (+14)	7 (+14)	18	5	4	1		30 (+14)
<i>C.capreolus</i>								
METATARSE	Adultes			Subadultes				Total
	Tous	♀	♂	Tous	♀	♂		
<i>R.rupicapra</i>	52 (+10)	28 (+7)	13 (+3)	16	3	7		68 (+10)
<i>O.aries</i>	28 (+4)	21 (+3)	5 (+1)	6	1	4		33 (+4)
<i>C.hircus</i>	23	16	4	5	2	3		28
<i>C.ibex</i>	25 (+14)	7 (+14)	18	4	3	1		29 (+14)
<i>C.capreolus</i>								

Tableau 2.18. Corpus étudié pour le métacarpe et le métatarse: nombre de spécimens par catégories d'âge et de sexe (certains individus sont de sexe indéterminé). Les chiffres entre parenthèses indiquent, le cas échéant, le nombre de spécimens de la collection de Munich ajoutés à l'effectif de base pour certains critères.

Nous avons également réalisé des observations sur les spécimens suivants:

- 3 *Rupicapra pyrenaica ornata* (femelles adultes)
- 3 *Ovis orientalis* (femelles adultes)
- 3 *Capra aegagrus* (deux femelles et un mâle, tous adultes)
- 4 *Capra (ibex) sibirica* (une femelle et trois mâles, tous adultes)

2.10.2. Métapodes: Clé des critères

METACARPE - PROXIMUM			
Chamois / Caprinés		a3, a7	
Mouton / Caprinés		a5	
Chèvre / Caprinés		a8	
Bouquetin / Caprinés		a9	
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		a1	
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-	
	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Chamois	(a2), a3, a5, a6, a7, a12	a1, a2, a3, a4, a6, a7, a8, (a11)	a1, (a2), a3, a6, a7, a9, a12
Mouton		a1, a5, a8, (a11), a12	a1, (a2), a5, a9
Chèvre			(a2), a4, a8, a9, (a10), a12

METACARPE - DIAPHYSE			
Chamois / Caprinés		c1	
Mouton / Caprinés		(b1)	
Chèvre / Caprinés		-	
Bouquetin / Caprinés		-	
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-	
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-	
	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Chamois	(b1), c1, (c5), (c6)	b2, c1, c2, (c6)	(b1), c1, c2, (c3), c4, c6
Mouton		(b1), (c3), (c5), (c6)	b1, (c2), (c3), (c5)
Chèvre			b1, c4, c6

METATARSE - PROXIMUM			
Chamois / Caprinés		-	
Mouton / Caprinés		-	
Chèvre / Caprinés		-	
Bouquetin / Caprinés		-	
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		-	
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-	
	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Chamois	(d1)		(d2)
Mouton		(d1)	(d2)
Chèvre			d2

METATARSE - DIAPHYSE			
Chamois / Caprinés		e2	
Mouton / Caprinés		e1	
Chèvre / Caprinés		-	
Bouquetin / Caprinés		-	
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		f1	
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-	
	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Chamois	e1,e2,f1	e2,(e4),f1	e2,f1
Mouton		e1,(e4),f1	e1,f1
Chèvre			e5,(e3),(e4)

METACARPE - TROCHLEES			
Chamois / Caprinés		h1,(h6),h7	
Mouton / Caprinés		g1,h3	
Chèvre / Caprinés		h1,h10	
Bouquetin / Caprinés		-	
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		g2,h5	
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		-	
	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Chamois	g1,h1,h3,(h4),h6,h7,(h8), h12,(h13)	g2,h1,(h3),h4,h5,h6,h7, (h8),(h9),h10,h13	g2,h1,h2,h4,h5,h6,h7,h9, (h11),h12,h13
Mouton		g1,g2,h1,h3,h4,h5,(h9), h10,(h13)	g1,g2,h1,h2,h3,h5,h9, (h13)
Chèvre			(h2),h10,(h11),h13

METATARSE - TROCHLEES (g'-h')			
Chamois / Caprinés		h1',h6',(h7')	
Mouton / Caprinés		g4'	
Chèvre / Caprinés		(h1'),h3',(h5')	
Bouquetin / Caprinés		-	
Chamois-Mouton / Chèvre-Bouquetin		g1',h10'	
Mouton-Chèvre / Chamois-Bouquetin		(g3')	
	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Chamois	(g1'),(g2'),g3',g4',h1',(h2'), h6',(h7'),(h13')	g1',g2',(g3'),h1',h3',h4', h5',h6',h7',(h9'),h10',(h14')	g1',g2',h1',h5',h6',(h9'), h10',(h13')
Mouton		g1',g3',g4',(h1),(h2'),h3', h4',(h5'),h10',h11'	g1',g2',g3',g4',h1',(h2'), (h5'),h7',(h9'),h10',(h11'), h14'
Chèvre			(h1'),(h2'),h3',(h5'),(h9'), (h11'),(h13'),h14'

Plusieurs indices métriques concernant les trochlées du métacarpe et du métatarse sont présentés dans la partie consacrée aux caractères métriques (§ 3.5.8).

2.10.3. Métapodes: Description des caractères morphoscopiques

Les parties proximale et diaphysaire sont présentées séparément pour le métacarpe et le métatarse. En revanche, les extrémités articulaires distales (trochlées) de ces deux éléments anatomiques sont traitées ensemble, en raison de leur ressemblance. Le chevreuil n'a pas été inclus dans cette étude comparative. En effet, les métapodes sont les os qui présentent le plus de traits caractéristiques permettant une distinction générale entre Bovidés et Cervidés (voir BOSOLD 1968, HEINTZ 1970, LEINDERS 1979).

METACARPE - PROXIMUM

MTC a1: Surface articulaire proximale: forme générale						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=77)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=44)	
A	Comprimée	65%	37%	4%	2%	
B,C	Intermédiaire	35%	63%	63%	48%	
D	Étirée	0%	0%	33%	50%	
B / C	Intermédiaire 1 / 2	33% / 2%	47% / 16%	30% / 33%	9% / 39%	

Selon PRAT (p.311), le diamètre antéro-postérieur de la surface articulaire proximale est proportionnellement plus important chez le chamois que chez le bouquetin.

D'après nos observations, la forme générale de l'articulation proximale peut en effet permettre la distinction entre ces deux espèces. Chez le chamois, la surface articulaire proximale est généralement **comprimée** médio-latéralement, alors que chez le bouquetin elle est souvent beaucoup plus **étirée** dans cette direction, ce qui lui donne une forme aplatie. Même dans les cas intermédiaires, la tendance est différente pour les deux espèces (I1 ou I2). La forme de la surface articulaire est comprimée chez les trois spécimens d'*ornata*. En revanche, seul l'un des *sibirica* présente une surface proximale étirée (aspect intermédiaire pour deux autres).

Ce critère peut également permettre de distinguer la chèvre du mouton, bien que les cas intermédiaires soient plus fréquents et plus ressemblants chez ces deux espèces. La forme de la surface articulaire est comprimée chez deux *orientalis* (aspect intermédiaire pour le troisième), alors que les trois chèvres égagres présentent un aspect intermédiaire (I1 et I2).

Ce caractère a également été abordé à l'aide d'un indice métrique (§ 3.5.8, tab. 3.83a), qui confirme les différences observées entre les deux groupes d'espèces, mais également l'existence de recouvrements non négligeables.

Concernant la présence de perforations proximales

D'après BOESSNECK *et al.* (p.116), les perforations du type de celles observées sur le métatarse (cf. critère MTTd2) sont rares sur le métacarpe mais, lorsqu'elles se produisent, il est possible de dire qu'il s'agit d'un métacarpe de chèvre. CLUTTON-BROCK *et al.* (p.41) ont testé ce critère sur les moutons soay (n= 42) et constatent que 77% sont de type "mouton" (absence de puits), et que 23% présentent un aspect intermédiaire avec le type "chèvre" (présence de puits synoviaux).

MTC a2: Contour de la surface articulaire proximale au niveau de la tubérosité dorso-médiale						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=31)	
D	Anguleux	16%	6%	0%	26%	
A,B	Intermédiaire	78%	62%	46%	48%	
C	Courbe	6%	32%	54%	26%	

D'après BOESSNECK *et al.* (p.116), "le contour de la surface proximale du métacarpe ressemble plus à un demi-cercle chez la chèvre que chez le mouton, car chez ce dernier la surface articulaire médiale fait davantage saillie en direction dorsale". Les auteurs précisent l'existence d'une variabilité individuelle, en fonction du développement plus ou moins marqué de la tubérosité dorso-médiale.

Nous avons décrit la forme du bord proximal formé par la tubérosité dorso-médiale plutôt que l'aspect plus ou moins saillant de cette dernière, mais les deux caractères sont liés. Nous avons ainsi distingué les aspects extrêmes "anguleux" – le bord forme un angle droit – et "courbe". D'après nos résultats, ce caractère n'est pas utile dans le cadre de la distinction entre les deux formes domestiques.

PRAT (p.311) a fait remarquer que cette tubérosité est très proéminente chez le chamois. D'après BOSOLD (p.108), la forme de la surface articulaire proximale du chamois ressemble davantage à celle d'un triangle qu'à celle d'un demi-cercle. Les observations de PUCHER & ENGL (p.47) corroborent cette description, et les auteurs précisent que l'angle droit est causé par la tubérosité qui fait saillie en direction dorsale.

Selon nos observations, seule une petite minorité de chamois se distinguent par la présence d'un aspect vraiment anguleux. En outre, cet aspect a également été observé chez le bouquetin – bien que la forme de la surface articulaire proximale soit bien différente de celle du chamois (cf. critère a1). En revanche, un aspect courbe, relativement fréquent chez les caprinés domestiques ainsi que chez le bouquetin (qui est le plus variable), est exceptionnel chez le chamois.

MTC a3: Surface articulaire proximale: angle médio-palmaire						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=31)	
A	Droit	45%	0%	7%	6%	
D	Intermédiaire	39%	3%	21%	55%	
B,C	Rentré	16%	97%	71%	39%	

MTC a4: Surface articulaire proximale: angle latéro-palmaire						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=31)	
A,D	Droit	42%	24%	4%	42%	
	Intermédiaire	45%	41%	18%	36%	
B,C	Rentré	13%	35%	78%	22%	

PUCHER & ENGL (p.47) ont remarqué l'existence d'une différence entre le chamois et les deux espèces domestiques: "Chez le chamois, les angles palmaires de l'articulation proximale, en particulier celui de la surface articulaire latérale, tendent beaucoup moins vers une forme arrondie que chez le mouton et la chèvre."

Nous avons considéré ce caractère pour les angles latéro-palmaire et médio-palmaire, en tenant compte de l'ensemble du bord proximal – et pas seulement de la partie articulaire.

Pour le chamois et la chèvre, les fréquences des différents aspects sont similaires pour les bords médial et latéral, ce qui n'est pas le cas pour le mouton. En conséquence, l'aspect de l'angle médial est discriminant pour le couple chamois/mouton, mais pas celui de l'angle latéral.

L'aspect de l'angle latéro-palmaire peut également permettre la distinction entre le bouquetin et la chèvre. Pour cet angle, un aspect "droit" a également été observé chez trois *sibirica* (aspect intermédiaire pour le quatrième), alors que l'angle latéral est rentré (un seul spécimen) ou intermédiaire.

MTC a5: Surface articulaire proximale: bord palmaire						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=57)	<i>O.aries</i> (n=36)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=18)	
B	Anguleux	7%	53%	8%	0%	
C,D	Intermédiaire	66%	47%	84%	94%	
A	Rectiligne	21%	0%	8%	6%	
D / C	Intermédiaire 1 / 2	28% / 44%	38% / 9%	54% / 30%	72% / 22%	

Chez le mouton, nous avons constaté que les parties médiale et latérale du bord palmaire forment souvent un **angle** entre elles. Chez le chamois en revanche, le bord palmaire est parfois rectiligne. Nous avons presque toujours observé un aspect intermédiaire chez la chèvre et le bouquetin, et c'est également ce que nous avons constaté chez les quatre *sibirica*. Les deux états intermédiaires (I1 et I2) se ressemblent beaucoup.

MTC a6: Surface articulaire proximale: largeur relative du bord palmaire latéral						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=76)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=33)	
A	Egale	66%	16%	11%	5%	
B,C	Intermédiaire	31%	35%	32%	16%	
D	Courte	3%	47%	57%	79%	

Nous avons comparé la largeur de la partie latérale du bord palmaire avec celle du bord palmaire situé médialement (la limite de séparation correspond à l'arête plus ou moins médiale séparant les deux parties). Chez le chamois, ces deux bords sont souvent de dimensions à peu près **égales**, alors que le bord latéral est nettement plus **court** chez le bouquetin. Ces deux aspects extrêmes sont en principe discriminants, mais les cas **intermédiaires**, qui correspondent à une légère différence de largeur entre les deux bords, ne sont pas rares. La variabilité est importante chez les deux formes domestiques.

Nous avons observé un aspect intermédiaire chez *ornata*, ainsi que chez *sibirica*. Les trois chèvres égagres présentent les aspects "court" et "intermédiaire", et les trois *orientalis* les aspects "égal" et "intermédiaire".

MTC a7: Fossette synoviale proximale: échancrure palmaire						
VUE PROXIMALE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=76)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=44)	
A	Entaillée	89%	0%	0%	0%	
	Intermédiaire	11%	30%	4%	0%	
B,C,D	Fermée	0%	70%	96%	100%	

PRAT (p.311) a fait remarquer l'intérêt de ce caractère pour la distinction entre le chamois et le bouquetin: "Chez le chamois, l'échancrure inter-facettes incise l'os au-dessous de l'articulation, contrairement à ce qui est observé le plus souvent chez le bouquetin."

PUCHER & ENGL (p.47) ont proposé ce critère pour la distinction entre le chamois et les deux caprinés domestiques: "Chez le chamois, la fossette synoviale située à l'intérieur de la surface articulaire médiale s'ouvre au-dessus d'une profonde encoche qui fend la surface articulaire en direction palmaire. Chez les domestiques, la surface articulaire est certes généralement interrompue à cet endroit, mais il manque une plus profonde échancrure du contour proximo-palmaire, de telle manière que la fosse synoviale reste séparée de la partie palmaire."

Ces descriptions correspondent parfaitement à ce que nous avons constaté chez la majorité des chamois, bouquetins, chèvres et moutons examinés. L'aspect typique du chamois a également été observé chez deux *ornata* (aspect intermédiaire pour le troisième). Un aspect "fermé" a été observé chez tous les spécimens de chèvres égagres, d'*orientalis* et de *sibirica* examinés.

MTC a8: Surface articulaire proximale, bord palmaire: partie latérale						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=76)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	
A	Très recourbé	93%	24%	0%	18%	
B,D	Intermédiaire	7%	76%	54%	82%	
C	Non recourbé	0%	0%	46%	0%	
D / B	Intermédiaire 1 / 2	7% / 0%	47% / 29%	4%* / 50%	70% / 12%	

BOESSNECK *et al.* (p.116) ont proposé ce critère pour différencier les deux espèces de caprinés domestiques: "Le bord palmaire de la surface articulaire latérale située proximale sur le métacarpe est souvent recourbé chez le mouton, ce qui n'est pas le cas chez la chèvre". PUCHER & ENGL (p.47) ont constaté que ce bord est encore davantage courbé en direction distale chez le chamois que chez le mouton.

Nos résultats montrent que le chamois et la chèvre peuvent présenter des aspects très différents. Chez le premier, le bord est presque toujours **très recourbé** en direction palmaire: il déborde sur la face palmaire, et ce sur toute sa largeur. Cet aspect peut aussi se présenter chez le mouton ou le bouquetin, mais nous ne l'avons jamais observé chez la chèvre. Chez cette dernière au contraire, il est fréquent que le bord palmaire ne soit pas recourbé; tout au plus est-il peu recourbé (état **intermédiaire 2**), ce qui permet encore la distinction d'avec le chamois.

Un bord recourbé a été observé chez trois *ornata*, alors que nous avons constaté la présence d'un bord peu recourbé chez les trois égagres. Les spécimens de *sibirica* présentent un aspect intermédiaire. Deux *orientalis* présentent également un aspect intermédiaire, et le troisième un aspect "peu recourbé".

MTC a9: Métacarpien II rudimentaire						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=77)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=42)	
D	Présent 🍏	5%	6%	0%	60%	
A,B,C	Absent	95%	94%	100%	40%	
D	🍏 bien développé	0%	3%	0%	17%	

MTC a10: Métacarpien V rudimentaire						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=77)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=44)	
C	Présent 🍏	8%	6%	11%	0%	
A,B,D	Absent	92%	94%	89%	100%	
C	🍏 bien développé	8%	6%	11%	0%	

COUTURIER (1962, p.135) a discuté de la présence de métacarpiens rudimentaires chez le bouquetin: "Sur presque tous les métarpes examinés, le deuxième métapode latéral rudimentaire est présent sous la forme d'une tigelle longue de 10 mm environ, et plus ou moins soudée à la partie interne et postérieure de l'épiphyse supérieure. L'ébauche du cinquième métacarpien latéral est le plus souvent invisible, mais elle peut se traduire par un renflement mal différencié du côté externe et postérieur de l'épiphyse proximale."

Nous avons considéré comme **présent** un rudiment de métarpe qui est distinct du reste de l'os. Nous avons comptabilisé comme **absents** les rares cas qui correspondent à la présence d'un rudiment très petit et/ou totalement soudé à l'os. Il faut préciser que nous n'avons pas tenu compte de la présence éventuelle de métacarpiens rudimentaires *séparés* des deux rayons principaux. En effet, ces rudiments ne sont parfois rattachés au reste de

l'os que par du cartilage (notamment chez les jeunes) et, lors de la préparation des squelettes, ils sont alors souvent perdus (CHAIX, comm. pers.).

La présence d'un métacarpien II rudimentaire, que nous avons effectivement constatée chez plus de la moitié des bouquetins examinés, constitue une caractéristique par rapport aux autres espèces. Dans la plupart des cas, ce rudiment – situé à l'angle médio-palmaire du proximum – n'est pas très développé, mais forme tout de même une sorte de bâtonnet court; dans certains cas il est plus développé dans le sens de la longueur. En revanche, et en accord avec les observations de COUTURIER, la présence visible d'un rudiment de métacarpien V n'a jamais été constatée chez le bouquetin; mais cet aspect reste également exceptionnel chez les autres espèces.

Chez l'un des moutons examinés, le métacarpien V est très développé, et forme un long et fin stylet. Nous n'avons pas constaté la présence de métacarpiens rudimentaires chez les chèvres égagres; un rudiment de métacarpien V est présent chez l'un des *sibirica*.

MTC a11: Canal interosseux proximal: foramen palmaire						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=63)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
B,D	Présent	62%	97%	43%	80%	
A	Intermédiaire	38%	3%	43%	17%	
C	Absent	0%	0%	14%	3%	
	Intermédiaire 1 / 2	25% / 13%	0% / 3%	29% / 14%	14% / 3%	

MTC a12: Canal interosseux proximal: foramen dorsal						
VUE DORSALE, PI.XL		<i>R.rupicapra</i> (n=77)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=43)	
B,D	Présent	42%	81%	36%	91%	
A	Intermédiaire	20%	11%	28%	9%	
C	Absent	38%	8%	36%	0%	

Chez toutes les espèces, le canal interosseux proximal débouche généralement sur les faces dorsale et palmaire de la diaphyse, où l'on peut observer la présence d'un foramen.

Le foramen palmaire est généralement **présent**, c'est-à-dire bien développé chez le mouton et le bouquetin; chez le chamois et la chèvre, on trouve souvent un ou plusieurs petits trous (état **intermédiaire**), mais ils peuvent aussi manquer complètement.

Le foramen dorsal est souvent absent ou réduit chez le chamois et la chèvre, ce qui est plus rare chez le mouton et le bouquetin. Ce foramen est présent chez les trois *orientalis*;

nous l'avons également observé chez deux chèvres égagres, mais il est absent chez un troisième spécimen. Chez deux *sibirica*, le foramen dorsal est absent (un troisième spécimen présente un trou minuscule).

METACARPE - DIAPHYSE

MTC b1: Face palmaire: deuxième tiers de la diaphyse						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=56)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=18)	
B	Concave 🍏	20%	79%	35%	0%	
A,C	Intermédiaire	59%	15%	46%	36%	
D	Plat	21%	6%	19%	64%	
	🍏 très creusé	4%	26%	0%	0%	

D'après BOESSNECK *et al.* (p.118-119), l'aspect de la face palmaire de la diaphyse peut servir à la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, cette partie de l'os est généralement presque plate, concave seulement dans son tiers proximal, alors que chez le mouton elle est concave dès son extrémité proximale et souvent jusqu'à son deuxième tiers".

Nos observations montrent que le caractère est très variable chez la chèvre. Chez les deux formes domestiques, la face palmaire peut présenter une **concavité** qui se prolonge jusque dans le deuxième tiers de la diaphyse – sans forcément en atteindre la fin. Toutefois, seul le mouton présente parfois une dépression très marquée, qui correspond à la présence d'un sillon délimité par deux bords surélevés (aspect "**très creusé**").

Chez le bouquetin, cette partie de la face palmaire est souvent plate, parfois même légèrement convexe (5%). Un aspect "plat" a également été observé chez deux *sibirica* (aspect "intermédiaire" chez les deux autres).

MTC b2: Face dorsale: sillon médian						
VUE DORSALE, PI.XL		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=27)	
C	Très net	3%	16%	37%	22%	
A,B,D	Intermédiaire	58%	42%	30%	59%	
	Quasi absent	39%	42%	33%	19%	

La face dorsale de l'os présente parfois un sillon médian très net et bien creusé sur toute sa longueur, comme une fine rainure qui s'étend sans discontinuer depuis la partie proximale de l'os jusque dans la région située un peu proximale au foramen distal. Cet aspect, exceptionnel chez le chamois, permet en principe d'exclure cette espèce. Chez toutes les espèces il arrive que le sillon soit **pratiquement absent**, et l'on ne devine alors que quelques traces; un aspect **intermédiaire** correspond à la présence d'un sillon visible sur toute sa longueur, mais peu creusé.

MTC c1: Face dorsale, partie distale: proximale au foramen						
VUE DORSALE, PI.XL		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=30)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=30)	
	Convexe	56%	0%	0%	0%	
	Intermédiaire	44%	89%	61%	33%	
	Aplatie	0%	11%	39%	67%	

BOESSNECK *et al.* (p.118-119) ont décrit l'aspect de cette partie de la diaphyse: "On trouve chez la chèvre un aplatissement de la surface dorsale dans la partie distale de la diaphyse située proximale au *foramen nutricium*, alors que chez le mouton cette région est en général plus fortement convexe."

D'après nos observations, les risques de confusion sont importants pour les deux formes domestiques. Par contre, le chamois se démarque des autres espèces par une face dorsale souvent nettement convexe. Le bouquetin présente typiquement une section aplatie, également observée chez trois *sibirica* (aspect "intermédiaire" chez le quatrième).

MTC c2: Face dorsale: foramen distal						
VUE DORSALE, PI.XL		<i>R.rupicapra</i> (n=48)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=21)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
A	Ouvert	35%	19%	5%	0%	
B	Intermédiaire	34%	23%	24%	27%	
C,D	Fermé	31%	58%	71%	73%	

Chez le chamois, nous avons parfois constaté la présence d'un foramen en forme de V, c'est-à-dire **ouvert** dans sa partie proximale. Cet aspect a également été observé chez le mouton, et seulement exceptionnellement chez la chèvre. Nous ne l'avons jamais constaté chez le bouquetin, ni chez *sibirica* (aspect "fermé" ou "intermédiaire").

Dans certains cas, l'ouverture proximale du foramen est en continuité avec la partie distale d'une fine gouttière plus ou moins bien marquée (*cf. critère MTCc3*).

MTC c3: Face dorsale, proximale au foramen distal: gouttière						
VUE DORSALE, PI.XL		<i>R.rupicapra</i> (n=49)	<i>O.aries</i> (n=26)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=27)	
B	Présente	10%	27%	7%	0%	
A	Intermédiaire	43%	35%	19%	30%	
C,D	Absente	47%	38%	74%	70%	

MTC c4: Face dorsale, distalement au foramen distal: gouttière						
VUE DORSALE, PI.XL		<i>R.rupicapra</i> (n=47)	<i>O.aries</i> (n=27)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=16)	
C	Présente	19%	7%	20%	0%	
A,B	Intermédiaire	72%	74%	75%	63%	
D	Absente	8%	19%	5%	37%	
A,B /	Intermédiaire 1 / 2	42% / 21%	30% / 44%	20% / 55%	19% / 44%	

D'après la description de BOSOLD (p.97), la face dorsale de la diaphyse présente généralement, dans sa partie distale, une très fine gouttière qui prend souvent naissance proximale au niveau d'un trou vasculaire, et qui aboutit près de l'épiphyse distale dans un foramen nourricier ou bien, comme chez le chamois, se poursuit encore plus loin distalement.

Proximale au foramen (c3), nous avons parfois constaté la présence d'une gouttière, en particulier chez le mouton; mais le plus souvent, seule une légère trace est visible (état **intermédiaire**) ou alors la gouttière est complètement absente – et il n'existe que la ligne du sillon médian.

Distalement au foramen (c4), une gouttière distincte est parfois présente chez la chèvre ou le chamois; cet aspect n'est pas fréquent, mais il l'est encore moins chez le mouton ou le bouquetin. Chez toutes les espèces, on observe généralement un aspect intermédiaire: la gouttière est seulement ébauchée, ou ne s'étire que sur près de la moitié du parcours en direction distale (état **intermédiaire 1**), ou encore il n'existe qu'une très faible trace (état **intermédiaire 2**).

Généralement, la gouttière est proximale absente chez *sibirica* (un cas intermédiaire), et, distalement, il n'en existe tout au plus qu'une faible trace (12).

MTC c5: Face palmaire, partie distale située proximale au foramen						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=30)	
C	Creusée	12%	0%	22%	17%	
A	Intermédiaire	52%	15%	52%	23%	
B,D	Plate	36%	85%	26%	60%	

BOESSNECK *et al.* (p.118-119) ont décrit cette région de la face palmaire chez les deux espèces domestiques: "On trouve chez la chèvre un léger creusement, alors que chez le mouton cet endroit du métacarpe est généralement plat".

D'après nos observations, ce caractère est variable chez la chèvre, tout comme chez le bouquetin et le chamois. Mais en présence d'une dépression, il est en principe possible d'exclure le mouton. Chez ce dernier, quelques cas "plats" correspondent même, en fait, à un aspect légèrement convexe.

MTC c6: Face palmaire, partie distale située distalement au foramen						
VUE PALMAIRE, PI.XXXIX		<i>R.rupicapra</i> (n=43)	<i>O.aries</i> (n=47)	<i>C.hircus</i> (n=20)	<i>C.ibex</i> (n=16)	
D	Très convexe	0%	15%	0%	56%	
	Intermédiaire	100%	85%	80%	44%	
C	Quasi plane	0%	0%	20%	0%	
	Intermédiaire 1 / 2	91% / 9%	85% / 0%	45% / 35%	44% / 0%	

D'après BOESSNECK *et al.* (p.118-119), la face palmaire de la diaphyse située distalement au foramen est à peu près plane chez la chèvre, alors qu'elle est dans l'ensemble légèrement voûtée chez le mouton.

D'après nos observations, ce critère permet de différencier les deux espèces domestiques mais seulement dans les cas extrêmes, alors que la plupart sont intermédiaires et correspondent soit à la présence d'une convexité qui ne forme pas une bosse marquée (état intermédiaire 1), soit à un aspect très légèrement convexe (état intermédiaire 2). Plus de la moitié des chèvres présentent ce dernier aspect, ou alors une face palmaire pratiquement plane, ce qui n'a jamais été observé chez le mouton.

Le bouquetin est souvent caractéristique, et peut être distingué du chamois ainsi que de la chèvre. En revanche, nous avons constaté les aspects "plat" et "intermédiaire" (I1 et I2) chez *sibirica*, mais jamais un aspect très convexe.

METATARSE - PROXIMUM

MTT d1: Surface proximale articulaire proximale: forme générale						
VUE PROXIMALE, PI.XLI		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
C	Etirée	33%	3%	33%	10%	
A,B,D	Intermédiaire	42%	12%	30%	24%	
	Comprimée	25%	85%	37%	66%	

D'après BOESSNECK *et al.* (p.116), il existe une différence entre la chèvre et le mouton concernant le rapport longueur/largeur de l'extrémité proximale du métatarse, mais ce rapport est difficile à exprimer compte tenu de la forme irrégulière des facettes.

Nous avons estimé "à l'œil" la différence entre le diamètre antéro-postérieur maximum (DAPM) et le diamètre transverse maximum (DTM)⁷⁵. Cela nous a permis de faire la distinction entre une articulation proximale **étirée** en direction médio-latérale (le DAPM est nettement inférieur au DTM) et une articulation proximale **comprimée** (le DAPM est nettement supérieur au DTM). Les **cas intermédiaires** correspondent à une impression d'égalité des deux diamètres. Ces appréciations sont certainement subjectives, compte tenu de l'irrégularité de forme de la surface articulaire proximale.

Nos résultats révèlent une variabilité importante chez la chèvre. En présence d'une articulation proximale de forme étirée, il est en principe possible d'exclure le mouton.

D'après PUCHER & ENGL (p.47), il est difficile de distinguer le chamois du mouton d'après le contour de la surface articulaire proximale du métatarse: "Dans la partie médiale, on trouve chez le chamois une saillie plantaire aussi forte que chez le mouton". Selon PRAT (p.319) et BOSOLD (p.108), la largeur est supérieure à la longueur (DTM>DAPM) chez le chamois et le bouquetin. Nos observations ne vont pas vraiment dans le sens de ce qui est dit par les différents auteurs mentionnés puisque le caractère est variable chez le chamois, de même que chez le bouquetin.

Ce critère a été testé à l'aide d'un indice métrique (§ 3.5.8, tab. 3.83b); les résultats obtenus confirment l'existence d'un recoupement total des valeurs pour le chamois et le bouquetin; davantage de différences existent entre le chamois et le mouton, dans le sens des observations réalisées.

⁷⁵ Ces mesures, telles qu'elles doivent être prises avec le pied à coulisse, sont décrites au chapitre 3 (§ 3.1).

MTT d2: Surface articulaire proximale: perforations						
VUE PROXIMALE, PI.XLI		<i>R.rupicapra</i> (n=60)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=27)	
C	Présentes	25%	29%	54%	4%	
B	Intermédiaire	7%	16%	11%	0%	
A,D	Absentes	68%	55%	35%	96%	

BOESSNECK *et al.* (p.116) ont décrit ce caractère pour les deux espèces de caprinés domestiques: "Des perforations – qui résultent de la formation de puits synoviaux – s'observent souvent sur les métatarses de chèvre. On observe généralement un à trois trous parfois très grands, de forme circulaire à triangulaire. Chez le mouton, il est rare de trouver une perforation; celle-ci est alors à peu près circulaire et mesure 2-3 mm de diamètre au maximum." CLUTTON-BROCK *et al.* (p.41) ont testé ce critère sur les moutons soay (n=42) et constatent que, chez tous les spécimens, "ces puits sont absents ou, s'ils sont présents, il existe un large trou circulaire".

Nous avons constaté la présence de perforations telles que celles décrites par BOESSNECK *et al.* chez près de la moitié des chèvres de notre corpus. Mais cet aspect a également été observé chez plusieurs moutons: six femelles du Soudan (soit 40% des spécimens de cette origine), deux spécimens suisses et un d'origine inconnue. Les cas **intermédiaires** correspondent à la présence de petites perforations.

PUCHER & ENGL (p.47) ont également décrit ce caractère chez le chamois et les caprinés domestiques: "Chez le chamois, on peut observer la formation de perforations disposées de manière irrégulière dans la région de la fosse synoviale, qui le font ressembler à la chèvre et le distinguent du mouton. Mais cette caractéristique n'est pas toujours présente, et il est souvent difficile de déterminer des fragments proximaux de métatarse". Nous avons effectivement constaté la présence de perforations chez près d'un quart des chamois examinés.

D'après nos observations, l'intérêt de ce critère réside surtout dans sa capacité à discriminer la chèvre du bouquetin puisque, chez ce dernier, les perforations sont en principe totalement absentes (un mâle adulte fait exception). Nous n'avons pas trouvé de perforations chez deux *sibirica*, mais un troisième spécimen présente un aspect intermédiaire.

METATARSE - DIAPHYSE

MTT e1: Face plantaire, moitié proximale: bords médio et latéro-plantaires						
VUE PLANTAIRE, PI.XLI		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
B	Aiguisés	0%	64%	4%	0%	
A,C	Intermédiaire	60%	36%	63%	17%	
D	Mousses	40%	0%	33%	83%	

Selon BOESSNECK *et al.* (p.117), "la forme de la diaphyse, en coupe transversale, est généralement plutôt arrondie chez la chèvre alors qu'elle est plus quadrangulaire chez le mouton; chez ce dernier, les surfaces latérales sont plus plates, et deux bords aiguisés s'étirent en longueur sur la face plantaire."

PUCHER & ENGL (p.46-47) ont décrit l'aspect correspondant chez le chamois: "On trouve le plus souvent un léger bourrelet médial et un autre latéral, qui laissent une place pour une gouttière étroite et peu profonde, à peu près au milieu de la diaphyse. Certains métatarses sont aussi simplement aplatis."

Nous avons effectivement constaté la présence de deux bords **aiguisés** – saillants et délimitant une rigole – chez une majorité de moutons, et cet aspect est discriminant par rapport aux autres espèces. A l'inverse, lorsque les deux bords sont mousses, et que la face plantaire est à peu près plane, il est en principe possible d'exclure le mouton. Toutes les espèces peuvent présenter un aspect **intermédiaire**, qui correspond à la présence de légers bourrelets délimitant une faible rigole. Souvent, le bord latéral est plus aiguisé que le bord médial.

D'après PRAT (p.295 et p.319), la face postérieure est légèrement déprimée longitudinalement chez le chamois, alors qu'elle est à peu près plane chez le bouquetin. Mais nos résultats montrent que ce caractère ne permet pas la distinction entre les deux espèces, même si les fréquences des deux aspects possibles (face plane ou légèrement déprimée) sont différentes. Nous avons observé les aspects "mousse" et "intermédiaire" chez trois *sibirica*.

MTT e2: Face plantaire, moitié proximale: rayon médial par rapport au latéral						
VUE PLANTAIRE, PI.XLI		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=27)	<i>C.ibex</i> (n=27)	
A	Au-dessous	46%	9%	7%	0%	
C,D	Intermédiaire	52%	53%	64%	78%	
B	Au-dessus	2%	38%	19%	22%	
	Intermédiaire 1 / 2	3% / 49%	34% / 19%	26% / 48%	56% / 22%	

BOESSNECK *et al.* (p.117) ont fait remarquer que le développement du rayon III – par rapport à celui du rayon IV – est plus important chez le mouton, et que cette différence se remarque surtout pour le métatarse: "Chez le mouton, à l'exception de sa partie distale, la moitié médiale de la diaphyse est en général nettement surélevée dorsalement et plantairement par rapport à la moitié latérale; chez la chèvre, cette différence se produit tout au plus dorsalement."

Nous avons considéré l'aspect de la face plantaire de la diaphyse dans sa moitié proximale, à partir du niveau où les deux bords de la diaphyse deviennent parallèles. Les différences observées ne sont jamais très importantes – le sillon médial se trouve **légèrement au-dessous** ou **légèrement au-dessus** du niveau du rayon latéral – et les aspects extrêmes correspondent à une différence visible jusque vers le milieu de la diaphyse.

D'après nos observations, la comparaison des niveaux des rayons III et IV ne permet pas de distinguer entre les deux espèces de caprinés domestiques. Par contre, le critère peut être utile pour la distinction entre le chamois et les autres espèces étudiées. Chez le chamois, le rayon médial se trouve souvent légèrement au-dessous du rayon latéral, ce qui semble exceptionnel chez les autres espèces. En revanche, lorsque le rayon médial est au-dessus du niveau du rayon latéral, il est en principe possible d'exclure le chamois. Toutes les espèces peuvent présenter un aspect **intermédiaire 1**: les deux rayons se trouvent au même niveau, ou **intermédiaire 2**: le rayon médial n'est que légèrement surélevé par rapport au rayon latéral, ou alors la différence de niveau entre les deux rayons n'est pas visible jusqu'au milieu de la diaphyse.

Chez l'un des *sibirica*, le rayon médial se trouve légèrement au-dessous du latéral (deux autres cas sont intermédiaires).

MTT e3: Face dorsale, moitié proximale: rayon médial par rapport au rayon latéral						
VUE DORSALE, PI.XLII		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
	Très surélevé	21%	6%	7%	10%	
	Intermédiaire	72%	88%	75%	90%	
	Même niveau	7%	6%	18%	0%	
Intermédiaire 1 / 2		61% / 11%	47% / 14%	43% / 32%	72% / 18%	

En vue dorsale, les différences de niveau entre les rayons latéral et médial sont moins importantes qu'en vue plantaire (cf. critère e2). L'état **intermédiaire 1** correspond à un surélévation moins marqué du rayon latéral (par rapport à l'état très surélevé), et l'état **intermédiaire 2** à un surélévation très faible, ou alors présent seulement dans la partie la plus proximale de l'os.

Chez deux *sibirica*, le rayon médial est très surélevé par rapport au rayon latéral (aspect intermédiaire pour le troisième).



MTT e4: Face dorsale, moitié proximale de la diaphyse: rigole						
VUE DORSALE, PI.XLII		<i>R.rupicapra</i> (n=66)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
B	Présente	14%	22%	0%	17%	
A,D	Intermédiaire	47%	25%	25%	48%	
C	Quasi absente	39%	53%	75%	35%	

MTT e5: Face dorsale, du milieu de la diaphyse jusqu'au foramen: rigole						
VUE DORSALE, PI.XLII		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=28)	<i>C.ibex</i> (n=32)	
D	Présente	33%	16%	25%	50%	
A,B	Intermédiaire	55%	65%	29%	47%	
C	Quasi absente	12%	19%	46%	3%*	

Pour toutes les espèces étudiées, nous avons constaté que le sillon médian est généralement peu marqué dans la partie proximale du métatarse. Parfois, il forme une rigole étroite et faiblement creusée, mais cet aspect n'a jamais été observé chez la chèvre. Le prolongement du sillon, depuis le milieu de la diaphyse jusqu'au foramen distal, peut prendre l'aspect d'une rigole chez toutes les espèces; mais cette rigole est absente chez presque la moitié des chèvres examinées, ce qui est exceptionnel chez le bouquetin.

D'après PRAT (p.319), "le sillon longitudinal médian de la face antérieure est presque effacé chez le chamois". Nos résultats montrent que cela peut arriver, mais que cet aspect n'est pas distinctif du chamois.

Chez trois *sibirica*, une rigole plus ou moins marquée est présente proximale; en revanche, son prolongement médial est faible ou pratiquement absent.

MTT f1: Face dorsale, depuis le foramen distal jusqu'à la fente intertochléaire: sillon						
VUE DORSALE, Pl.XLII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=40)	
C,D	Gouttière 	3%	0%	91%	65%	
A	Intermédiaire	92%	50%	9%	35%	
B	Absent	5%	50%	0%	0%	
/ A	Intermédiaire 1 / 2	31% / 61%	12% / 38%	9% / 0%	30% / 5%	
C	 très marquée	0%	0%	50%	23%	

BOESSNECK *et al.* (p.119) ont décrit l'aspect de la partie distale du sillon médian chez les deux caprinés domestiques. "Chez la chèvre, le sillon est généralement plus étroit que chez le mouton, mais plus nettement entaillé. Ses bords peuvent former des crêtes aiguës. Chez le mouton, le sillon peut presque complètement disparaître".

D'après nos résultats également, ce critère est très utile pour la distinction entre les deux formes domestiques puisqu'une gouttière distincte est presque toujours présente chez la chèvre, et que cet aspect n'a jamais été observé chez le mouton. Chez de nombreuses chèvres, cette gouttière est **très marquée**, c'est-à-dire qu'elle est étroite et délimitée par deux crêtes aiguës; dans d'autres cas, il existe une **gouttière** un peu moins marquée, et dont les bords ne sont pas aiguës. Chez le mouton, nous avons tout au plus constaté la présence d'une gouttière dont les bords sont relativement peu surélevés – ou alors seulement dans leur partie tout à fait distale (état **intermédiaire 1**); plus souvent, il existe une large dépression délimitée par des bords mous et très peu élevés (état **intermédiaire 2**), ou alors il n'y a aucune dépression (état **absent**). Nous avons constaté la présence d'une gouttière chez l'une des chèvres égagres, mais les deux autres présentent un aspect intermédiaire (I1). Chez *orientalis*, la gouttière est faible (I2) ou absente.

PRAT (p.297 et p.319) a également fait remarquer l'intérêt de ce caractère: "Chez le chamois, le sillon médian est peu accusé; à peine observe-t-on au-dessus de l'articulation une légère dépression longitudinale ou un méplat (...). Chez le bouquetin, le sillon longitudinal médian est accentué au-dessous du conduit (foramen) et bordé de deux lèvres obtuses". Nous avons en effet observé une gouttière plus ou moins marquée chez la majorité des bouquetins; cet aspect permet en principe d'exclure le chamois, qui présente généralement

un état intermédiaire. Une gouttière est présente chez trois *sibirica* (mais faible (I2) chez un quatrième), et les trois spécimens d'*ornata* présentent un aspect intermédiaire (I1 ou I2).

METACARPE ET METATARSE - DISTUM

La plupart des critères présentés ci-dessous ont été testés de la même manière pour le métacarpe (MTC, p.ex. critère g1) et le métatarse (MTT, p.ex. critère g1'). Les mentions des différents auteurs concernent également, sauf précision, les deux métapodes. Nous désignons par le terme de **trochlée** chacune des éminences articulaires médiale et latérale situées de part et d'autre de l'incisure intertrochléaire. Chacune de ces trochlées est constituée de deux condyles – le **condyle axial** (proche de l'axe du membre) et le **condyle abaxial** ou **périphérique** (distant de l'axe du membre) – séparés par un relief intermédiaire ou crête trochléaire: le **verticille**. Ainsi par exemple, le condyle périphérique médial se trouve sur la trochlée médiale, en situation abaxiale.

L'utilisation de ces critères requiert la latéralisation de l'os; il est également nécessaire de savoir s'il s'agit d'un métacarpe ou d'un métatarse. Plusieurs auteurs ont présenté les critères qui permettent ces distinctions, pour les parties distales des métapodes (BOESSNECK *et al.* 1964; BOSOLD 1968; PRUMMEL & FRISCH 1986).

MTC g1: Condyle périphérique médial: forme et taille par rapport au verticille						
VUE MEDIALE, Pl.XLIII		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
B A,C,D	Large	22%	68%	4%	21%	
	Intermédiaire	78%	32%	88%	79%	
	Etroite	0%	0%	8%	0%	
B C A,D	Faible	0%	71%	0%	0%	
	Intermédiaire	55%	29%	56%	76%	
	Nette	45%	0%	44%	24%	

MTT g1': Condyle périphérique médial: forme et taille par rapport au verticille						
VUE MEDIALE, Pl.XLIII		<i>R.rupicapra</i> (n=61)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
A B C,D	Large	44%	42%	4%	0%	
	Intermédiaire	56%	55%	81%	76%	
	Etroite	0%	3%	15%	24%	
B A C,D	Faible	0%	24%	0%	0%	
	Intermédiaire	52%	76%	42%	10%	
	Nette	48%	0%	58%	90%	

Selon BOESSNECK *et al.* (p.115-116), la différence de proportion entre les condyles trochléaires périphériques et les verticilles constitue le meilleur critère – concernant les trochlées – pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques: "Chez la chèvre, les parties périphériques des condyles trochléaires sont relativement plus petites que chez le mouton".

Nous avons distingué deux caractéristiques: la forme des condyles périphériques et leur différence de diamètre par rapport à celui du verticille. Ces deux caractères, et particulièrement le second, sont toutefois sujets à une appréciation subjective. Typiquement, les condyles périphériques sont larges chez le mouton, et la différence entre leur diamètre et celui du verticille est relativement **faible**. Cet aspect caractéristique s'observe plus souvent sur le métacarpe que sur le métatarse. Chez la chèvre, la différence entre les diamètres du condyle périphérique et du verticille est plus **nette** que chez le mouton, et cette tendance est un peu plus marquée pour le métatarse que pour le métacarpe.

D'après PUCHER & ENGL (p.46), le chamois est comparable à la chèvre. Nous constatons que cela est vrai pour la différence de diamètre entre le verticille et le condyle périphérique. Mais les condyles sont parfois plus larges chez le chamois, en particulier au métatarse. Pour le bouquetin, la forme des condyles tend à être plus large⁷⁶ au métacarpe qu'au métatarse; pour ce dernier, la différence des diamètres est généralement nette.

La différence de taille entre le condyle périphérique et le verticille peut être quantifiée à l'aide d'un indice métrique (§ 3.5.8, tab. 3.85 a et b); les résultats obtenus sont différents pour le métacarpe et le métatarse.

MTC g2: Verticille, bord palmaire: passage dans la diaphyse						
VUE MEDIALE, Pl.XLIII		<i>R.rupicapra</i> (n=73)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=43)	
C,D	Palier	0%	5%	38%	68%	
	Intermédiaire	30%	37%	41%	42%	
A,B	Continu	70%	58%	21%	0%	
	Intermédiaire 1 / 2	8% / 22%	8% / 29%	25% / 16%	30% / 12%	

MTT g2': Verticille, bord plantaire: passage dans la diaphyse						
VUE MEDIALE, Pl.XLIII		<i>R.rupicapra</i> (n=78)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=42)	
C,D	Palier	4%	29%	46%	97%	
B	Intermédiaire	34%	37%	42%	3%	
A	Continu	62%	34%	12%	0%	
/ B	Intermédiaire 1 / 2	26% / 8%	19% / 23%	29% / 13%	0% / 3%	

⁷⁶ Un aspect "large" a été observé uniquement chez certains mâles.

BOSOLD (p.109-110) a fait remarquer un aspect typique du bouquetin, par rapport à d'autres espèces de ruminants⁷⁷ dont le chamois: "Chez le bouquetin, les verticilles, sur la face palmaire ou plantaire, passent dans la diaphyse en formant un petit palier; chez les autres genres, cette transition est progressive mais il peut y avoir une ébauche de palier." D'après l'auteur, ce critère serait surtout valable pour le métatarse.

Nous avons en effet souvent constaté la présence d'un net palier chez le bouquetin, et cela plus fréquemment sur le métatarse. Cet aspect est également assez fréquent chez la chèvre, mais permet en principe d'exclure le chamois (métacarpe et métatarse) et le mouton (métacarpe). Les aspects intermédiaires correspondent à la présence d'un palier moins net (état **intermédiaire 1**) ou d'une sorte de très petite cassure du bord palmaire ou plantaire, au niveau de la transition (état **intermédiaire 2**).

Nous avons constaté la présence d'un palier chez deux *sibirica*, et un aspect intermédiaire pour le troisième (métacarpe et métatarse). Chez les chèvres égagres, nous avons observé la présence d'un palier (métacarpe et métatarse) ou alors un aspect intermédiaire (I2) (métacarpe). Pour *orientalis*, nous avons observé les aspects "continu" et "plutôt continu" (I2) au métacarpe, et la présence d'un palier au métatarse. Les spécimens d'*ornata* présentent également les aspects "continu" et "plutôt continu" (métacarpe et métatarse).

⁷⁷ Outre les métapodes de chamois et de bouquetin, BOSOLD (1968) a étudié ceux du chevreuil, du cerf et du daim.

MTT g3': Condyle périphérique médial: passage dans la diaphyse plantaire						
VUE MEDIALE, Pl.XLIII		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=31)	
B	Echancré	2%*	22%	8%	0%	
D	Intermédiaire	16%	69%	31%	55%	
A,C	Continu	82%	9%	54%	45%	
B,C	Décalé	5%	72%	25%	3%	
D	Intermédiaire	48%	25%	58%	52%	
A	Aligné	47%	3%	17%	45%	

MTT g4': Condyle périphérique latéral: passage dans la diaphyse plantaire						
VUE LATÉRALE (non illustrée)		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=32)	
	Echancré	2%*	71%	4%	3%	
	Intermédiaire	15%	26%	58%	22%	
	Continu	83%	3%	38%	75%	
	Décalé	11%	79%	38%	6%	
	Intermédiaire	31%	18%	50%	53%	
	Aligné	58%	3%	12%	41%	

Ce critère a été testé pour les condyles périphériques médial et latéral, uniquement pour le métatarse (le critère ne présente pas de valeur pour le métacarpe)⁷⁸. D'après BOSOLD (p.98), chez le bouquetin et le chamois, le passage des condyles périphériques dans la diaphyse plantaire est presque rectiligne, ou "de forme convexe".

Nous avons distingué deux caractères: la transition entre le condyle périphérique et la diaphyse – qui peut former une **échancrure** ou, au contraire, un bord **continu** – et l'alignement entre les deux bords plantaires réalisant la transition: ces deux bords peuvent être **alignés**, ou le bord du condyle peut être **décalé** en direction plantaire.

La transition est continue chez la majorité des chamois examinés, et ce tant pour le condyle médial que pour le latéral. Pour le bouquetin et la chèvre, cet aspect est également fréquent; il a plus souvent été observé pour le condyle latéral chez le bouquetin, et pour le condyle médial chez la chèvre. La présence d'une nette échancrure est exceptionnelle chez les trois espèces déjà mentionnées, alors que cet aspect est fréquent pour le condyle latéral du mouton. Le condyle médial de cette espèce est moins typique, mais une observation attentive révèle que le bord plantaire du condyle est alors généralement décalé en direction plantaire, ce qui est caractéristique par rapport au chamois et au bouquetin.

⁷⁸ En fait, ce caractère constitue un critère pour la distinction entre métacarpe et métatarse (BOESSNECK et al., p.108; BOSOLD, p.98), et c'est même le seul critère pour les trochlées.

Chez *orientalis*, nous avons constaté les aspects "échancré" et "décalé", tant pour le condyle médial que latéral. Chez les trois *omata*, la transition est continue (alignement intermédiaire) pour les deux condyles. L'une des chèvres égagres présente, au niveau du condyle médial, un aspect échancré et décalé (les deux autres sont intermédiaires pour les deux caractères); pour le condyle latéral, deux égagres présentent un aspect continu et aligné (un autre spécimen est intermédiaire pour les deux caractères). Les deux caractères sont variables chez *sibirica*, pour les condyles médial et latéral.

MTC h1: Verticilles: orientation relative						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=66)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=32)	
C	Très divergente	0%	0%	65%	0%	
	Peu divergente	0%	23%	26%	12%	
B,D	Parallèle	21%	74%	9%	88%	
A	Peu convergente	79%	3%	0%	0%	
A	Médialement	30%	5%	4%	3%	
B,D	Egalement	42%	79%	87%	94%	
C	Latéralement	28%	16%	9%	3%	

MTT h1': Verticilles: orientation relative						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=32)	
C	Très divergente	0%	0%	30%	0%	
D	Peu divergente	2%*	15%	57%	97%	
B	Parallèle	40%	82%	13%	3%	
A	Peu convergente	58%	3%	9%	0%	
A,B,C	Médialement	20%	6%	13%	0%	
	Egalement	63%	91%	57%	16%	
D	Latéralement	17%	3%	30%	84%	

BOESSNECK *et al.* (p.115-116) ont décrit ce caractère chez les deux caprinés domestiques: "Chez la chèvre, les moitiés axiales des condyles trochléaires et les verticilles divergent plus fortement en direction proximale que chez le mouton, surtout dorsalement. PRUMMEL & FRISCH (p.xx) ont également constaté, en vue dorsale, que "les crêtes sont pratiquement parallèles chez le mouton alors qu'elles convergent chez la chèvre".

CLUTTON-BROCK *et al.* (p.41) ont testé ce critère sur les moutons soay (n= 42). Pour le métacarpe, 81% des cas sont de type "mouton", ("les verticilles sont parallèles") alors que 5% des cas sont de type "chèvre" ("le verticille médial forme un angle aigu par rapport au verticille latéral") et 14% sont "intermédiaires". Pour le métatars, 86% des cas sont de type

"mouton" et 14% des cas sont intermédiaires. Pour les soay, le métatarse semble donc un peu plus caractéristique que le métacarpe.

Nous avons examiné ce caractère en vue dorsale, pour le métacarpe et le métatarse, et avons distingué plusieurs états, à savoir des verticilles qui divergent fortement (**très divergents**) ou légèrement (**peu divergents**) en direction proximale, qui sont à peu près **parallèles** ou encore qui convergent légèrement en direction proximale (**peu convergents**). Nous avons également observé si l'un des deux verticilles diverge plus nettement que l'autre (par rapport à l'axe médian de l'os), soit qu'il diverge **médialement** (en direction proximo-médiale), ou **latéralement** (en direction proximo-latérale), soit que les deux verticilles divergent à peu près dans la même mesure (**également**).

D'après les résultats obtenus pour les deux espèces domestiques, les possibilités de distinction sont meilleures pour le métacarpe que pour le métatarse. En effet, les métacarpiciens de chèvre présentent plus souvent un aspect typiquement divergent que les métatarsiens. Deux femelles présentent un aspect "parallèle" au métacarpe et au métatarse (chèvre du Soudan et naine d'Afrique). Pour le métatarse, une chèvre femelle angora présente également cet aspect. Chez le mouton, les fréquences des différents aspects sont similaires pour les deux métapodes, qui présentent généralement des verticilles parallèles. Le seul cas "un peu convergent" pour le métacarpe et le métatarse correspond à une brebis du Soudan.

Selon PRAT (p.293 et p.315), qui a observé ce caractère chez le chamois et le bouquetin, "la forme des poulies articulaires du métatarse est analogue à celle des poulies du métacarpe". Chez le chamois, "les tenons articulaires sont étroits et parallèles", et chez le bouquetin "les tenons articulaires étroits et aigus paraissent converger vers le bas".

BOSOLD (p.98) a décrit l'aspect des verticilles chez le bouquetin, pour le métacarpe: "les demi-trochlées articulaires sont presque parallèles", et le métatarse: "les demi-trochlées articulaires divergent des verticilles en direction proximale – la trochlée latérale est ainsi oblique, la médiale plus ou moins axiale". C'est exactement ce que nous avons constaté chez cette espèce.

Pour le chamois, PUCHER & ENGL (p.46) ont constaté une "direction assez parallèle des trochlées". Mais nos observations ont révélé une caractéristique du chamois: les verticilles sont légèrement convergents. Même si la différence avec une orientation parallèle n'est pas très importante, cet aspect concerne la majorité des spécimens examinés; il est plus fréquent au métacarpe qu'au métatarse.

Nous avons observé des verticilles parallèles sur les métacarpes et métatarses de trois *orientalis*. Chez trois chèvres égagres, l'orientation des verticilles est parallèle (deux spécimens) ou un peu divergente ("médialement") au métacarpe, et toujours un peu divergente ("également") au métatarse. Pour le métacarpe, nous avons observé un aspect "parallèle" chez trois *sibirica*, et un aspect "un peu divergent" ("latéralement") chez un quatrième; la même chose a été observée sur le métatarse.

Le même caractère a été étudié en vue palmaire/plantaire (critère h2/h2').

MTC h2: Verticilles: orientation relative						
VUE PALMAIRE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=66)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=32)	
B,C,D A	Très divergente	0%	5%	4%	3%	
	Peu divergente	30%	54%	65%	94%	
	Parallèle	70%	41%	31%	3%*	
	Peu convergente	0%	0%	0%	0%	
A,C,D B	Médialement	2%*	3%	4%	6%	
	Egalement	70%	63%	48%	26%	
	Latéralement	28%	34%	48%	68%	

MTT h2': Verticilles: orientation relative						
VUE PALMAIRE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=35)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=32)	
B,D A,C	Très divergente	0%	2%	0%	0%	
	Peu divergente	8%	49%	33%	41%	
	Parallèle	92%	49%	67%	59%	
	Peu convergente	0%	0%	0%	0%	
B A C,D	Médialement	5%*	14%	0%	0%	
	Egalement	95%	66%	92%	63%	
	Latéralement	0%	20%	8%	27%	

Nous avons testé exactement les mêmes caractères et aspects en vue palmaire/plantaire qu'en vue dorsale (*cf. critère h1/h1'*). Les résultats obtenus montrent que l'aspect plus ou moins divergent des verticilles ne constitue pas un critère pertinent s'il est considéré en vue palmaire ou plantaire. Chez le chamois, le mouton et le bouquetin, les verticilles convergent davantage en vue palmaire/plantaire qu'en vue dorsale, alors que c'est l'inverse pour la chèvre. En conséquence, les aspects "très divergent" et "un peu convergent" sont exceptionnels, et le critère est pratiquement inutile.

MTC h3: Verticille médial						
VUE DISTALE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
B	Mousse	0%	35%	0%	7%	
A,C,D	Intermédiaire	100%	65%	76%	86%	
	Escarapé	0%	0%	24%	7%	

MTT h3': Verticille médial						
VUE DISTALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=33)	
A,B,D	Mousse	0%	3%	0%	0%	
	Intermédiaire	100%	94%	35%	100%	
C	Escarapé	0%	3%*	65%	0%	

BOESSNECK *et al.* (p.115-116) ont constaté que "les verticilles de la trochlée sont à bord plus aiguisé et sont plus escarpés chez la chèvre que chez le mouton, en particulier en vue palmaire ou plantaire, et en vue distale".

Après avoir examiné quelques exemplaires de chaque espèce, il semblait que la différence était plus nette pour la trochlée médiale, sur laquelle nous avons ensuite testé le critère. Plus d'un tiers des moutons examinés présentent, au métacarpe, un aspect "mousse", qui correspond à un verticille peu saillant, et surtout mal délimité par rapport au bord externe du condyle. Cet aspect est exceptionnel au métatarse. Chez la chèvre, le verticille médial est parfois **escarpé**, c'est-à-dire saillant et aiguisé, et cet aspect, exceptionnel chez le mouton (un mâle subadulte du Soudan), est plus fréquent au métatarse qu'au métacarpe. La distinction entre les deux espèces est possible pour le métacarpe et le métatarse mais, dans de nombreux cas intermédiaires, le critère ne permet pas la diagnose.

MTC h4: Angle entre le verticille médial et le condyle médial périphérique						
VUE DISTALE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=30)	
A	Ouvert	82%	41%	8%	10%	
B	Intermédiaire	18%	44%	52%	53%	
C,D	Anguleux	0%	15%	40%	37%	

MTT h4': Angle entre le verticille médial et le condyle médial périphérique						
VUE DISTALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
A,B	Ouvert	88%	70%	11%	21%	
D	Intermédiaire	12%	24%	35%	69%	
C	Anguleux	0%	6%	54%	10%	

Selon BOESSNECK *et al.* (p.115-116), chez la chèvre, les parties périphériques des condyles trochléaires sont davantage serrées contre la partie immédiatement attenante au verticille.

Après examen de quelques exemplaires de chaque espèce, nous avons constaté que la différence était plus nette pour la trochlée médiale, sur laquelle nous avons donc testé ce critère. Nous avons considéré l'angle formé entre le bord dorsal du condyle médial périphérique et le bord médial du verticille attendant, et avons défini deux états extrêmes: un aspect **ouvert** (les deux bords forment entre eux un angle obtus, et la transition est assez continue) et un aspect **anguleux** (les deux bords forment un angle droit).

D'après nos résultats, ce critère peut effectivement permettre la distinction entre le mouton et la chèvre, et il n'est pas plus performant pour l'un ou l'autre des métapodes. Pour la chèvre, les proportions observées sont similaires pour les deux os, alors que l'aspect caractéristique du mouton est plus fréquent pour le métatarse.

D'après PUCHER & ENGL (p.46), chez le chamois, la transition entre le condyle périphérique et le verticille n'est pas anguleuse, comme c'est habituellement le cas chez la chèvre, mais présente davantage la forme d'une gorge creuse. Nous avons effectivement observé un aspect typiquement "ouvert" chez la majorité des chamois, pour le métacarpe comme pour le métatarse, ce qui est informatif dans le cadre de la distinction d'avec la chèvre.

MTC h5: Bord distal du condyle périphérique médial						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=34)	
C	Descend net.	2%*	6%	28%	20%	
D	Intermédiaire	23%	44%	68%	77%	
A,B	Horizontal 🍏	75%	50%	4%	3%*	
	🍏 monte un peu	17%	0%	0%	0%	

MTT h5': Bord distal du condyle périphérique médial						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=21)	<i>C.ibex</i> (n=18)	
C,D	Descend net.	0%	0%	12%	0%	
	Intermédiaire	3%*	52%	75%	83%	
B	Horizontal 🍏	97%	48%	13%	17%	
A	🍏 monte ±	75%	14%	0%	0%	

Nous avons constaté que le chamois et le mouton se distinguent souvent des deux espèces du genre *Capra* par le fait que le bord distal du condyle périphérique médial est à peu près horizontal; l'orientation de ce bord doit être considérée par rapport au bord externe du condyle médial orienté verticalement – et non par rapport au verticille. Chez la chèvre et le bouquetin, ce bord est parfois oblique en direction médio-distale, et son inclinaison se poursuit jusqu'à l'extrémité du condyle (le bord distal **descend nettement**). Chez *sibirica*, nous avons constaté trois cas intermédiaires et un cas correspondant à un bord qui descend nettement; cela pour le métacarpe et le métatarse.

Pour le chamois, le métatarse est plus typique que le métacarpe. Souvent, le bord distal est oblique – il **monte** en direction médio-proximale; cet aspect est peu fréquent et toujours peu marqué au métacarpe, alors qu'il est beaucoup plus fréquent et souvent marqué au métatarse: parmi les 75% de chamois chez lesquels le bord "monte plus ou moins", cette orientation est nette dans 40% des cas, et moins marquée dans 35% des cas (pour 14% des moutons, le bord distal monte seulement légèrement).

MTC h6: Condyle latéral: orientation du bord externe						
VUE DISTALE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=74)	<i>O.aries</i> (n=38)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=44)	
A B,C,D	Très oblique	32%	0%	0%	0%	
	Intermédiaire	62%	16%	12%	9%	
	Verticale	6%	84%	88%	91%	

MTT h6': Condyle latéral: orientation du bord externe						
VUE DISTALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=78)	<i>O.aries</i> (n=37)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=43)	
A B,D C	Très oblique	90%	0%	0%	5%	
	Intermédiaire	10%	62%	27%	63%	
	Verticale	0%	38%	73%	32%	

Après avoir examiné quelques exemplaires de chaque espèce, nous avons constaté que le critère semblait plus performant pour la trochlée latérale. Le chamois se distingue des autres espèces par un bord latéral **très oblique**, en direction latéro-palmaire ou latéro-plantaire, alors que les autres espèces présentent souvent un bord assez **vertical** (souvent irrégulier, et parfois même légèrement oblique, mais dans la direction opposée à celle observée chez le chamois). Pour le chamois, le métacarpe est plus typique, et pour les autres espèces c'est l'inverse. Les cas **intermédiaires** correspondent à un aspect un peu oblique.

Chez trois spécimens d'*ornata*, nous avons observé un bord vertical pour le métacarpe, et un bord très oblique pour le métatarse (tous les autres cas sont intermédiaires). Parmi les trois *orientalis*, un seul présente un aspect vertical, pour le métacarpe (les autres cas sont intermédiaires). Les trois égagres présentent un bord vertical pour le métacarpe, et intermédiaire pour le métatarse. Chez quatre *sibirica*, le bord est vertical (trois cas) ou intermédiaire (un cas) pour le métacarpe, et variable pour le métatarse (un cas très oblique, un cas vertical et deux cas intermédiaires).

MTC h7: Condyle périphérique médial: bord proximo-médial						
VUE DORSALE, Pl.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=30)	
A	Anguleux	42%	0%	4%	3%	
D	Intermédiaire	56%	35%	29%	40%	
B,C	Oblique	2%	65%	67%	57%	

MTT h7': Condyle périphérique médial: bord proximo-médial						
VUE DORSALE, Pl.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=27)	
A	Anguleux	13%	0%	0%	0%	
A	Intermédiaire	69%	24%	40%	59%	
B,C,D	Oblique	18%	76%	60%	41%	

PUCHER & ENGL (p.46) ont proposé ce critère pour la distinction entre le chamois et les deux espèces domestiques: "Chez le chamois, la partie trochléaire périphérique ne se termine pas par un bord unique et **oblique**, comme c'est le cas chez de nombreux moutons et chèvres, mais possède toujours un bord proximal et un autre bord périphérique faisant un **angle** distinct avec le premier. Cet angle est mieux formé du côté médial que du côté latéral, où une tendance à l'arrondissement et au biseautage entraîne une ressemblance avec la chèvre".

Les aspects extrêmes que nous avons observés correspondent parfaitement à ceux décrits par PUCHER & ENGL. Les cas **intermédiaires** présentent un bord anguleux mais dont la composante horizontale est faible, ou un bord à composante horizontale plus importante mais dont l'angle est peu marqué (autrement dit, tout ce qui ne correspond pas à nos illustrations des deux aspects extrêmes). Nos résultats montrent que ce caractère est extrêmement utile pour distinguer le chamois des deux espèces domestiques, et également du bouquetin; mais ceci est valable pour le métacarpe, car le critère est beaucoup moins pertinent pour le métatarse.

MTC h8: Condyle périphérique latéral: bord proximo-latéral						
VUE DORSALE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=30)	
A	Anguleux	14%	0%	0%	3%	
D	Intermédiaire	61%	27%	20%	33%	
B,C	Oblique	25%	73%	80%	64%	

MTT h8': Condyle périphérique latéral: bord proximo-latéral						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
A	Anguleux	5%	0%	0%	0%	
	Intermédiaire	61%	21%	20%	14%	
B,C,D	Oblique	34%	79%	80%	86%	

Les différents aspects ne sont pas désignés sur les planches correspondantes, car ce critère est le même que le précédent (h7), mais pour le condyle périphérique latéral. Nos résultats montrent qu'il n'est pas pertinent dans ce cas.

MTC h9: Bord proximal des condyles: <i>fossulae</i>						
VUE DORSALE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
D	Très marquées	9%	3%	28%	55%	
A,C	Intermédiaire	79%	38%	52%	38%	
B	Faibles	12%*	59%	20%	7%*	

MTT h9': Bord proximal des condyles: <i>fossulae</i>						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=67)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
D	Très marquées	3%	0%	11%	21%	
A,C	Intermédiaire	76%	36%	62%	72%	
B	Faibles	21%*	64%	27%	7%	

BOESSNECK *et al.* (p.115-116) ont fait remarquer que les *fossulae* situées proximale aux condyles trochléaires (quatre *fossulae* dorsales et quatre *fossulae* palmaires ou plantaires par métapode) sont, en règle générale, plus fortement développées chez la chèvre que chez le mouton".

Après avoir examiné quelques exemplaires de chaque espèce, il nous est apparu que le critère semblait plus performant en vue dorsale. Selon notre définition, les *fossulae* sont **très marquées** lorsqu'elles sont toutes les quatre très distinctes et creusées; un aspect **intermédiaire** correspond à des fossettes moins creusées, notamment celles qui se trouvent en position axiale. A propos de la distinction entre la chèvre et le mouton, nos

observations révèlent une variabilité importante chez la chèvre; par conséquent, seules des trochlées très marquées constituent un aspect discriminant.

BOSOLD (p.109-110) a mentionné ce caractère à propos du bouquetin: "En particulier chez les animaux âgés, l'extrémité distale de la diaphyse présente, sur la face palmaire ou plantaire, des creusements assez souvent délimités par des bordures osseuses, dans lesquelles se trouvent les gaines des tendons fléchisseurs". Nous avons constaté que des trochlées bien marquées caractérisent le bouquetin, surtout pour le métacarpe; cet aspect peut permettre la distinction d'avec le chamois, chez lequel les *fossulae* sont généralement moins marquées.

Les seuls bouquetins qui présentent un aspect "faible" sont des subadultes pour le métacarpe, et un subadulte et un mâle adulte pour le métatarse. Pour le chamois, les cas "faibles" correspondent à des subadultes, tant pour le métacarpe que pour le métatarse⁷⁹. L'âge semble donc effectivement avoir une influence sur le creusement plus ou moins important des *fossulae*.

SARRION (p.130) a proposé ce caractère, surtout pour le métacarpe, à propos de la distinction entre le bouquetin (*C.pyrenaica*) et la chèvre. D'après cet auteur, les *fossulae* (en particulier les axiales) sont extrêmement marquées chez la chèvre, alors qu'elles sont pratiquement absentes chez le bouquetin. Ces observations vont à l'encontre des nôtres, ce qui peut s'expliquer de deux manières: soit ce caractère est différent chez les bouquetins des Alpes et des Pyrénées, soit les spécimens observés par SARRION ne sont pas représentatifs de l'ensemble des bouquetins pyrénéens (ni des chèvres domestiques)⁸⁰.

Chez *sibirica*, la proportion de l'aspect "marqué" est plus importante pour le métacarpe (trois cas contre un intermédiaire) que pour le métatarse (un cas contre trois intermédiaires), similairement à ce que nous avons observé chez *ibex*.

⁷⁹ Plus précisément, un adulte parmi quatorze spécimens pour le métatarse.

⁸⁰ Malheureusement, l'auteur ne précise pas le nombre de spécimens examinés.

MTC h10: Incisure intertrochléaire, partie proximale						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
C	Large	0%	6%	50%	3%*	
B	Intermédiaire	11%	53%	46%	52%	
A,D	Étroite	89%	41%	4%*	45%	

MTT h10': Incisure intertrochléaire, partie proximale						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=55)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=23)	<i>C.ibex</i> (n=18)	
B,C,D	Large	0%	3%	22%	6%	
	Intermédiaire	2%*	58%	78%	88%	
A	Étroite	98%	39%	0%	6%	

Selon BOESSNECK *et al.* (p.115-116), en relation avec la divergence plus marquée des verticilles chez la chèvre, la fente entre les deux trochlées est béante sur une plus grande distance dans sa partie proximale que chez le mouton.

Nous avons effectivement constaté des différences entre les deux espèces, surtout dans la forme des bords qui délimitent l'incisure intertrochléaire dans sa partie proximale. Chez la chèvre, cette incisure est parfois **large**, c'est-à-dire que sa partie proximale est bien dégagée et que ses bords sont au moins légèrement concaves. Chez le mouton, la fente intertrochléaire est assez souvent **étroite**; cet aspect résulte du rapprochement des bords internes des condyles, qui masquent les bords de l'incisure.

Au métacarpe, ce caractère est très pertinent pour distinguer la chèvre des autres espèces, y compris le bouquetin. Pour le métatarse, l'aspect typique de la chèvre est moins fréquent, et la majorité des cas sont intermédiaires chez les deux espèces du genre *Capra*. Le chamois est très typique: l'incisure est presque toujours étroite.

Selon BOSOLD (p.98), l'orientation différente des verticilles du métacarpe et du métatarse chez le bouquetin (*cf. critères MTCh1/MTTh1*) fait que "la fente entre les deux trochlées est généralement plus ouverte sur le métatarse que sur le métacarpe". C'est effectivement ce que nous avons constaté chez cette espèce (mais certains spécimens présentent le même aspect au métacarpe et au métatarse). Chez quatre *sibirica*, l'incisure intertrochléaire est étroite (métacarpe et métatarse).

MTC h11: Trochlée médiale: développement par rapport à la trochlée latérale						
VUE DISTALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=65)	<i>O.aries</i> (n=31)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=30)	
B,D A,C	Plus fort	0%	9%	0%	13%	
	Intermédiaire	45%	49%	36%	40%	
	Egal	55%	42%	64%	47%	

MTT h11': Trochlée médiale: développement par rapport à la trochlée latérale						
VUE DISTALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=68)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=28)	
A,B,D C	Plus fort	12%	18%	4%	28%	
	Intermédiaire	66%	73%	23%	46%	
	Egal	22%	9%	73%	26%	

Selon BOESSNECK *et al.* (p.115-116), "la différence de taille entre les deux trochlées est plus nette chez le mouton que chez la chèvre"⁸¹. D'après nos observations, ce critère n'est intéressant que pour le métatarse. Chez une seule chèvre (naine), le développement de la trochlée médiale est plus important que celui de la trochlée latérale.

MTC h12: Trochlée: coin disto-externe médial par rapport à la diaphyse						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=34)	<i>C.hircus</i> (n=25)	<i>C.ibex</i> (n=29)	
A	Un peu élargi	46%	4%	12%	10%	
C,D	Aligné	34%	21%	48%	48%	
B	Un peu rentré 🍏	20%	75%	40%	44%	
	🍏 nettement	6%	64%	20%	38%	

MTT h12': Trochlée: coin disto-externe médial par rapport à la diaphyse						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=64)	<i>O.aries</i> (n=32)	<i>C.hircus</i> (n=26)	<i>C.ibex</i> (n=28)	
A	Un peu élargi	62%	25%	27%	22%	
D	Aligné	11%	34%	58%	46%	
B,C	Un peu rentré 🍏	27%	41%	15%	32%	
B	🍏 nettement	19%*	25%	15%	11%	

Après avoir examiné quelques exemplaires de chaque espèce, nous avons constaté que le critère semblait plus performant pour la partie médiale du distum. Finalement, c'est seulement pour le métacarpe que le critère présente un intérêt, essentiellement dans le cadre de la distinction entre le chamois et le mouton.

⁸¹ En relation avec la différence déjà évoquée (*cf. critère MTTe2*) à propos du plus fort développement du rayon III par rapport au rayon IV.

PRAT (p.293 et p.311) a également décrit l'aspect de l'extrémité distale du métacarpe: "Chez le chamois, dans la majorité des cas, le diamètre transversal de l'articulation surpasse la largeur au niveau des tubercules latéraux supra-articulaires. Chez le bouquetin, les tubercules latéraux supra-articulaires sont saillants: la largeur de l'os mesurée à leur niveau peut surpasser le diamètre transversal de l'articulation". Cette description est en relation avec le critère h12/h12', mais ne lui correspond pas exactement.

MTC h13: Diaphyse inférieure: transition avec le distum						
VUE DORSALE, PI.XLIV		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=33)	<i>C.hircus</i> (n=24)	<i>C.ibex</i> (n=28)	
C	Trapèze	6%	11%	45%	0%	
A,B	Intermédiaire	92%	64%	55%	36%	
D	Droit	2%	25%	0%	64%	
	Intermédiaire 1 / 2	58% / 34%	32% / 32%	41% / 14%	7% / 29%	

MTT h13': Diaphyse inférieure: transition avec le distum						
VUE DORSALE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=52)	<i>O.aries</i> (n=29)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=25)	
C	Trapèze	25%	10%	32%	4%	
A,D	Intermédiaire	75%	66%	64%	88%	
B	Droit	0%	24%	4%	8%	
	Intermédiaire 1 / 2	58% / 17%	35% / 31%	55% / 9%	44% / 44%	

Ce critère prend en compte l'aspect des bords médial et latéral de l'os à l'endroit de la transition entre la diaphyse et le distum, ainsi que la forme générale de la partie distale de l'os. Parfois, les deux bords sont concaves et le distum est en forme de **trapèze** (cet aspect est souvent mieux marqué du côté latéral); dans d'autres cas, les bords sont rectilignes et l'aspect général du distum est **droit**. Ce critère est surtout intéressant pour le métacarpe, puisque la chèvre et le bouquetin présentent généralement des aspects opposés. Les trois *sibirica* présentent un aspect intermédiaire (I2) pour le métacarpe; la forme du distum est plus variable pour le métatarse (aspects "droit", "I1" et "I2").

Pour le chamois, la forme en trapèze a été observée chez douze femelles et seulement un mâle, ce qui représente un déséquilibre malgré le biais concernant le sex-ratio de notre échantillon.

MTT h14': Condyle latéral, bord externe: passage dans la diaphyse						
VUE PLANTAIRE, PI.XLV		<i>R.rupicapra</i> (n=50)	<i>O.aries</i> (n=28)	<i>C.hircus</i> (n=22)	<i>C.ibex</i> (n=24)	
D	Crête marquée	10%	3%	0%	70%	
B	Intermédiaire	26%	29%	14%	19%	
A,C	Continu	64%	68%	86%	11%	

BOESSNECK *et al.* (p.119) ont décrit un aspect caractéristique de la chèvre: "Les bords externes aux parties périphériques des trochlées forment plantairement des petites crêtes qui élargissent l'extrémité distale de la diaphyse. Si de telles crêtes se présentent chez le mouton, elles sont plus faibles et plus courtes. Cette différence ne se rencontre cependant que dans les cas typiques et ne pèse pas lourd par rapport aux autres caractéristiques énoncées précédemment."

Après avoir examiné quelques exemplaires de chaque espèce, il nous a semblé que le critère ne pouvait s'avérer utile que pour le métatarse. Contrairement à BOESSNECK *et al.*, nous n'avons pas constaté de différence entre le mouton et la chèvre. Peut-être cette divergence résulte-t-elle de la manière dont nous avons défini l'aspect "continu": il peut exister une légère crête, mais qui suit parfaitement le bord.

En revanche, nous avons souvent constaté la présence d'une crête marquée chez le bouquetin et, d'après nos observations, ce caractère semble excellent pour la distinction d'avec la chèvre; mais le fait que BOESSNECK *et al.* aient constaté la présence de crêtes chez la chèvre modèrent ce résultat.

2.11. Caractères morphoscopiques: bilan et discussion

Bilan des caractères utiles à la diagnose

Nous avons tenté de dresser un bilan général des caractères morphoscopiques qui jouent un rôle dans la discrimination des différentes espèces de petits ruminants étudiées. En fonction du nombre et de la qualité des critères disponibles, il est en effet possible d'estimer la difficulté plus ou moins grande que présente la détermination des différentes parties anatomiques, pour les différents cas de figure possibles (distinction entre le mouton et la chèvre, entre le chevreuil et le chamois, etc.). Cela implique cependant que tous les critères disponibles pour la partie anatomique concernée soient utilisables, ce qui n'est généralement pas le cas pour les restes osseux archéologiques, souvent très fragmentés. Ajoutons encore que le nombre de caractères comptabilisés correspond, bien entendu, à ceux mis en évidence au cours de cette étude; il peut en exister d'autres qui nous ont échappé.

Les bilans, réalisés à partir des clés de détermination de chaque partie anatomique, sont présentés dans les tableaux 2.19 à 2.22. Nous avons fait le décompte du nombre de caractères, en excluant les critères "peu performants" (signalés entre parenthèses dans les clés; pour la définition exacte, cf. p. 21). En revanche, nous avons souligné la présence des critères "très performants" (en caractères gras dans les clés; définition p.21).

Le **tableau 2.19** présente le nombre de caractères "typiques" pour chaque espèce et pour chaque partie anatomique. Ces critères, qui permettent de caractériser une espèce par rapport à toutes les autres, ont été définis précisément (p.20): dans le cas du chevreuil, ils permettent la distinction par rapport aux caprinés de même taille, sans tenir compte du bouquetin; pour les caprinés, ces critères permettent de caractériser l'une des espèces par rapport aux trois autres, sans tenir compte du chevreuil.

Le chevreuil est l'espèce qui présente le plus grand nombre de caractères typiques; les parties anatomiques les plus caractéristiques sont les distums du radius et du fémur, ainsi que l'os naviculo-cuboïde. En revanche, le talus et le calcaneus présentent très peu de caractères typiques (respectivement deux et un), et aucun critère n'est très performant pour le talus. De même, la reconnaissance du proximum huméral du chevreuil ne repose que sur un seul critère.

Pour le mouton, la chèvre et le bouquetin, il existe très peu de caractères typiques; le proximum tibial de la chèvre et le calcaneus du bouquetin présentent chacun trois de ces

caractères, mais aucun n'est très performant. Pour le distum du métacarpe, il existe des caractères typiques pour la chèvre et pour le mouton.

Le chamois est un peu plus caractéristique que les autres espèces de caprinés pour certaines parties anatomiques, en particulier pour l'extrémité distale de l'humérus et le proximum du tibia. On peut aussi remarquer que, pour les diaphyses de l'humérus, du tibia et du métacarpe, il existe dans chaque cas un caractère très performant typique du chamois.

		Chevreuil	Chamois	Mouton	Chèvre	Bouquetin
Humérus	Proximum	1*	2	-	-	-
	Diaphyse	1	1*	-	-	-
	Distum	4**	4	2	2	1
Radius	Proximum	2*	1	-	-	-
	Diaphyse	1*	1	-	-	-
	Distum	5	1*	-	-	-
Ulna	Proximum	3**	1*	-	-	-
Fémur	Proximum	4	1	1	1	-
	Diaphyse	1	-	-	-	-
	Distum	6	2**	1*	-	2
Tibia	Proximum	4*	5*	-	3	-
	Diaphyse	-	2*	1	-	1*
	Distum	3**	3	1	-	1
Talus	Entier	2	2	1	1	2
Calcaneus	Entier	1*	3	2	-	3
Naviculo-cuboïde	Entier	6	-	1*	-	2
Métacarpe	Proximum		2*	1	1	1
	Diaphyse		1*	-	-	-
	Distum		2	2*	2*	-
Métatarse	Proximum		-	-	-	-
	Diaphyse		1	1	-	-
	Distum		2	1	1	-

Tableau 2.19. Nombre de caractères typiques de chaque espèce, pour différentes parties anatomiques du squelette appendiculaire. *=un seul critère très performant; **=deux critères très performants; chiffres gras=au moins trois critères très performants.

Les données présentées dans le tableau 2.20 permettent de comparer les possibilités de distinction entre le chevreuil et les caprinés, pour les diverses parties anatomiques et les différents couples d'espèces. Pour la plupart des éléments, de nombreux critères existent, parmi lesquels plusieurs sont très performants. C'est le cas pour les extrémités proximales (humérus excepté) et distales des os longs, de même que, dans certains cas, pour leurs parties diaphysaires. On notera tout de même la difficulté de distinguer le chevreuil du mouton pour le talus: bien que plusieurs critères soient disponibles, aucun n'est très performant.

		Chevreuril / Chamois	Chevreuril / Mouton	Chevreuril / Chèvre
Humérus	Proximum	2*	3	2*
	Diaphyse	3*	1	3
	Distum	12	9	13
Radius	Proximum	12	11**	10
	Diaphyse	4*	5	4
	Distum	9	7	9
Ulna	Proximum	5	8	8
Fémur	Proximum	7	5	6
	Diaphyse	3**	2	2**
	Distum	9	15	14
Tibia	Proximum	10	7	9
	Diaphyse	6**	4	4*
	Distum	11	6	8
Talus	Entier	22	8	13
Calcanéus	Entier	11	10	14
Naviculo-cuboïde	Entier	10	10	8

Tableau 2.20. Nombre de caractères qui permettent potentiellement la distinction entre le chevreuil et les caprinés. *=un seul critère très performant; **=deux critères très performants; chiffres gras=au moins trois critères très performants.

On peut également se demander si le chamois se différencie davantage de certaines espèces de caprinés plutôt que d'autres, et si une même tendance se manifeste pour les différentes parties anatomiques. Le **tableau 2.21** présente le nombre de caractères potentiellement utiles pour la discrimination entre le chamois et les autres caprinés. Par rapport au bouquetin, la distinction est surtout possible pour le radius (proximum et distum), le talus et le calcanéus, ainsi que pour les distums de l'humérus, du fémur et du tibia. En revanche, le proximum du fémur est plus difficile à discriminer, de même que le proximum huméral; dans ce dernier cas, il nous semble que cela est compensé par une différence de taille particulièrement marquée entre les deux espèces.

Pour plusieurs parties anatomiques, à savoir le radius (proximum et distum), le talus, le calcanéus et le distum du métatarse, le chamois ressemble davantage au mouton qu'à la chèvre ou au bouquetin, en ce sens qu'il existe moins de critères discriminants qui permettent de séparer le chamois et le mouton. On notera par exemple que, bien que de nombreux critères existent pour le talus, aucun n'est très performant pour discriminer ces deux espèces. Le proximum fémoral et le métacarpe dans son ensemble ressemblent également davantage au mouton qu'à la chèvre. En revanche, le proximum huméral du chamois se distingue plus facilement de celui du mouton que de celui de la chèvre. Pour le distum de l'humérus, il existe le même nombre de critères pour les distinctions chamois/chèvre et

chamois/mouton; dans ce cas, le chamois est à certains égards intermédiaire entre les deux autres espèces. Mais dans l'ensemble, il existe une plus grande ressemblance entre le chamois et le mouton qu'entre le chamois et la chèvre. Ces observations sont intéressantes dans la mesure où le chamois ressemble davantage à la chèvre en ce qui concerne la longueur et la gracilité des os longs – à l'exception notable des métapodes – alors que les os du mouton sont plus courts et plus robustes que ceux de la chèvre et, surtout, du chamois.

		Chamois / Bouquetin	Chamois / Mouton	Chamois / Chèvre
Humérus	Proximum	4*	5	3*
	Diaphyse	1*	2*	1*
	Distum	11	13	13
Radius	Proximum	10	7**	8
	Diaphyse	3**	1	4**
	Distum	11	4	8
Ulna	Proximum	5**	6**	6*
Fémur	Proximum	4	4	7
	Diaphyse	1	-	2*
	Distum	11	6	8
Tibia	Proximum	6**	7	9
	Diaphyse	3**	3*	2*
	Distum	15	9*	10**
Talus	Entier	24	15	22
Calcaneus	Entier	18	11**	16
Naviculo-cuboïde	Entier	7**	2	2**
Métacarpe	Proximum	6**	5*	7**
	Diaphyse	4**	1*	3*
	Distum	10**	6*	8**
Métatarse	Proximum	-	-	-
	Diaphyse	2	3*	2
	Distum	6**	4*	7

Tableau 2.21. Nombre de caractères potentiellement discriminants entre le chamois et les autres espèces de petits ruminants. *=un seul critère très performant; **=deux critères très performants; **chiffres gras**=au moins trois critères très performants.

Le **tableau 2.22** résume le nombre et la qualité des critères utiles à la discrimination des caprinés, pour différents cas de figure. Les parties anatomiques les plus susceptibles de permettre la distinction entre le mouton et la chèvre sont le distum de l'humérus et le proximum du radius, de même que le talus et le calcaneus. Outre le proximum huméral, le distum du tibia présente également des difficultés: plusieurs caractères existent, mais aucun n'est très performant. Parmi les parties difficiles à discriminer figurent également les parties proximales et diaphysaires des métapodes – nous n'avons trouvé aucun critère discriminant entre les deux espèces pour le proximum du métatarse et la diaphyse du métacarpe.

Certaines parties anatomiques n'ont pratiquement aucune chance d'être attribuées à la chèvre plutôt qu'au bouquetin, sur la base des caractères morphoscopiques examinés (tab. 2.22). Il s'agit notamment du radius dans son ensemble et du distum tibial. Mais d'autres situations laissent augurer une possibilité de distinction entre les deux espèces. En effet, pour le distum du fémur, le talus et le calcanéus, ainsi que pour le naviculo-cuboïde, plusieurs caractères, dont certains très performants, peuvent permettre la diagnose. En outre, nous avons constaté qu'il est plus facile de désigner la chèvre à l'exclusion du bouquetin que de montrer qu'il s'agit d'un bouquetin et non pas d'une chèvre. Chez cette dernière, la variabilité est en effet plus importante que chez le bouquetin (cf. *infra*).

Certains critères permettent de distinguer les deux espèces du genre *Capra* par rapport au chamois et au mouton. Le bilan réalisé (tab. 2.22) montre que c'est pour le radius et le talus que de tels critères sont les plus fréquents; il en existe également pour le calcanéus. Le tableau 2.22 montre également que les critères susceptibles de permettre une distinction globale entre caprinés sauvages et domestiques sont assez exceptionnels, et qu'il n'est pas possible d'en combiner plusieurs pour un même os.

		Chèvre / Mouton	Chèvre / Bouquetin	Capra / chamois- mouton	Sauvage / domestique
Humérus	Proximum	2	1	-	-
	Diaphyse	1	-	-	-
	Distum	10	3*	3	2
Radius	Proximum	6	1	5**	1*
	Diaphyse	2*	1	1	-
	Distum	6*	1	6**	-
Ulna	Proximum	4*	2*	1*	1*
Fémur	Proximum	4**	3	1*	-
	Diaphyse	1	-	-	-
	Distum	7**	8	2*	1
Tibia	Proximum	7**	4**	1*	-
	Diaphyse	1	2*	-	-
	Distum	5	4	2*	1
Talus	Entier	12	7	6	1*
Calcaneus	Entier	10	9	3**	2*
Naviculo-cuboïde	Entier	1*	7**	-	-
Métacarpe	Proximum	4	4*	1	-
	Diaphyse	-	3*	-	-
	Distum	7**	2*	2	-
Métatarse	Proximum	-	1	-	-
	Diaphyse	2*	1	1	-
	Distum	7*	2*	2	-

Tableau 2.22. Nombre de caractères potentiellement discriminants, dans différents cas de figure. *=un seul critère très performant; **=deux critères très performants; chiffres gras=au moins trois critères très performants.

Variabilité

On peut se demander si certaines espèces sont plus variables que d'autres, notamment dans le cadre de la comparaison entre formes sauvages et domestiques. Les caractères morphoscopiques examinés au cours de cette étude ne peuvent être considérés comme représentatifs de la variabilité morphologique d'un os dans son ensemble. En effet, ces caractères ont été sélectionnés car ils sont *variables entre les espèces étudiées* (au moins certaines) et relativement *constants au sein d'une espèce donnée*, alors que les caractères qui sont constants chez une espèce mais également chez les autres (et qui présentent le même aspect) n'ont pas été pris en considération. Toutefois, les comparaisons réalisées permettent d'aborder la question de la variabilité dans le strict cadre de notre étude, en comparant les mêmes caractères pour différentes espèces, et le même type de caractères pour divers éléments anatomiques⁸². Afin de quantifier la variabilité, nous avons procédé de deux manières différentes.

La première méthode a consisté à compter, pour chaque critère⁸³, le nombre d'états possibles; nous avons accordé 1 point par état, sauf si la fréquence d'apparition est inférieure à 10%; dans ce cas, nous avons alors compté 0.5 point. Le nombre de points minimum pour un critère donné est donc de 1 (un seul état, présent à 100%), ce qui correspond à une variabilité minimale. Le maximum de 3 correspond à une variabilité maximale: les trois états coexistent au sein d'une même espèce, et ils apparaissent chacun dans plus de 10% des cas. Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau 2.23**; ils ne sont pas vraiment informatifs puisque, sur un maximum de 3, les valeurs oscillent généralement entre 2.0 et 2.6 sans qu'il existe de différence marquée et régulière entre les espèces ou les éléments anatomiques. On notera tout de même que la chèvre et le mouton sont dans l'ensemble plus variables que les espèces sauvages.

⁸² Les métapodes n'ont pas été pris en compte dans les différentes comparaisons car ils n'ont pas été étudiés chez le chevreuil.

⁸³ Plus précisément, pour les caractères pour lesquels trois états ont été définis (c'est-à-dire la grande majorité des critères).

	N	Chamois	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuril	MOYENNE par os
Humérus	39	2.4	2.3	2.3	2.3	2.1	2.3
Radius	38	2.3	2.4	2.4	2.0	2.1	2.2
Ulna	13	2.4	2.4	2.6	2.0	2.2	2.3
Fémur	45	2.2	2.5	2.2	2.1	2.0	2.2
Tibia	58	2.2	2.3	2.4	2.1	2.4	2.3
Talus	43	2.3	2.6	2.5	2.1	2.5	2.4
Calcaneus	32	2.2	2.5	2.5	2.3	2.3	2.4
Naviculo-cuboïde	16	2.0	2.3	2.3	2.1	2.0	2.1
MOYENNE par espèce		2.3	2.4	2.4	2.1	2.2	2.3

Tableau 2.23. Variabilité chez les différentes espèces et pour les différents éléments anatomiques. N=nombre de critères pris en compte pour les calculs.

Les résultats présentés dans le tableau 2.23 représentent des moyennes. Dans le but de réaliser une analyse plus détaillée, nous avons tenté une seconde méthode. En premier lieu, nous avons distingué trois types de caractères que nous avons qualifiés, pour une espèce donnée, de très constants, constants, moyens ou variables en fonction du nombre d'aspects possibles. Les caractères très constants sont ceux qui ne présentent qu'un aspect (note de 1⁸⁴); les caractères constants présentent deux aspects possibles mais l'un d'eux ne se manifeste que dans moins de 10% des cas (note de 1.5); les caractères variables présentent les trois aspects, qui apparaissent chacun chez 10% des individus au moins (note de 3); les caractères moyens sont tous les autres (note de 2 ou 2.5). Les résultats obtenus sont détaillés dans le **tableau 2.24**. Ils révèlent que le chevreuil présente, pour plusieurs éléments, entre 15 et 20 pour cent de caractères très constants, alors que ceux-ci sont beaucoup plus rares chez les caprinés, à l'exception du bouquetin. Les caractères constants et très constants sont plus fréquents chez ce dernier que chez le chamois, alors qu'ils sont très exceptionnels chez les deux espèces domestiques. La plus grande proportion de caractères variables chez ces deux dernières confirme également l'existence d'une variation intraspécifique plus importante que celle des espèces sauvages.

⁸⁴ La note est égale à 1 selon le système d'attribution des points décrit dans le cadre de la première méthode.

	N		Chamois	Mouton	Chèvre	Bouquetin	Chevreuil	MOYENNE
Humérus	39	TC	0%	0%	3%	5%	21%	6.8
		C	5%	18%	8%	5%	3%	
		M	80%	59%	61%	67%	39%	
		V	15%	23%	28%	23%	21%	
Radius	38	TC	5%	0%	8%	13%	16%	9.5
		C	3%	13%	8%	13%	16%	
		M	71%	55%	45%	66%	47%	
		V	21%	32%	39%	8%	21%	
Ulna	13	TC	0%	0%	0%	23%	15%	5.4
		C	0%	8%	8%	0%	0%	
		M	85%	77%	46%	62%	62%	
		V	15%	15%	46%	15%	23%	
Fémur	45	TC	7%	2%	2%	7%	22%	6.8
		C	9%	0%	4%	11%	4%	
		M	62%	62%	72%	69%	63%	
		V	22%	36%	22%	13%	11%	
Tibia	58	TC	3%	9%	3%	9%	9%	7.0
		C	10%	5%	5%	14%	3%	
		M	68%	62%	64%	58%	60%	
		V	19%	24%	28%	19%	28%	
Talus	43	TC	0%	0%	2%	9%	0%	5.9
		C	12%	5%	5%	19%	7%	
		M	69%	60%	53%	58%	53%	
		V	9%	35%	40%	14%	40%	
Calcaneus	32	TC	0%	0%	6%	6%	6%	5.6
		C	19%	3%	3%	3%	10%	
		M	68%	75%	41%	69%	59%	
		V	13%	22%	50%	22%	25%	
Naviculo-cuboïde	16	TC	12%	0%	0%	6%	6%	11.9
		C	26%	19%	19%	6%	25%	
		M	62%	56%	56%	76%	57%	
		V	0%	25%	25%	12%	12%	

Tableau 2.24. Variabilité chez les différentes espèces et pour les différents éléments anatomiques. TC=caractères très constants, C=caractères constants, M=caractères moyens, V=caractères variables. N=nombre de critères pris en compte pour les calculs.

De l'intérêt de quantifier les observations

Les quantifications réalisées, c'est-à-dire les calculs des fréquences relatives des différents états possibles pour chaque caractère, sont basées sur des échantillons plus ou moins importants mais qui, dans tous les cas, ne prétendent pas représenter, dans son ensemble, la population dont ils sont issus. Ainsi, les pourcentages calculés ne sont pas à interpréter comme des proportions exactes. En outre, pour les espèces domestiques, les fréquences obtenues sont susceptibles de varier sensiblement en fonction de la composition de l'échantillon étudié (représentation d'une seule ou de diverses races). Par exemple, un aspect qui n'apparaît que chez 10% des moutons soay peut être beaucoup plus fréquent dans un autre échantillon, comme nous l'avons constaté pour notre corpus de moutons. II

faut aussi noter qu'un aspect qui n'a pas été observé dans l'un de nos échantillons ne peut être automatiquement considéré comme inexistant dans la population d'origine, ou pour

l'espèce en général⁸⁵. Ces remarques s'appliquent particulièrement aux espèces domestiques, qui présentent une variabilité importante.

Nous l'avons vu, la quantification des caractères permet une analyse objective des résultats obtenus. En outre, ce type de démarche systématique oblige à réaliser une définition précise des caractères et de leurs différents états possibles; elle permet ainsi de rendre la détermination plus objective, et d'effectuer des comparaisons avec les résultats obtenus par d'autres auteurs. Peu de travaux ont jusqu'ici fait l'objet d'une quantification des caractères; ceux qui nous sont connus concernent la distinction entre le boeuf et le bison (McCUAIG BALKWILL & CUMBAA 1992) et les différences entre le cerf et le daim (LISTER 1996). Pour les caprinés, il s'agit des travaux de CLUTTON-BROCK *et al.* (1990) pour le crâne et le squelette postcrânien, et de BUITENHUIS (1995) pour la scapula. Pour la comparaison de différentes études, il est également important de préciser la composition (âge, sexe et origine) des corpus, ce qui n'est généralement pas réalisé.

Risque d'erreur et combinaison des critères

Le fait de disposer de caractères quantifiés permet également d'estimer le risque d'erreur associé à leur utilisation. Très peu de critères sont efficaces à cent pour cent et, nous l'avons vu plus haut, les caractères "moyens" et "variables" sont majoritaires. L'importance de la variation intraspécifique des caractères utilisés pour la discrimination entre les espèces de caprinés a également été relevée par d'autres auteurs. Pour la chèvre et le mouton, BOESSNECK *et al.* (1964, p.6) précisent bien que "la plupart des caractéristiques proposées présentent des recouvrements entre les deux genres". C'est également ce qui a été constaté par BUITENHUIS (1995, p.141) pour ces deux espèces: "la variation des caractères est importante et doit être prise en compte lors de la détermination". Les résultats obtenus par CLUTTON-BROCK *et al.* (1990) pour les moutons soay révèlent que ces derniers sont assez homogènes, mais qu'il existe généralement un faible pourcentage d'individus qui présentent un aspect similaire à celui généralement observé chez la chèvre. HELMER & ROCHETEAU (1994, p.4) ont également constaté, dans le cadre de l'étude des genres *Capra*, *Ovis*, *Rupicapra*, *Gazella* et *Capreolus*, que "peu de réels critères de distinction existent, du fait d'un chevauchement fréquent des domaines de variabilité". Ils en tirent la réflexion suivante: "En l'absence de critères efficaces, la démarche consiste à essayer de multiplier les possibilités d'arriver à la meilleure diagnose possible. En effet, (...) il est possible de séparer

⁸⁵ La confiance que l'on peut avoir dans les résultats obtenus dépendra notamment de l'effectif de l'échantillon.

les os en réalisant une compilation, une "vue d'ensemble", notion analogue à celle de syndrome employée en médecine". Nous ne pouvons qu'adhérer entièrement à cette proposition: le risque inhérent à l'utilisation d'un critère unique peut en effet être diminué par la prise en compte d'une *combinaison* de critères. Il faut donc de prendre en compte le maximum de critères, y compris les moins performants. C'est dans cet esprit que nos "clés des critères" ont été réalisées: elles permettent de prendre connaissance de l'association des caractères discriminants susceptibles de permettre la diagnose, pour chaque cas de figure particulier.

Il nous semble toutefois utile d'insister sur le fait que ce principe de détermination doit reposer sur une définition précise des critères ainsi que sur la quantification des observations réalisées, ce qui permet de prendre en compte le risque d'erreur associé à l'utilisation de chaque critère. La corrélation qui existe entre certains caractères pour une même partie anatomique représente également un risque d'erreur; il faut en effet éviter de considérer comme deux "preuves" indépendantes des déterminations obtenues sur la base de critères en relation les uns avec les autres, et qui varient donc de façon coordonnée. Les résultats présentés dans le cadre de cette étude doivent permettre à chaque "utilisateur" de prendre conscience du risque d'erreur associé à l'emploi des différents critères, sur la base de la connaissance de la composition des corpus, de leur effectif et des fréquences relatives obtenues pour les différentes espèces.

Finalement, lorsque la fragmentation et l'usure subies par les restes osseux archéologiques ne laissent à disposition qu'un nombre extrêmement réduit de critères, il faut alors renoncer à la diagnose. Bien que nous espérons que le travail réalisé apporte une amélioration des possibilités de détermination des espèces étudiés, il est illusoire de penser que l'utilisation des caractères morphoscopiques permette un jour, à elle seule, de déterminer individuellement chaque pièce – ainsi, la catégorie taxonomique "caprinés indéterminés" n'est certainement pas menacée de disparition.

3. ETUDE DES CARACTERES METRIQUES

3.1. Matériel et méthodes

3.1.1. Description des mesures utilisées

Les mesures ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de 0.1 mm et sont données en mm. Nous avons suivi les indications de VON DEN DRIESCH (1976), qui sont également présentées dans le manuel "Ostéo: base-réseau de données ostéométriques pour l'archéozoologie" (DESSE *et al.* 1986). D'autres mesures ont été prises suivant les descriptions de BOESSNECK *et al.* (1964), PAYNE (1969), HEINTZ (1970) ou DAVIS (1996), ou sont nouvelles. Le **tableau 3.1** présente les mesures utilisées et donne la correspondance avec nos propres abréviations (colonne de gauche) et celles de VON DEN DRIESCH (ou de DAVIS) (colonne de droite). Les mesures qui ne figurent pas dans VON DEN DRIESCH (1976), ou pour lesquelles se justifie une description plus détaillée, sont illustrées à la **figure 1**.

3.1.2. Composition des échantillons

Chamois

La très grande majorité des spécimens qui constituent notre base de données métriques de chamois des Alpes (*R.r.rupicapra*) actuels ont été mesurés par nous-même. Il s'agit des mêmes individus que ceux utilisés pour l'étude morphologique et présentés dans le **tableau 2.1**. Pour certaines variables, nous avons complété notre base avec quelques données de la littérature, notamment celles d'une dizaine de spécimens d'Autriche mesurés par PUCHER & ENGL (1997).

Bouquetin

Notre base de données métrique de bouquetins des Alpes (*C.i.ibex*) actuels comprend les spécimens mesurés par nous-même, qui ont fait l'objet de l'étude morphologique et sont présentés dans le **tableau 2.4**. Cette base a été complétée par d'autres spécimens actuels mesurés par Jean DESSE et Louis CHAIX dans le cadre de leurs travaux sur le bouquetin (CHAIX & DESSE 1983; DESSE & CHAIX 1983; DESSE & CHAIX 1991).

SCAPULA			
HLE	Hauteur le long de l'épine	VON DEN DRIESCH 1976	HS
HD	Hauteur diagonale	VON DEN DRIESCH 1976	DHA
LDM	Longueur dorsale maximum	VON DEN DRIESCH 1976	Ld
DAPpa	DAP au processus articulaire	VON DEN DRIESCH 1976	GLP
DAPcg	DAP de la cavité glénoïde	VON DEN DRIESCH 1976	LG
DTcg	DT de la cavité glénoïde	VON DEN DRIESCH 1976	BG
DAPmC	DAP minimum du col	VON DEN DRIESCH 1976	SLC
DEB*	Distance base épine - bord cavité glénoïde	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964	ASG
OS LONGS			
LM	Longueur maximum	VON DEN DRIESCH 1976	GL
DTpM	DT proximal maximum	VON DEN DRIESCH 1976	Bp
DTmD	DT minimum de la diaphyse	VON DEN DRIESCH 1976	SD
DTdM	DT distal maximum	VON DEN DRIESCH 1976	Bd
HUMERUS			
DTMT*	DT maximum de la trochlée	VON DEN DRIESCH 1976	BT
HT*	Hauteur de la trochlée	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964, (DAVIS 1996)	
HMT*	Hauteur maximum de la trochlée	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964, (DAVIS 1996)	
DAPME*	DAP maximum de l'épicondyle médial	Présent travail	
DAPmD*	DAP minimum en bas de la diaphyse	Présent travail	
RADIUS			
DTpA	DT proximal articulaire	VON DEN DRIESCH 1976	BFp
DAPpA*	DAP proximal articulaire	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964	
DAPpM*	DAP proximal maximum	CLUTTON-BROCK <i>et al.</i> 1990	
ULNA			
LO*	Longueur de l'olécrâne	VON DEN DRIESCH 1976	LO
DAPPA	DAP au processus anconeus	VON DEN DRIESCH 1976	DPA
DAPmO	DAP minimum de l'olécrâne	VON DEN DRIESCH 1976	SDO
DTmpA	DT max. proximal de la surface articulaire	VON DEN DRIESCH 1976	BPC
DTMTO*	DT de la tubérosité olécrânienne	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964	
DAPMTO*	DAP de la tubérosité olécrânienne	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964	
TIBIA			
DAPd	DAP distal	VON DEN DRIESCH 1976, (DAVIS 1996)	Dd
DAPdM*	DAP distal maximum	CLUTTON-BROCK <i>et al.</i> 1990	
METAPODES			
DTpM*	DT proximal maximum	VON DEN DRIESCH 1976	Bp
DAPpM*	DAP proximal maximum	VON DEN DRIESCH 1976	Dp
DTdM*	DT distal maximum (trochlées)	VON DEN DRIESCH 1976	Bd
DAPdM*	DAP distal maximum (trochlées)	VON DEN DRIESCH 1976	Dd
DTTm*	DT de la trochlée médiale	PAYNE 1969 (DAVIS 1996)	(WCM)
DTTI*	DT de la trochlée latérale	PAYNE 1969 (DAVIS 1996)	(WCL)
DAPCpm*	DAP du condyle périphérique médial	PAYNE 1969 (DAVIS 1996)	(DEM)
DAPCpl*	DAP du condyle périphérique latéral	PAYNE 1969 (DAVIS 1996)	(DEL)
DAPVm*	DAP du verticille médial	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964 (DAVIS 1996)	(DVM)
DAPVI*	DAP du verticille latéral	BOESSNECK <i>et al.</i> 1964 (DAVIS 1996)	(DVL)
TALUS			
LEM	Longueur externe maximum	VON DEN DRIESCH 1976	GLI
LIM	Longueur interne maximum	VON DEN DRIESCH 1976	GLm
EEM	Épaisseur externe maximum	VON DEN DRIESCH 1976	DI
EIM	Épaisseur interne maximum	VON DEN DRIESCH 1976	Dm
DTd	DT de la trochlée distale	VON DEN DRIESCH 1976	Bd
CALCANEUS			
LM	Longueur maximum	VON DEN DRIESCH 1976	GL
DTM	DT maximum	VON DEN DRIESCH 1976	GB
DAP*	Diamètre antéro-postérieur (maximum)	HEINTZ 1970	
LP*	Longueur du processus	CLUTTON-BROCK <i>et al.</i> 1990	
LC*	Longueur du condyle	CLUTTON-BROCK <i>et al.</i> 1990	
NAVICULO-CUBOÏDE			
DTM	DT maximum	VON DEN DRIESCH 1976	GB
DAPA*	DAP articulaire	HEINTZ 1970	

Tableau 3.1. Mesures utilisées et leurs références originales (définition ou, entre parenthèses, re-définition de la mesure). Les mesures suivies d'un astérisque sont illustrées à la figure 1.

Chevreuil

Pour la scapula, nous avons repris les données de LEGGE & ROWLEY-CONWY (1988) correspondant à des spécimens actuels du Danemark. Pour l'humérus, nous avons mesuré les spécimens actuels utilisés pour l'étude morphologique (tab. 2.5) et avons repris les mesures réalisées sur les spécimens mésolithiques de Star Carr par LEGGE & ROWLEY-CONWY (1988).

Chèvres actuelles

Les individus mesurés proviennent de la collection utilisée pour l'étude morphologique (tab. 2.3). Sauf pour la scapula et l'humérus, seuls les spécimens des collections de Berne et de Neuchâtel ont été mesurés. Ponctuellement, nous avons pu utiliser les données correspondant à un petit échantillon de chèvres issu d'une population sauvage de Holy Island, à l'ouest de l'Ecosse (CLUTTON-BROCK *et al.* 1990).

Moutons actuels

Nous avons mesuré certains des spécimens qui ont servi pour l'étude morphologique (tab. 2.2); excepté pour la scapula, l'humérus et les métapodes, seules les pièces de la collection de Berne ont été mesurées. Nous avons également repris les données publiées pour les moutons soay (CLUTTON-BROCK *et al.* 1990), les moutons shetland (DAVIS 1996; 2000) et les moutons mérinos (HAAK 1965). Nous avons aussi utilisé les mesures réalisées par Louis CHAIX pour différentes races de moutons anglais (collection Noddle, Cardiff), notamment un corpus de moutons clun.

Le corpus de moutons utilisé dans les différentes analyses varie en fonction des données disponibles, et sa composition sera donc précisée dans chaque cas. La nature relativement homogène de certains groupes (soay, clun, shetland, mérinos, mais aussi moutons du Soudan et de Suisse) et leur effectif relativement abondant nous ont permis d'aborder la question de la variabilité intraspécifique chez le mouton. Il s'agit de différents types ovins dont nous donnons ci-dessous une brève description.

La collection de squelettes de mouton du Muséum de Genève comprend des spécimens du **nord Soudan** (Kerma et alentours). Selon la classification d'EPSTEIN (1971) pour les moutons d'Afrique, et en particulier du Soudan, ces animaux des milieux désertiques appartiennent au groupe "Sudan desert". Ce sont des moutons à queue fine et à oreilles pendantes, généralement acères. Les béliers peuvent atteindre 80 cm au garrot et 68 kg,

mais il existe des variations de taille considérables suivant les régions; le poids moyen des béliers et brebis est d'environ 45 kg.

La même collection comprend également des spécimens appartenant à différentes **rares suisses** de la région alpine, traditionnellement élevées pour la viande et la laine (nez noir du Valais, roux du Valais, brun noir du Pays,..). Les nez noir et les roux du Valais sont des races rustiques, adaptées au milieu montagnard; les cornes, très développées chez les béliers, sont également présentes chez les brebis. Ces animaux mesurent en moyenne 70-80 cm au garrot (nez noir: 70-90 kg pour les femelles et 80-130 kg pour les mâles; roux: 40-60 kg pour les femelles et 50-80 kg pour les mâles).

Les moutons **mérinos** appartiennent à une race à laine actuellement très répandue et dont il existe de nombreux types. Les spécimens étudiés par HAAK (1965), originaires d'Allemagne ("Deutsche Merinolandschaf"), sont issus de croisements entre des mérinos espagnols et d'autres races du sud de l'Allemagne. Les béliers pèsent 130 kg pour une hauteur au garrot de 80 cm environ, et les brebis 80 à 90 kg pour une hauteur de 70 cm.

Les moutons **clun** (clun forest) sont originaires du Pays de Galles et ont été peu exportés en dehors de cette région. Les individus sont sans cornes, de taille moyenne; cette race représente, avec d'autres, un type intermédiaire entre les moutons sélectionnés pour vivre en altitude ou en plaine.

Les moutons **shetland** portent le nom des îles dont ils sont originaires, au nord de l'Ecosse. Ils sont petits, vigoureux et très gracieux; seuls les béliers portent des cornes. Selon RYDER (1983, p.766), ils sont des reliques des moutons de l'âge du Fer. Les animaux étudiés par DAVIS (1996, 2000) sont des spécimens non améliorés qui présentent les caractéristiques primitives propres à cette race (queue courte, mue annuelle et laine colorée) (DAVIS 1996). Ils proviennent d'Ecosse (Orcaïdes); les femelles sont toutes issues d'un même troupeau (DAVIS 1996) et les mâles et castrats d'un troupeau d'une ferme voisine de celle des femelles (DAVIS 2000).

Les moutons **soay** vivent à l'état sauvage dans les îles Sainte-Kilda, abandonnées par l'homme depuis 1930 et situées au nord-ouest de l'Ecosse. Ils sont petits: les mâles mesurent 56 cm en moyenne et pèsent entre 25 et 35 kg, et la hauteur moyenne des femelles est de 52 cm pour un poids compris entre 22 et 25 kg (RYDER 1983). Généralement, les individus des deux sexes portent des cornes, mais elles peuvent manquer chez les femelles. Ces animaux sont considérés comme des répliques de moutons préhistoriques de l'âge du Bronze (RYDER 1983). D'après MENIEL & ARBOGAST (1991), qui ont étudié les moutons soay de la ferme de

Butser (Angleterre), ces animaux présentent des caractéristiques morphologiques très proches de celles des moutons de l'Age du Fer du nord de la France: "*Que ce soit la morphologie du crâne, ainsi que l'orientation et la forme des chevilles osseuses, la longueur des os, et surtout leur gracilité, tout tend à montrer que le mouton Soay peut être considéré, du point de vue du squelette, comme une réplique du mouton gaulois.*" (MENIEL & ARBOGAST 1991, p. 212). Les moutons soay représentent donc la survivance d'un type évolutif: "*la race de Soay (...) est restée au stade Age du Bronze / Age du Fer*" (HELMER 1992, p.122). Les spécimens étudiés par CLUTTON-BROCK *et al.* (1990) sont tous dérivés de la même population originelle de l'une des îles de l'archipel Sainte-Kilda, l'île de Hirta.

Caprinés domestiques préhistoriques

Nous avons utilisé les mesures de chèvres et de moutons provenant de différents sites préhistoriques. Pour le Néolithique moyen (Chasséen), les moutons du site de Boury-en-Vexin (Oise, France) étudié par MENIEL (1987). Pour le Néolithique moyen et récent (Cortailod et Horgen), les caprinés domestiques du site de Twann (Berne, Suisse) étudié par BECKER (1981), BECKER & JOHANSSON (1981) et GRUNDBACHER & STAMPFLI (1977); pour l'âge du Bronze final, les chèvres et moutons du site d'Hauterive-Champréveyres (Neuchâtel, Suisse) étudié par STUDER (1991). Pour la période de La Tène, les caprinés du site de Manching (Bavière, Allemagne) étudié par BOESSNECK *et al.* (1971).

Pour les métapodes, nous avons également utilisé les mensurations des moutons du site préhistorique de Kerma (Soudan) daté de 2.400 à 1.500 BC. Ces animaux, qui ont été découverts dans des sépultures, étaient de haute taille (env. 80 cm au garrot) et le plus souvent armés; leurs membres étaient allongés et leur squelette gracile (CHAIX & GRANT 1987).

3.1.3. Age et sexe des individus

Pour les études portant sur les proportions squelettiques (§ 3.2), la gracilité (§ 3.3) et le dimorphisme sexuel (§ 3.4), nous avons utilisé exclusivement des éléments anatomiques pour lesquels la fusion épiphysaire est complètement réalisée. Pour la scapula (dont la fusion épiphysaire est très précoce) ainsi que pour le talus et le naviculo-cuboïde (absence d'épiphyse), nous avons exclu les spécimens âgés de moins de deux ans de notre corpus de chamois et de bouquetins. Pour le mouton, cela a également été fait lorsque l'âge des animaux était connu, mais cette information n'était pas disponible dans de nombreux cas.

La description des différents indices métriques (§ 3.5) porte sur des parties d'os complètement ossifiées, sans tenir compte du stade de soudure épiphysaire du reste de l'os.

Pour simplifier, nous utilisons parfois les termes "adulte" et "subadulte" pour désigner le stade épiphysaire d'un élément anatomique particulier. Pour les "adultes" la soudure épiphysaire est complètement terminée. Pour le stylopede et le zeugopode, le terme de "subadulte" s'applique lorsque seule l'une des épiphyses est complètement soudée à la diaphyse, alors que la fusion de l'épiphysaire opposée (proximum ou distum) n'a pas débuté ou est en cours; pour les éléments qui ne possèdent qu'une seule épiphysaire (scapula, calcaneus, métapodes), cette dernière n'est pas complètement fusionnée avec la diaphyse.

Le sexe des individus n'est pas toujours connu. Ainsi, la composition du corpus regroupant tous les spécimens, quel que soit leur sexe, n'est pas forcément identique à celle de l'échantillon utilisé pour représenter les individus selon leur sexe.

3.1.4. Méthodes

Comparaisons entre différents "groupes"

Notre approche, pour l'étude métrique, repose notamment sur la comparaison de différents "groupes": différentes espèces, différentes populations d'une même espèce, mâles et femelles d'une même population (ou espèce). La notion de population n'est pas employée au sens biologique du terme (un ensemble d'individus qui vivent dans une région donnée, à un moment donné, et se reproduisent entre eux) mais au sens de "groupe relativement homogène à l'intérieur d'une espèce donnée".

Pour le mouton, ces différents groupes sont constitués de représentants d'une même race (p.ex. les moutons mérinos), voire d'une même origine (p.ex. les moutons "suisses"). Pour les moutons soay et shetland, nous avons cependant affaire à des groupes homogènes, en fait de véritables populations.

Pour le chamois, une exploration préliminaire des données n'a pas permis de mettre en évidence l'existence de disparités entre populations d'origines géographiques différentes (par exemple Autriche et Valais). Cela ne signifie pas qu'il n'en existe pas; simplement, nos échantillons ne sont pas adaptés à ce type de comparaison: pour tester l'existence d'une différence en fonction de l'origine géographique, il faudrait en effet pouvoir comparer des échantillons suffisamment importants comprenant des individus d'un même sexe et d'une même classe d'âge et correspondant à deux aires géographiques différentes (ou avoir

montré précédemment, en étudiant une seule population, qu'il n'y a pas de différence due à l'âge et/ou au sexe). Nous avons donc considéré l'ensemble des individus comme faisant partie d'une même (grande) population. Il en va de même pour le bouquetin.

Analyses statistiques

Tous les calculs, tests statistiques et représentations graphiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Statview 4.5 d'Abacus Concepts.

Les statistiques descriptives élémentaires sont résumées dans des tableaux indiquant le nombre d'observations (N), l'étendue (minimum et maximum) d'une variable, sa moyenne (m) et son écart-type (s). Pour les dimensions absolues, nous avons indiqué les valeurs du coefficient de variation (CV), qui est l'écart-type divisé par la moyenne.

Les données ont été représentées graphiquement à l'aide de graphes en boîte ("box-plot" ou "box and whiskers"), de diagrammes bivariés et de graphes de cellules représentant les moyennes.

Les graphes en boîte donnent la distribution de fréquences d'une variable par rapport aux 10^e, 25^e, 50^e (médiane), 75^e et 90^e centiles. La "boîte" contient 50% des observations, alors que la barre qui la divise en deux parties correspond à la médiane. La "boîte" et les "moustaches" couvrent 80% des observations; toutes les valeurs situées au-dessous du 10^e et au-dessus du 90^e centiles sont représentées individuellement. Ces graphes fournissent donc une représentation visuelle claire de la distribution de fréquences de l'échantillon; par conséquent, nous n'avons pas jugé utile de préciser, dans les tableaux, les paramètres tels que la médiane, l'écart interquartile, l'asymétrie et les valeurs les plus excentriques.

Pour les graphes en boîtes et les graphes bivariés, nous avons généralement fait en sorte que l'échelle utilisée permette la comparaison entre différents échantillons. Pour ces raisons, l'étendue des valeurs n'est pas toujours exactement ajustée à celle de l'échantillon représenté. Pour les graphes de cellules représentant les moyennes, l'intervalle de confiance n'est jamais indiqué puisque la distribution est toujours donnée parallèlement.

Les comparaisons entre les moyennes de deux groupes ont été réalisées grâce au test de t et à son équivalent non paramétrique, le test U de Mann-Whitney. Les conditions qui ont motivé l'utilisation de l'un ou de l'autre test sont fonction des effectifs et de la distribution de fréquences des valeurs de la variable. Le test de Kruskal-Wallis est la version non

paramétrique de l'analyse de variance à un facteur; il a été utilisé pour mettre en évidence l'existence de différences entre l'un des échantillons et deux ou plusieurs autres.

Pour tous les tests, nous avons distingué trois seuils de signification: $p < 0.05$ ("significatif"), $p < 0.01$ ("très significatif") et $p < 0.001$ ("hautement significatif").

Pour davantage d'informations, on peut se référer aux ouvrages de SPIEGEL (1972) et de CHENORKIAN (1996).

3.2. Proportions relatives des différents segments (stylo-pode, zeugopode et métapode)

3.2.1. Proportions des segments de membre chez les Caprinés

Nous débuterons cette étude métrique par une description générale des proportions squelettiques chez les trois genres de Caprinés inclus dans notre étude. Pour aborder cet aspect, nous avons pris en compte les longueurs des principaux os longs constituant le stylo-pode (humérus et fémur), le zeugopode (radius et tibia) et le métapode (métacarpe et métatarses).

Afin de comparer les longueurs des différents segments, nous avons calculé la longueur relative de chacun d'eux. Celle-ci est obtenue en divisant la longueur de l'os par la somme des longueurs des trois os constituant le membre antérieur ou postérieur. Ces calculs ont été réalisés sur les éléments d'un même individu, et non pas sur des moyennes. Sauf exception⁸⁶, les corpus utilisés sont donc constitués de spécimens complets dont tous les éléments anatomiques (du moins ceux concernés ici) sont complètement épiphysés. Pour tous les os, la longueur mesurée est la longueur maximum. Bien que les études portant sur les allométries du squelette appendiculaire utilisent généralement les longueurs physiologiques - longueurs comprises entre les surfaces articulaires proximale et distale (SCOTT 1982, 1985; KÖHLER 1993), ce sont cependant les longueurs maximales qui sont le plus souvent disponibles dans la littérature archéozoologique. Compte tenu du fait que toutes les espèces étudiées ici présentent le même type de morphologie, nous pensons que l'utilisation de la longueur maximale n'entraîne pas de biais dans le cadre des comparaisons réalisées.

⁸⁶ Pour les moutons néolithiques de Boury-en-Vexin, il s'agit généralement de "demi-individus", c'est-à-dire de membres antérieur ou postérieur appartenant à un même spécimen (cf. tableau 3.3).

Sauf indication, les comparaisons entre différents groupes ont été réalisées deux à deux grâce au test U de Mann-Whitney; le cas échéant, nous mentionnons l'utilisation du test de Kruskal-Wallis pour les situations dans lesquelles un seul échantillon présente des différences par rapport à deux ou plusieurs autres groupes.

Un certain nombre d'abréviations sont utilisées pour les différents os longs: HUM (humérus), RAD (radius), MTC (métacarpe), FEM (fémur), TIB (tibia), MTT (métatarse), ainsi que pour les membres antérieur (Mb ANT) et postérieur (Mb POST). Les rapports calculés sont exprimés en pour cent et sont également désignés par des abréviations (HUMMb ANT, MTC RAD, etc.).

Dimorphisme sexuel

Nous pouvons dire que les mâles et femelles de chamois⁸⁷ sont proportionnés de la même manière – du moins les tests statistiques n'ont-ils pas révélé de différences entre les sexes. Aucun dimorphisme sexuel ne se manifeste non plus au sein de chacune des deux populations de moutons qui ont été testées, les clun et les mérinos⁸⁸. Il n'en va pas de même pour le bouquetin⁸⁹: par rapport à la longueur totale du membre, le métapode est légèrement plus court chez les mâles que chez les femelles, alors que c'est l'inverse pour le stylopode et le zeugopode. Bien que très significatives ($p < 0.001$), ces différences entre les sexes sont assez faibles – surtout pour les rapports des longueurs stylopode/membre et zeugopode/membre, puisque les modifications sont réparties sur les deux segments (**fig. 2**). Ainsi, les rapports stylopode/zeugopode (HUM/RAD ou FEM/TIB) ne sont pas significativement différents pour les deux sexes, ce qui montre bien que la modification - allongement chez les mâles ou raccourcissement chez les femelles - est réalisée dans les mêmes proportions pour les deux segments⁹⁰. Les déviations les plus marquées entre les deux sexes se reflètent dans les indices MTC/RAD pour le membre antérieur et MTT/FEM pour le membre postérieur (**fig. 3**).

⁸⁷ 20 femelles et 5 mâles

⁸⁸ Pour le sex-ratio, cf. tableau 3.3.

⁸⁹ 17 femelles et 19 mâles

⁹⁰ Le seul autre rapport invariable selon le sexe concerne la différence de proportion entre membre antérieur et postérieur (Mb ANT/Mb POST).

Comparaison des différentes espèces

Les valeurs moyennes des indices obtenus pour les différentes espèces étudiées sont présentées au **tableau 3.2** avec une mesure de la dispersion (écart-type). Dans l'ensemble, la variabilité est plus importante chez le mouton que chez les autres espèces, ce qui s'explique par l'hétérogénéité de notre corpus ovin (cf. *infra*). Avant d'aborder les comparaisons entre différents groupes, rappelons que l'existence de différences significatives *n'implique pas* l'absence de recouvrement des intervalles de variation. Ainsi, toutes les différences discutées sont à prendre au sens d'une tendance moyenne, et les recouvrements sont montrés dans les figures correspondant aux diagrammes en boîtes.

Rapport des longueurs	<i>R.rupicapra</i> (n=25)		<i>C.ibex</i> (n=36)		<i>C.aegagrus</i> (n=3)		<i>C.hircus</i> (n=3)		<i>O.aries</i> (n=37)	
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
Mb ANT / Mb POST	81.0	0.7	81.3	0.9	82.4	1.3	84.3	0.4	82.8	1.5
HUM / Mb ANT	36.2	0.5	38.9	0.4	38.3	0.4	37.7	0.9	34.2	1.0
RAD / Mb ANT	35.8	0.4	36.4	0.5	36.4	0.5	36.6	0.8	36.4	0.5
MTC / Mb ANT	28.0	0.4	24.7	0.5	25.2	0.8	25.8	0.3	29.4	1.1
MTC / HUM	77.4	1.9	63.3	1.8	65.9	2.7	68.5	2.3	86.0	5.6
MTC / RAD	78.3	1.6	67.8	2.2	69.5	3.1	70.5	1.2	80.6	3.6
HUM / RAD	101.2	2.4	107.0	2.0	105.3	0.8	103.0	4.6	93.9	3.2
FEM / Mb POST	32.6	0.4	36.5	0.4	35.7	0.4	35.7	0.3	34.1	0.9
TIB / Mb POST	41.5	0.3	42.3	0.3	41.3	0.4	41.1	0.6	39.8	0.6
MTT / Mb POST	25.9	0.4	21.2	0.5	23.0	0.5	23.2	0.3	26.1	1.0
MTT / FEM	79.3	2.0	58.1	2.0	64.6	2.1	65.0	0.4	76.7	4.8
MTT / TIB	62.3	1.1	50.1	1.4	55.9	1.7	56.5	1.4	65.7	3.3
FEM / TIB	78.6	1.1	86.3	1.3	86.5	1.4	86.9	1.9	85.8	2.6

Tableau 3.2. Paramètres statistiques des indices (exprimés en pour cent) représentant les rapports des différentes longueurs mesurées.

Chamois et bouquetin

La comparaison des valeurs obtenues pour le chamois et le bouquetin révèle des disparités importantes concernant les longueurs respectives des différents segments. A l'exception notable du rapport Mb ANT/Mb POST, tous les indices reportés dans le **tableau 3.2** présentent des différences très significatives ($p < 0.001$) entre les deux espèces. Proportionnellement à la longueur totale du membre, le métapode est plus court chez le bouquetin que chez le chamois, alors que c'est l'inverse pour le stylopede. Autrement dit, le métapode est allongé chez le chamois et court chez le bouquetin, alors que le stylopede est court chez le chamois et allongé chez le bouquetin (**fig. 4**). Ainsi, au niveau du membre

postérieur, la longueur du métatarse ne représente que 21.2% de la longueur totale des trois segments chez le bouquetin, alors que cette proportion est de 25.9% chez le chamois. A l'inverse, la longueur du fémur représente 36.5% de la longueur du membre postérieur chez le bouquetin, et seulement 32.6% chez le chamois. Ces divergences sont un peu moins marquées au niveau du membre antérieur. Les différences entre les longueurs relatives du zeugopode, bien que significatives, sont nettement moins importantes que pour le stylopode et le métapode: pour le membre postérieur, le rapport TIB/Mb ANT est de 41.5% chez le chamois contre 42.3% chez le bouquetin. Chez ce dernier, le raccourcissement du métapode est donc réalisé à la faveur de l'allongement des deux autres segments, et en particulier du stylopode (**fig. 4**). Par conséquent, les différences les plus importantes se reflètent dans les rapports des longueurs du métapode et du stylopode (MTT/FEM et MTC/HUM) (**fig. 5**): la longueur du métatarse représente 79.3% de celle du fémur chez le chamois, mais seulement 58.1% chez le bouquetin. Pour le membre antérieur, la longueur du métacarpe par rapport à celle de l'humérus est de 77.4% pour le chamois et 63.3% pour le bouquetin.

La **figure 4** permet également de considérer, pour une espèce donnée, les proportions relatives des différents segments – notamment du stylopode et du zeugopode – et de constater qu'elles ne sont pas les mêmes au membre antérieur et au membre postérieur: les longueurs absolues de l'humérus et du radius ne sont pas très différentes, alors que le tibia est beaucoup plus allongé que le fémur. Les dissemblances entre chamois et bouquetin, concernant les proportions relatives du stylopode et du métapode se reflètent naturellement dans les rapports stylopode/zeugopode (et métapode/zeugopode) (**fig. 5**). Ainsi, en raison de l'allongement du stylopode chez le bouquetin, l'humérus est légèrement plus long que le radius (HUM/RAD = 107.0) alors que les longueurs des deux segments sont à peu près similaires chez le chamois (HUM/RAD = 101.2). Pour la même raison, la différence de longueur entre le fémur et le tibia est moins marquée chez le bouquetin que chez le chamois.

Mouton

Le corpus utilisé pour la comparaison entre le mouton et les autres espèces étudiées (**tab. 3.2**) est constitué de spécimens des races clun, mérinos et soay ainsi que des moutons du Soudan. Pour la plupart des indices, la variabilité est plus importante que chez les autres espèces, ce qui reflète l'existence d'une diversité intraspécifique (**tab. 3.3**). La **figure 6** montre la répartition des valeurs pour chaque population, ainsi que les recouvrements entre les différents groupes (y compris les moutons néolithiques de Boury-en-Vexin, cf. *infra*).

La comparaison des valeurs des clun et des mérinos ne révèle aucune différence significative concernant les longueurs relatives des segments. Par contre, il existe des différences pour les indices stylo-pode/membre et métapode/membre *i)* entre ces deux populations et les moutons du Soudan (Kruskal-Wallis; $p < 0.01$) et *ii)* entre ces deux populations et les moutons soay (Kruskal-Wallis; $p < 0.01$ ou $p < 0.001$). Ces différences indiquent un raccourcissement du métapode et un allongement du stylo-pode chez les moutons clun et mérinos par rapport aux moutons du Soudan et aux soay (tab. 3.3, fig. 7). Les indices MTC/HUM et MTT/FEM reflètent au mieux les différences énoncées: chez les clun-mérinos, le métapode est plus court et le stylo-pode plus allongé⁸⁷ (tab. 3.3, fig. 8).

Rapport des longueurs	<i>O. aries</i> Clun (n=16)		<i>O. aries</i> Mérinos (n=8)		<i>O. aries</i> Soudan (n=5)		<i>O. aries</i> Soay (n=8)		<i>O. aries</i> Shetland (n=26)		<i>O. aries</i> Boury-en-Vexin (n=*)		<i>Ovis musimon</i> Sardaigne		<i>Ovis ammon</i> Mongolie	
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	n=f		n=1	
Mb ANT / POST	82.4	1.1	84.0	1.4	84.3	1.3	81.3	0.7			79.6	0.3	80.1		85.3	
HUM / Mb ANT	34.8	0.7	34.6	0.8	32.6	0.7	33.6	0.3			33.3	0.6	33.6		32.8	
RAD / Mb ANT	36.5	0.5	36.7	0.5	36.7	0.4	35.9	0.3			36.5	0.4	37.1		36.4	
MTC / Mb ANT	28.7	0.8	28.7	0.7	30.7	0.5	30.5	0.4			30.2	0.5	29.3		30.8	
MTC / HUM	82.5	3.7	83.2	3.5	94.4	3.5	90.5	1.9			90.7	3.0	87.2		93.7	
MTC / RAD	78.8	2.8	78.3	2.2	83.8	1.5	84.8	1.5	81.8	2.2	82.8	1.8	78.8		84.5	
HUM / RAD	95.5	2.6	94.2	3.0	88.8	2.7	93.7	1.1			91.4	2.1	90.4		90.2	
FEM / Mb POST	34.5	0.6	34.5	0.9	32.9	0.6	33.6	0.3			33.6	0.5	33.2		33.3	
TIB / Mb POST	39.9	0.7	40.0	0.8	39.8	0.7	39.5	0.3			40.0	0.6	41.1		39.4	
MTT / Mb POST	25.6	0.9	25.5	0.9	27.3	0.7	27.0	0.2			26.4	0.8	25.7		27.3	
MTT / FEM	74.1	3.4	74.0	4.1	83.1	2.8	80.3	1.2			78.5	3.4	77.6		81.9	
MTT / TIB	64.3	3.1	63.9	3.0	68.7	2.5	68.3	0.8	65.7	1.4	65.9	3.0	62.5		69.2	
FEM / TIB	86.7	2.1	86.5	3.3	82.7	2.4	85.1	1.2			84.0	1.7	80.6		84.5	

Tableau 3.3. Paramètres statistiques des indices - exprimés en pour cent - représentant les rapports de différentes longueurs mesurées. Les moutons du Soudan, les soay et les shetland sont représentés uniquement par des brebis, alors que la composition est variable pour les clun (7 femelles, 5 mâles, 2 castrats et 2 indéterminés) et les mérinos (3 femelles, 3 mâles et 2 castrats). *Pour les moutons néolithiques, la plupart des spécimens sont de sexe indéterminé et les effectifs ne sont pas les mêmes pour le membre antérieur (n=26), le membre postérieur (n=11) et les rapports entre membre antérieur et postérieur (n=3 brebis).

Les indices métapode/membre des moutons du Soudan et des soay sont similaires: ils reflètent le même allongement relatif des métapodes. Mais pour le membre antérieur, le stylo-pode est proportionnellement plus allongé – et le zeugopode plus court – chez les

⁸⁷ Comparaisons entre les clun-mérinos et les moutons du Soudan (Kruskal-Wallis; $p < 0.01$) et les clun-mérinos et les moutons soay (Kruskal-Wallis; $p < 0.001$).

moutons soay. Chez les soay, l'allongement du métacarpe s'est donc produit parallèlement au raccourcissement du stylo-pode et du zeugopode, alors que chez les moutons du Soudan ce phénomène implique le raccourcissement du seul stylo-pode. En témoigne le fait que l'indice RAD / Mb ANT est similaire chez les moutons du Soudan, les clun et les mérinos, alors qu'il est moins élevé chez les moutons soay. Au membre postérieur, ces quatre types de moutons présentent des valeurs similaires pour l'indice TIB/Mb POST. Mais l'indice FEM/Mb POST est tout de même supérieur chez les soay que chez les moutons du Soudan ($p < 0.05$), ce qui reflète un raccourcissement du stylo-pode un peu plus marqué chez ces derniers. Ceci est corroboré par le fait que les valeurs des indices MTC/HUM et MTT/FEM sont supérieures chez les moutons du Soudan ($p < 0.05$) (**tab. 3.3, fig. 8**).

Ces résultats nous amènent ainsi à distinguer, au sein de notre corpus, deux "types" de moutons: d'une part les clun et les mérinos (métapodes relativement courts), et d'autre part les soay et les moutons du Soudan (métapodes relativement allongés).

L'allongement des métapodes se reflète également dans les rapports MTC/RAD et MTT/TIB, ce qui nous permet d'élargir la comparaison aux moutons shetland⁸⁸, pour lesquels nous n'avons pas pu calculer les autres indices (**tab. 3.3**). Les moutons shetland présentent des valeurs inférieures à celles des soay pour les indices MTC/RAD ($p < 0.01$) et MTT/TIB ($p < 0.001$). L'indice MTT/TIB est également inférieur à celui des moutons du Soudan ($p < 0.05$), mais la différence entre ces deux groupes n'est significative qu'au seuil de 0.6% ($p = 0.6$) pour l'indice MTC/RAD. Par rapport aux clun et mérinos, l'indice MTC/RAD est significativement plus élevé chez les shetland (Kruskal-Wallis; $p < 0.001$), mais pas l'indice MTT/TIB. En conclusion, les shetland occupent une position intermédiaire entre les deux types de moutons définis plus haut.

Les mensurations réalisées par MENIEL (1987) sur les moutons du site néolithique de Boury-en-Vexin nous ont permis de calculer les différents indices utilisés dans le cadre de notre étude comparative. En outre, nous avons mesuré un spécimen actuel de mouflon de Sardaigne (*Ovis musimon*).

Les longueurs relatives des segments des spécimens néolithiques sont différentes de celles des clun et des mérinos: le métapode est proportionnellement plus long (Kruskal-Wallis; $p < 0.001$) et le stylo-pode proportionnellement plus court (Kruskal-Wallis; $p < 0.001$) chez les moutons de Boury-en-Vexin (**tab. 3.3, fig. 7**). Les proportions des moutons néolithiques ne

⁸⁸ Ceci est valable si l'on suppose que la longueur relative du zeugopode est à peu près constante chez toutes les populations ce qui, nous l'avons vu, n'est pas tout à fait exact.

sont pas non plus similaires à celles des moutons du Soudan: les tests indiquent en effet des différences ($p < 0.05$) pour les indices HUM/Mb ANT, FEM/Mb POST et MTT/Mb POST, dans le sens d'un métapode plus long et d'un stylopede plus court chez les moutons du Soudan; mais l'indice MTC/Mb ANT n'est pas différent pour les deux populations.

Les proportions squelettiques des moutons néolithiques ressemblent davantage à celles des soay. L'indice MTC/Mb ANT est similaire chez les moutons soay et néolithiques, mais les valeurs de l'indice MTT/Mb POST sont supérieures pour les moutons soay ($p < 0.05$), ce qui reflète un allongement plus important du métatarse. Il existe d'autres différences, concernant les rapports HUM/Mb ANT ($p < 0.05$) et RAD/Mb ANT ($p < 0.001$): chez les soay, l'humérus est un peu plus développé, et le radius moins développé. Mais nous avons vu que le raccourcissement du radius est une caractéristique des moutons soay qui les distingue également des autres moutons actuels.

Les valeurs obtenues pour le mouflon de Sardaigne (**tab. 3.3**) indiquent, par rapport aux moutons soay et néolithiques, un métapode moins allongé – surtout le métatarse – et un zygo-pode plus allongé. Ces données, un peu curieuses, restent à confirmer à l'aide d'un plus grand échantillon de mouflons.

La comparaison des valeurs de l'indice Mb ANT/Mb POST révèle également l'existence de différences entre les différentes populations ovines étudiées. Mais, dans ce cas, les valeurs des mérinos et des moutons du Soudan sont similaires; ces valeurs sont supérieures à celles des clun (Kruskal-Wallis; $p < 0.01$), qui sont elles-mêmes supérieures à celles des soay ($p < 0.01$). Les moutons soay possèdent donc un membre postérieur proportionnellement plus développé par rapport à celui des trois autres populations. L'indice Mb ANT/Mb POST n'a pu être calculé que pour trois brebis néolithiques; les valeurs obtenues sont encore inférieures à celles des moutons soay ($p < 0.05$), ce qui indiquerait (si ce résultat se confirmait pour un plus grand corpus) un membre postérieur particulièrement développé par rapport au membre antérieur. La valeur de l'indice obtenue pour le mouflon est proche de celles des moutons néolithiques et des soay (**fig. 9a**).

En conclusion, nous pouvons dire qu'il existe chez le mouton une variabilité assez importante concernant les proportions relatives du métapode et du stylopede, alors que la longueur relative du zygo-pode est assez stable (**fig. 7**). Les moutons clun et mérinos se caractérisent par des métapodes relativement peu allongés – et un stylopede relativement long, par comparaison avec les moutons soay, les moutons néolithiques de Boury-en-Vexin et les moutons du Soudan. Les indices calculés pour un spécimen d'argali (*O. ammon*)

révèlent également des proportions similaires à celles des formes possédant des métapodes allongés (**tab. 3.3**). Ajoutons encore à ces données les valeurs de 90.6 et 95.1 (moyenne 92.8) obtenues pour le rapport MTC/HUM de deux spécimens de mouflon oriental⁸⁹ (*O.orientalis*), des valeurs qui reflètent également un allongement important des métapodes.

Chèvres égagres et domestiques

Le corpus de chèvres domestiques est constitué de trois femelles de races suisses⁹⁰, et celui des chèvres égagres de trois individus issus de parcs zoologiques, deux femelles et un mâle. La comparaison des indices obtenus révèle la similarité des proportions squelettiques de ces deux échantillons (**tab. 3.2**).

Comparaison des genres *Capra*, *Ovis* et *Rupicapra*

Une première constatation concerne la similarité existant entre le chamois et le bouquetin du point de vue des longueurs relatives des membres antérieur et postérieur. Chez les deux espèces, le membre antérieur représente environ 81% de la longueur du membre postérieur. Ces résultats infirment l'hypothèse selon laquelle la disproportion entre membres antérieur et postérieur est plus marquée chez *Rupicapra* que chez les genres *Capra* et *Ovis* (CAPASSO BARBATO *et al.* 1982). Par ailleurs, nous avons vu que ce rapport est variable chez le mouton (**tab. 3.3, fig. 9**); mais les valeurs des moutons soay et néolithiques ne sont pas différentes de celles du chamois et du bouquetin (**fig. 10**). Pour les chèvres égagres et domestiques, les valeurs sont un peu plus élevées, mais ces différences demandent à être testées à l'aide de corpus plus conséquents (**fig. 10**).

Au sein du genre *Capra*, nous constatons que les proportions squelettiques des chèvres domestiques et égagres⁹¹ ressemblent à celles du bouquetin (**tab. 3.2**). Toutefois, l'existence de différences significatives pour les indices MTC/Mb ANT ($p < 0.01$) et MTT/Mb POST ($p < 0.001$) indique un raccourcissement des métapodes un peu plus marqué chez le bouquetin. A nouveau, les longueurs relatives du stylo-pode présentent les différences inverses: les valeurs du bouquetin pour les indices HUMMb ANT ($p < 0.001$) et FEMMb POST ($p < 0.01$) sont supérieures à celles des chèvres. Concernant la longueur relative du zeugopode, il n'y a pas de différence pour le membre antérieur, mais il y en a une pour le membre postérieur ($p < 0.001$). Les disparités les plus marquées se reflètent dans les indices

⁸⁹ spécimens de parcs zoologiques

⁹⁰ grisonne à raies, valaisanne à col noir et blanche suisse

⁹¹ Nous avons regroupé les deux échantillons de chèvres pour réaliser les comparaisons statistiques avec le bouquetin.

MTT/FEM et MTT/TIB (**fig. 11**). Toutefois, la généralisation de ces observations à l'ensemble des chèvres nécessiterait l'utilisation de corpus plus conséquents, et ce d'autant plus qu'il peut exister une variabilité intraspécifique relativement importante.

Comme nous l'avons vu, les proportions relatives du métapode et du stylopede varient sensiblement pour les diverses races de moutons. Les valeurs moyennes présentées au **tableau 3.2** résultent de la composition particulière de notre corpus, et ne peuvent être considérées comme représentatives du mouton en général. Pour comparer le chamois et le mouton, il nous a semblé plus intéressant de considérer, pour les ovins, le groupe constitué par les **moutons soay et néolithiques**; ces animaux, relativement primitifs, représentent en quelque sorte l'archétype du mouton.

Au niveau du membre antérieur, l'humérus est proportionnellement plus court chez le mouton que chez le chamois ($p < 0.001$). En contrepartie, la longueur relative du radius est plus importante chez le mouton ($p < 0.001$). Par conséquent, les valeurs de l'indice huméro-radial (HUM/RAD) du mouton sont inférieures à celles du chamois ($p < 0.001$). Ainsi, l'humérus est en général un peu plus court que le radius chez le mouton, alors que les longueurs absolues des deux os sont égales ou peu différentes chez le chamois (**fig. 12a**). Proportionnellement à la longueur du membre antérieur, le métacarpe est plus court chez le chamois que chez le mouton ($p < 0.001$).

Au niveau du membre postérieur, le tibia est proportionnellement plus allongé chez le chamois que chez le mouton, comme le reflètent les valeurs plus importantes du rapport TIB/Mb POST ($p < 0.001$). La longueur relative du fémur est plus importante chez le mouton ($p < 0.001$), de même que les valeurs de l'indice fémoro-tibial (FEM/TIB) ($p < 0.001$) (**fig. 12b**). Le métatarse est proportionnellement plus court chez le chamois que chez le mouton ($p < 0.001$).

Nous pouvons ainsi résumer brièvement les caractéristiques de chacun des genres étudiés (**fig. 13**). Par comparaison avec les genres *Ovis* et *Rupicapra*, les espèces du genre *Capra* possèdent des métapodes particulièrement courts par rapport aux autres segments, et ce surtout en contrepartie de la longueur plus importante du stylopede. Au membre antérieur, l'humérus est généralement plus long que le radius chez *Capra* alors que c'est l'inverse chez *Ovis*. Chez *Rupicapra*, la différence de longueur entre humérus et radius est faible, alors que la différence entre fémur et tibia est plus importante que chez les autres genres (**fig. 12**).

3.2.2. Discussion: signification des différences constatées

Les résultats présentés ci-dessus nous permettent d'esquisser une tendance générale assez claire. Pour les genres de Caprinés étudiés, les modifications de la longueur relative du zeugopode sont très limitées par rapport à celles qui affectent les longueurs relatives du stylopode et du métapode. Ces variations peuvent permettre de caractériser les différents genres étudiés, mais peuvent également se produire - dans une moindre mesure - au sein d'un même genre, voire d'une même espèce (dimorphisme sexuel ou différences entre populations). Or il se trouve que "c'est une loi d'anatomie comparée posée par Cuvier que le métacarpe soit d'autant plus court que l'humérus est plus long" (CORNEVIN & LESBRE 1891, p.62). Ces évolutions concomitantes des dimensions du stylopode et du métapode constituent en effet un phénomène général chez les Mammifères: "ce que les segments distaux gagnent en longueur et gracilité se trouve dans une certaine mesure compensé par le raccourcissement et le renforcement du segment proximal" (LESSERTISSEUR & SABAN, 1967, p.1029).

A propos des variations constatées au sein du genre *Ovis*, nos résultats suggèrent que l'existence de métapodes relativement allongés caractérise les formes sauvages ainsi que les moutons "primitifs", alors que certaines races actuelles, comme les moutons clun et mérinos, ont subi une réduction de longueur des métapodes. D'après CLUTTON-BROCK *et al.* (1990), le mouflon (*Ovis orientalis*) possède des métapodes allongés, alors que la sélection artificielle pratiquée dans le nord-ouest de l'Europe pour obtenir des moutons à membres courts a modifié les proportions des formes domestiques actuelles, dans le sens d'un raccourcissement des métapodes. Par ailleurs, les auteurs expliquent que "puisque les moutons soay n'ont pas été soumis à cette sélection artificielle, le corps et les membres de ces animaux, et en particulier leurs métapodes, sont relativement plus longs que ceux des races domestiques actuelles; ils ressemblent à ceux des premiers moutons domestiques, et sont considérablement plus graciles que ceux des chèvres" (CLUTTON-BROCK *et al.* 1990, p.32-33). Nous avons pu constater qu'un allongement relativement important de ces segments existe également chez certains moutons actuels, comme les moutons du Soudan. Pour ces animaux, qui vivent dans un milieu désertique - donc très ouvert et à faible relief - l'allongement des métapodes correspond peut-être aussi à une adaptation à ce type d'habitat.

En relation avec ce qui précède, l'étude comparative du squelette appendiculaire réalisée par KÖHLER (1993) pour de nombreux genres et sous-familles de ruminants a montré que

chaque segment fournit une information différente: la longueur des segments proximaux - humérus et fémur - reflète le poids du corps, celle des segments médians - radius et tibia - reflète la longueur du membre, alors que celle des segments distaux - métapodes - reflète les conditions du sol. En d'autres termes, les segments proximaux et médians - le stylopede et le zeugopode - reflètent plutôt les caractéristiques corporelles de l'animal, alors que les segments distaux reflètent davantage son mode de vie. Pour les Bovidés, plusieurs études ont effectivement mis en évidence l'existence d'une variation de la longueur des métapodes en fonction du type de milieu (SCOTT 1983, 1985; KÖHLER 1993), et montré que l'adaptation à un habitat particulier est plus importante dans la détermination de la longueur de ces os que la taille corporelle de l'animal⁹⁶ (SCOTT 1983, 1985). En conséquence, les longueurs des segments distaux sont considérées comme de mauvais indicateurs de la taille, alors que les longueurs de l'humérus et du radius, moins influencées par l'habitat, donnent des résultats moins biaisés. Ceci nous amène à une première remarque, qui concerne l'estimation de la hauteur au garrot à partir des longueurs des différents os longs. Nos résultats ont montré que les longueurs du stylopede et du métapode peuvent varier sensiblement, alors que la longueur totale du membre demeure constante. De ce fait, les estimations obtenues à partir de ces éléments sont susceptibles d'être fortement biaisées. Par contre, le zeugopode, dont la longueur relative tend à rester constante, n'est pas sensé induire ce type de biais, et devrait donc être préféré pour les estimations de la hauteur au garrot.

Les métapodes peuvent donc être considérés comme de bons indicateurs du milieu de vie: les espèces de milieux ouverts tendent à avoir des membres - et donc des segments distaux - allongés, celles des régions montagneuses possèdent des éléments relativement courts, et celles qui vivent dans les régions boisées ont des segments distaux de longueur intermédiaire (SCOTT 1985). Par ailleurs, les travaux de GAMBARYAN (1974) ont montré que les adaptations à la course - tant par le mode "sauteur" que par le mode "coureur" - se traduisent par la réduction de la longueur relative du segment distal, alors que l'adaptation au mode "sauteur-coureur" mène au contraire à une augmentation de la longueur de la main et du pied. Il existe naturellement une relation entre le type d'habitat et le mode de locomotion: les espèces qui vivent en milieu ouvert sont adaptées à la course, et celles qui vivent dans les régions montagneuses sont spécialisées pour grimper.

⁹⁶ En conséquence, les longueurs des segments distaux sont considérées comme de mauvais indicateurs de la taille, alors que les longueurs de l'humérus et du radius, moins influencées par l'habitat, donnent des résultats moins biaisés (SCOTT 1983, 1985).

La plupart des membres de la sous-famille des Caprinés sont considérés comme typiques des formes de montagne. Du point de vue du mode de locomotion, les représentants des genres *Capra* et *Rupicapra* sont des "sauteurs" alors que ceux du genre *Ovis* sont des "sauteurs-coueurs" (GAMBARYAN, 1974). Ces deux variantes correspondent à des adaptations différentes en fonction du type d'habitat. Les mouflons, qui sont en effet des animaux plutôt coueurs que grimpeurs, manifestent une nette préférence pour les vastes espaces ouverts, à relief modéré, au sol dur et sec couvert d'une végétation herbacée ou arbustive. Ils évitent habituellement les rochers et les falaises abruptes⁹³ (PFEFFER 1967). En revanche, les représentants des genres *Capra* et *Rupicapra* fréquentent des habitats escarpés, dans les zones montagneuses.

On pourrait donc s'attendre à constater des différences en fonction du type de locomotion - "grimpeur" ou "coueur-grimpeur" - concernant la longueur relative des membres antérieur et postérieur. En effet, chez les Ongulés, le centre de gravité du corps est généralement déplacé vers l'avant, de sorte que les membres antérieurs ont une fonction de soutien alors que les membres postérieurs ont plutôt un rôle de propulsion. Cette différence de fonction explique le développement plus important du membre postérieur, comme c'est d'ailleurs le cas chez de nombreux Mammifères: *"L'hétéropodie - la prédominance métrique d'ensemble du membre pelvien sur le pectoral - est consécutive à la spécialisation de chacun dans l'acte locomoteur: le rôle du bras est plutôt statique (rôle porteur), celui de la jambe plutôt dynamique (rôle pulseur). Au cours de la transformation des membres-pivots en membres-ressorts, la jambe tendra donc à dépasser le bras, d'autant plus que l'adaptation à la marche et surtout à la course ou au saut sera plus poussée"* (LESSERTISSEUR & SABAN, 1967, p.733). Nous n'avons pas constaté de différences, pour le rapport des membres antérieur et postérieur, entre le chamois, le bouquetin et les moutons primitifs. Il est possible que les différences de locomotion ne soient pas suffisamment importantes pour entraîner des modifications sensibles, et ce malgré la plus grande aptitude du chamois et du bouquetin aux sauts et aux escalades difficiles.

D'après KÖHLER, les formes de montagne présentent une morphologie typique, d'autant plus accentuée que le sol de l'habitat est difficile: le tibia est particulièrement long et les métapodes sont fortement réduits. Or nos résultats montrent que l'allongement relatif du tibia et le raccourcissement des métapodes atteignent leur degré maximal chez le bouquetin, alors

⁹³ Dans des conditions normales, les mouflons occupent par conséquent une niche écologique complémentaire de celle des caprins. Par contre, les mouflons pachycères (*Ovis canadensis*), qui vivent dans des régions où le genre *Capra* n'est pas représenté, occupent précisément la niche écologique de ce dernier (PFEFFER 1967).

que c'est chez le mouton (primitif) que ces transformations sont les moins importantes. Dans les deux cas, le chamois occupe une position intermédiaire entre ces deux formes extrêmes. Nous ne constatons donc pas un clivage entre le genre *Ovis* d'une part et les genres *Capra* et *Rupicapra* de l'autre, comme on s'y attendrait d'après les différences de modes de locomotion et types d'habitats respectifs décrites plus haut. En outre, malgré un mode de vie apparemment similaire, nous avons constaté l'existence de disparités importantes entre le chamois et le bouquetin.

En fait, les adaptations de ces deux espèces au milieu montagnard ne sont pas identiques. COUTURIER (1958) a montré que, de par la conformation de leurs sabots, les deux espèces ont des exigences mésologiques propres et que leur habitat de prédilection est en réalité différent. "*L'ibex alpin est avant tout rupicole; les rochers sont son royaume. Il évite la forêt, plus encore les étendues neigeuses ou glacées (...). Sans avoir la virtuosité de l'ibex, le chamois se comporte fort bien dans le rocher, quelle que soit sa nature (...). Il aime la forêt en toute saison. Il est donc rupicole et sylvicole. Espèce montagnarde complète, le chamois ne craint ni la neige, ni les névés, ni même les glaciers*" (COUTURIER 1958, p.87). Ces adaptations différenciées pourraient expliquer les disparités constatées dans les proportions relatives des divers segments de membres.

On peut également invoquer, pour expliquer ces disparités, le fait que le bouquetin est plus lourd que le chamois. Plusieurs auteurs ont en effet montré que l'augmentation de la taille entraîne justement le type de modifications que nous avons constatées: "Une augmentation du poids cause chez les Bovidés une réduction secondaire de la longueur du pied, alors que le fémur augmente de longueur" (GAMBARYAN 1974, p.134). Cet argument concernant la taille corporelle se trouve d'ailleurs renforcé par l'existence du même type de divergences (concernant le raccourcissement du métapode et l'allongement du stylopode), bien qu'à un degré moindre, entre les mâles et les femelles de bouquetin - les premiers étant plus lourds que les secondes. En outre, ces différences ne se retrouvent pas chez le chamois, qui présente un dimorphisme sexuel beaucoup moins marqué. Cependant, bien que la taille et le poids des étagnes et des chamois soient assez similaires, leurs différences de proportions sont nettement plus importantes que celles qui existent entre les étagnes et les bouquetins mâles. L'argument proposé n'est donc pas suffisant.

Pour GAMBARYAN, la différence de réduction du pied entre les genres *Capra* et *Rupicapra* ne s'explique pas par une question de taille, et les divergences constatées ne peuvent pas non plus être attribuées à une différence dans le degré de spécialisation au

saut. Selon cet auteur, les deux genres auraient acquis indépendamment les adaptations qui leur permettent de vivre dans les rochers: "les dissemblances dans les rapports de longueur des segments s'expliquent par des différences d'ordre mécanique dans la phase de support précédant le saut"⁹⁴ (GAMBARYAN 1974, p.134).

⁹⁴ La spécialisation au saut se produit suivant deux séquences possibles: "*With the first path, extension of the talocrural joint in the phase of support occurs a good deal later than that of the knee and hip joints (goats) and with the second path, all these joints are extended synchronously (chamois). Because of this, in all goats the load tending to break the foot is increased to a considerable extent in the phase of support, while in the chamois the load on the foot is distributed parallel to its length*" (GAMBARYAN, 1974, p.343-344).

3.3. Gracilité (os longs)

Pour le chamois, le bouquetin et le mouton, nous abordons ici l'étude de la gracilité des os longs. Le degré de gracilité est représenté par l'indice DTmD/LM, qui correspond au rapport entre le diamètre transverse minimum de la diaphyse et la longueur maximum de l'os. Quelques données concernant les rapports du diamètre transverse proximal maximum (DTpM) et du diamètre transverse distal maximum (DTdM) avec la longueur maximum (indices DTpMLM et DTdMLM) sont également présentés. Tous les indices sont exprimés en pour cent.

3.3.1. Chamois et bouquetin

Pour les deux espèces, les valeurs globales de l'indice DTmD/LM, ainsi que celles des mâles et des femelles, sont présentées au **tableau 3.4**. La dispersion des valeurs (écart-type) est assez similaire pour les différents éléments et pour les deux espèces. Toutefois, pour certains os, la variabilité globale (mâles et femelles confondus) est un peu plus importante chez le bouquetin. Dans le cas du radius, par exemple, cela s'explique par l'existence de différences de gracilité entre mâles et femelles de bouquetin, alors que le dimorphisme sexuel est nul chez le chamois. En revanche, la variabilité globale est similaire chez les deux espèces pour le fémur, et dans ce cas la gracilité est la même pour les mâles et les femelles (de chacune des deux espèces) (cf. § 3.4). Mais d'autres variations ne s'expliquent pas par l'existence d'un dimorphisme sexuel: pour les métapodes par exemple, et en particulier pour le métacarpe, il semble exister une variabilité individuelle un peu plus importante chez le bouquetin – mais rien ne prouve qu'elle n'est pas simplement due à l'échantillonnage.

Différences de gracilité entre les os longs

Chez les deux espèces, les segments homologues sont plus robustes au membre antérieur qu'au membre postérieur (**tab. 3.4, fig. 14**). Pour le chamois, c'est également vrai globalement (tous segments confondus); mais chez le bouquetin, le métatarse est plus robuste que l'humérus. Au membre antérieur, la robustesse augmente du stylo-pode au métapode. Au membre postérieur, le stylo-pode et le métapode sont aussi robustes l'un que l'autre chez le chamois, alors que le métatarse est nettement plus robuste que le fémur chez le bouquetin. Chez les deux espèces, le métacarpe est l'os le plus robuste et le tibia l'os le plus gracile.

Différences de gracilité entre les deux espèces

Le bouquetin est plus robuste que le chamois et cette différence se reflète sur tous les os longs mais à des degrés différents (**tab. 3.4, fig. 14**). La disparité la plus marquée concerne les métapodes, et elle est maximale pour le métatarse. En outre, les différences entre les deux espèces sont plus marquées au membre antérieur que postérieur, surtout pour le stylopode et le zeugopode. Le recouvrement des intervalles de variation des valeurs des deux espèces est maximal pour le stylopode, mais la séparation est à peine meilleure pour le zeugopode (**fig. 14**).

Puisqu'il existe généralement une différence de gracilité entre les mâles et les femelles de bouquetin (§ 3.4), le recouplement avec les valeurs du chamois est davantage dû aux femelles – plus graciles – qu'aux mâles de bouquetin. Ainsi, le calcul de la différence de gracilité entre les deux espèces ne prenant en compte que les étagnes ((moyenne étagnes–moyenne chamois) / moyenne étagnes) donne les valeurs de 14.7% (au lieu de 18.2%) pour l'humérus, 17.4% (au lieu de 20.2%) pour le radius, 30.2% (au lieu de 31.6%) pour le métacarpe, 14.4% (inchangé) pour le fémur, 11.9% (au lieu de 14.5%) pour le tibia et 31.3% (au lieu de 33.1%) pour le métatarse. Or les étagnes ressemblent au chamois par leurs dimensions absolues et, bien que les premières soient dans l'ensemble un peu plus robustes que les seconds, il existe un risque de confusion dû aux individus les plus extrêmes (**fig. 15**).

Ces différences – ou ressemblances – concernant les dimensions absolues et la gracilité sont également bien illustrées par les graphes bivariés correspondant aux différents éléments anatomiques (**fig. 16-21**). Un risque de confusion entre étagnes et chamois existe pour l'humérus (**fig. 16a**), le radius (**fig. 17a**), le fémur (**fig. 18a**) et le tibia (**fig. 19a**) mais il est assez faible, car les étagnes sont plus robustes. Les différences résident dans le fait que ces dernières sont à peu près de même longueur (LM) mais plus larges (DTmD) (humérus, fémur), ou qu'elles sont en même temps un peu moins longues et un peu plus larges (radius), ou encore moins longues et de même largeur (tibia). Pour le métacarpe (**fig. 20a**) et le métatarse (**fig. 21a**), le risque de confusion entre les deux espèces est nul. Pour ces éléments, la différence de gracilité entre les chamois et les étagnes réside dans le fait que les os longs de ces dernières sont dans l'ensemble plus larges (DTmD), mais surtout nettement plus courts (LM).

Les différences de gracilité entre le chamois et le bouquetin se manifestent également lorsque l'on compare le diamètre transverse des épiphyses en relation avec celui de la

diaphyse. Les indices DTp/MLM ou DTd/MLM sont dans de nombreux cas aussi divergents, voire davantage, que l'indice DTmD/LM (fig. 16–21).

DTmD / LM	SEXE	N	moyenne	min.	max.	écart-type	Différence
HUMERUS							18.2%
<i>R.rupicapra</i>	M+F	33	8.1	7.0	9.0	0.4	
	F	23	8.2	7.7	9.0	0.3	
	M	7	7.7	7.0	8.3	0.4	
<i>C.ibex</i>	M+F	46	9.9	8.7	11.2	0.5	
	F	18	9.5	8.7	10.2	0.4	
	M	25	10.2	9.3	11.2	0.4	
RADIUS							20.2%
<i>R.rupicapra</i>	M+F	44	9.5	8.4	10.4	0.4	
	F	29	9.5	8.8	10.4	0.4	
	M	12	9.4	8.4	10.3	0.5	
<i>C.ibex</i>	M+F	55	11.9	10.5	13.4	0.6	
	F	21	11.5	10.5	12.2	0.4	
	M	30	12.3	11.4	13.4	0.5	
METACARPE							31.6%
<i>R.rupicapra</i>	M+F	58	10.4	9.2	11.6	0.6	
	F	34	10.3	9.4	11.5	0.6	
	M	15	10.6	9.2	11.6	0.5	
<i>C.ibex</i>	M+F	60	15.2	13.5	17.1	0.8	
	F	24	14.9	13.5	16.1	0.7	
	M	32	15.5	13.7	17.1	0.8	
FEMUR							14.4%
<i>R.rupicapra</i>	M+F	39	7.7	7.1	8.9	0.4	
	F	27	7.8	7.4	8.9	0.4	
	M	9	7.6	7.1	7.9	0.3	
<i>C.ibex</i>	M+F	51	9.0	8.1	9.9	0.4	
	F	22	9.0	8.4	9.9	0.4	
	M	26	9.0	8.3	9.9	0.4	
TIBIA							14.5%
<i>R.rupicapra</i>	M+F	36	5.9	5.3	6.3	0.3	
	F	23	5.9	5.5	6.3	0.2	
	M	8	5.9	5.4	6.3	0.3	
<i>C.ibex</i>	M+F	48	6.9	6.2	7.9	0.3	
	F	20	6.7	6.2	7.6	0.3	
	M	26	7.0	6.4	7.9	0.3	
METATARSE							33.1%
<i>R.rupicapra</i>	M+F	59	7.9	7.0	8.7	0.4	
	F	34	8.0	7.3	8.7	0.4	
	M	15	7.9	7.0	8.6	0.5	
<i>C.ibex</i>	M+F	59	11.8	10.7	13.5	0.6	
	F	23	11.5	10.8	12.2	0.4	
	M	32	12.1	10.7	13.5	0.6	

Tableau 3.4. Paramètre statistiques pour l'indice de gracilité DTmD/LM (exprimé en pour cent). La différence entre les valeurs moyennes des deux espèces est exprimée par le rapport (moyenne bouquetin–moyenne chamois) / moyenne bouquetin.

En conclusion, si l'étude du dimorphisme sexuel a montré que les différences de gracilité entre mâles et femelles sont modérées chez le bouquetin et pratiquement nulles pour le chamois (§ 3.4), la différence entre ces deux espèces est toujours nette. Il peut exister des recouvrements entre les extrêmes (bouquetins graciles – généralement étagnes – et chamois robustes) pour le stylopede et le zeugopode, mais pas pour le métapode. Ainsi, le critère de gracilité doit généralement permettre de faire la distinction entre le chamois et les étagnes (il n'est pas possible de confondre les chamois et les bouquetins mâles, en raison des dimensions nettement supérieures de ces derniers).

Développement relatif des épiphyses

Certains auteurs (CAPASSO BARBATO *et al.* 1982) ont proposé que le chamois se différencie du bouquetin par un moindre développement des épiphyses par rapport au diamètre transverse de la diaphyse⁹⁵. Les tests statistiques (t et U) réalisés sur nos données (indices DTmD/DTpM et DTmD/DTdM qui mesurent le développement des épiphyses relativement à la diaphyse) ne permettent pas de confirmer ces observations. Au contraire, le développement des épiphyses proximales et distales du fémur (**fig. 43 et 44**) et du métatarse (**fig. 48 et 49b**) est proportionnellement plus important chez le chamois que chez le bouquetin ($p < 0.001$). Il en va de même pour les épiphyses distales de l'humérus (**fig. 41**), du métacarpe (**fig. 49a**) et du tibia (**fig. 46**) ($p < 0.001$), ainsi que pour le proximum du tibia (**fig. 45**) ($p < 0.05$). Seulement pour le radius, le proximum est proportionnellement plus développé transversalement chez le bouquetin que chez le chamois (**fig. 42**) ($p < 0.001$); toutefois, cela ne correspond pas à un développement global (largeur et longueur) de cette épiphyse, mais à un étirement dans le sens médio-latéral (**cf. § 3.5.3, tab. 3.67**). Pour les proximums de l'humérus et du métacarpe (**fig. 47**), ainsi que pour le distum du radius, il n'y a pas de différences significatives entre le chamois et le bouquetin. Dans tous les cas, pour les deux indices, il existe un recouvrement important des valeurs des deux espèces. Les indices DTmD/DTpM et DTmD/DTdM ne sont donc d'aucune utilité pour la distinction entre le chamois et le bouquetin.

⁹⁵ "Dans le cas d'un mâle robuste de chamois, à une augmentation du diamètre transverse de la diaphyse correspond une augmentation moindre des épiphyses" (CAPASSO BARBATO *et al.* 1982, p.119-120).

3.3.2. Mouton

Corpus

Nous avons calculé l'indice DTmD/LM pour différentes populations de mouton, en fonction des données disponibles. Le "corpus de base" est constitué par les moutons de race soay (CLUTTON-BROCK *et al.* 1990), shetland (DAVIS 1996, 2000), mérinos (HAAK 1965) et clun, mais les shetland n'ont pu être inclus dans les comparaisons pour l'humérus et le fémur⁹⁶. Nous présentons également les indices obtenus pour deux petits échantillons, l'un constitué de moutons du Soudan et l'autre de moutons shetland ("shetland(2)"); nous avons volontairement fait la distinction entre ces derniers et les moutons de même race mesurés par DAVIS. Nous avons également comparé les valeurs obtenues pour les individus actuels avec celles de spécimens fossiles. Les deux corpus les plus importants sont constitués des moutons néolithiques du site de Boury-en-Vexin (MENIEL 1987) et, pour les métapodes, des spécimens de l'âge du Fer du site de Manching (BOESSNECK *et al.* 1971). A titre de comparaison sont également mentionnées les valeurs obtenues pour quelques spécimens néolithiques provenant du site de Twann (BECKER & JOHANSSON 1981) et, pour les métapodes, du site de Saint-Aubin (Neuchâtel, Suisse). Pour ces mêmes éléments, nous avons également calculé les indices de gracilité des moutons préhistoriques du site de Kerna (CHAIX & GRANT 1987).

Pour les moutons soay (n=40-44) et clun (n=17-20), la composition du corpus est la même (à quelques individus près) pour tous les os. Pour les mérinos et les shetland, la composition est différente, et il existe un biais au niveau du sex-ratio. Pour les mérinos, les disparités concernent les corpus pour les métapodes (n=24) et ceux pour les stylopede et zeugopode (n=16): seuls certains des spécimens mesurés pour le stylopede et le zeugopode l'ont été pour les métapodes, et le corpus pour les métapodes comprend de nombreux spécimens qui ne figurent pas dans les autres corpus⁹⁷. Pour les shetland, les échantillons du radius (n=32) et du tibia (n=27) sont constitués essentiellement de femelles, alors que pour les métapodes (n=45-47) il y a davantage de mâles et surtout de castrats⁹⁸. L'étude du dimorphisme sexuel (§ 3.4) a montré l'existence de différences sexuelles

⁹⁶ Pour ces éléments, la longueur mesurée est la longueur maximum depuis la tête (LMT) et non la longueur maximum (LM).

⁹⁷ Pour les métapodes il y a un nombre égal de mâles, femelles et castrats (8 de chaque), alors que pour les autres os il y a 10 femelles, 3 mâles et 3 castrats.

⁹⁸ La composition est la suivante: radius (26 femelles, 2 mâles et 4 castrats), tibia (26 femelles et 1 castrat), métacarpe (26 femelles, 5 mâles et 16 castrats), métatarse (26 femelles, 6 mâles et 13 castrats).

concernant la gracilité des métapodes des moutons shetland: les mâles sont plus robustes que les castrats et les femelles; mais la différence entre femelles et castrats, qui constituent l'essentiel des corpus, est faible ou nulle. Pour les mérinos, la même étude n'a mis en évidence aucune différence significative entre les sexes (pour le métapode). Il faut également considérer les différences de sex-ratio entre populations. Pour les soay, la moitié des spécimens sont de sexe inconnu, et le nombre de femelles, mâles et castrats est à peu près équivalent (5-8 de chaque, suivant les os). Pour les clun, il n'y a pas non plus de grand déséquilibre entre les sexes (en général 8 femelles, 5 mâles, 5 castrats et 2-3 non sexés). Nous avons donc affaire à des corpus dont le sex-ratio est à peu près équilibré pour les soay et les clun; pour les mérinos, ce rapport est équilibré pour les métapodes, mais le sex-ratio est plus ou moins déséquilibré en faveur des femelles pour les autres os des mérinos et pour les shetland. Les moutons préhistoriques de Kerma (n=19-20) ont été trouvés dans des sépultures, et les mêmes individus ont donc été mesurés pour le métacarpe et le métatarse. Pour les moutons de Boury-en-Vexin (n=18-33) et de Manching (n=56-63) on peut également considérer, pour des raisons statistiques, qu'il s'agit globalement des mêmes corpus pour les différents éléments.

Compte tenu de ce qui précède, nous pouvons considérer que les différences de composition des corpus ne constituent pas, dans le cas présent, un biais important.

Variabilité

Pour chaque élément anatomique, nous pouvons considérer la dispersion globale correspondant au "corpus de base" et celle de chacune des populations (tab. 3.5–3.10). Pour l'écart-type global, les valeurs sont comprises entre 0.9 et 1.3; ces valeurs sont supérieures à celles obtenues pour le chamois et le bouquetin (0.3–0.8). En outre, pour tous les os, la variabilité de chaque groupe est inférieure à la variabilité globale. Il est donc d'emblée évident qu'il existe chez le mouton une diversité intraspécifique relativement importante. La dispersion au sein d'une même population varie entre 0.3 et 1.2. Dans l'ensemble, elle est un peu plus importante chez les mérinos (0.6–1.2) et les clun (0.5–1.1) que chez les soay (0.3–0.8) et les shetland (0.3–0.7). Cette plus grande homogénéité des moutons soay et shetland – on remarque que leurs valeurs d'écart-types sont similaires à celles du chamois et du bouquetin – n'est pas étonnante compte tenu de l'origine des échantillons (§ 3.1).

Comparaisons entre populations

Humérus (tab. 3.5, fig. 22a)

Pour le corpus de base, les soay sont les moutons les plus graciles, et les clun les plus robustes; il n'y a pas de recoupement des valeurs entre nos deux échantillons. Les moutons du Soudan sont encore plus graciles que les soay, alors que les moutons néolithiques de Boury-en-Vexin présentent des valeurs tout à fait similaires à celles des soay.

HUM - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	79	10.9	9.1	13.9	1.3
Soay	43	9.9	9.1	10.8	0.4
Mérinos	16	11.6	10.3	13.4	0.9
Clun	20	12.4	11.3	13.9	0.7
Shetland (2)	5	10.8	10.1	11.2	0.4
Soudan	5	8.4	7.3	9.1	0.7
Boury-en-Vexin	30	9.9	9.3	11.1	0.5

Tableau 3.5. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité de l'humérus pour différents types de moutons.

Radius (tab. 3.6, fig. 23a)

La robustesse augmente depuis les soay jusqu'aux clun. La différence entre ces deux populations est un peu moins marquée que pour l'humérus, et il existe un léger recoupement des valeurs. Les shetland sont, dans l'ensemble, un peu moins graciles que les soay mais la plupart de leurs valeurs individuelles sont comprises dans l'intervalle de variation de celles des soay. Par comparaison aux autres ovins, les moutons du Soudan sont extrêmement graciles. Les valeurs obtenues pour les spécimens néolithiques de Boury-en-Vexin révèlent une gracilité supérieure encore à celle des soay (alors qu'elle était similaire chez ces deux groupes pour l'humérus). Deux spécimens de Twann sont également très graciles.

RAD - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	111	11.5	10.0	15.0	1.1
Soay	43	10.8	10.0	12.1	0.6
Shetland	32	11.5	10.5	12.9	0.7
Mérinos	16	12.0	10.9	14.8	1.2
Clun	20	12.8	11.6	15.0	1.0
Shetland (2)	5	11.9	10.4	12.9	1.0
Soudan	6	8.3	7.4	8.9	0.6
Boury-en-Vexin	33	9.9	9.2	10.7	0.4
Twann	2	10.4	10.3	10.6	0.2

Tableau 3.6. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du radius pour différents types de moutons.

Fémur (tab. 3.7, fig. 24a)

Comme pour l'humérus et le radius, les clun et les mérinos sont plus robustes que les autres ovins. Il n'y a pas de recoupement des valeurs pour nos échantillons de moutons soay et clun. Les moutons du Soudan sont toujours les plus graciles, mais la différence est moins marquée que pour le radius. Les spécimens néolithiques de Boury-en-Vexin sont dans l'ensemble un peu plus graciles que les soay. Un spécimen de Twann est également très gracile.

FEM - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	79	9.6	8.2	11.7	1.0
Soay	43	8.8	8.2	9.8	0.4
Mérinos	16	10.2	9.2	11.3	0.6
Clun	20	10.8	9.9	11.7	0.5
Shetland (2)	5	9.5	8.5	10.3	0.6
Soudan	6	8.1	7.3	8.5	0.5
Boury-en-Vexin	18	8.3	7.6	9.1	0.4
Twann	1	7.8	-	-	-

Tableau 3.7. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du fémur pour différents types de moutons.

Tibia (tab. 3.8, fig. 25a)

Les valeurs obtenues pour les moutons shetland sont étonnantes (tab. 3.8): leurs tibias sont aussi graciles que ceux des moutons du Soudan, c'est-à-dire beaucoup plus que ceux des soay. Mais les valeurs obtenues pour notre petit échantillon de moutons shetland(2) ne donnent pas la même information, alors que pour tous les autres éléments anatomiques qui ont pu être comparés (radius, tab. 3.6 et métapodes, tab. 3.9-3.10) les valeurs des deux échantillons sont similaires. Faute d'avoir pu contrôler ces données, nous les avons exclues des figures 27 et 28.

TIB - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	103	7.1	5.4	9.5	1.0
Shetland	27	5.9	5.4	6.4	0.3
Soay	40	7.1	6.6	7.7	0.3
Mérinos	16	7.9	7.2	9.5	0.6
Clun	20	8.4	7.8	9.3	0.5
Shetland (2)	5	7.3	6.8	7.7	0.4
Soudan	7	6.0	5.4	6.4	0.4
Boury-en-Vexin	32	6.2	5.7	6.9	0.3
Twann	1	6.2	-	-	-

Tableau 3.8. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du tibia pour différents types de moutons.

Métacarpe (tab. 3.9, fig. 26a) et métatarse (tab. 3.10, fig. 27a)

Les moutons clun sont de loin les plus robustes, surtout pour le métacarpe. Les valeurs des soay et des shetland sont similaires. La variabilité est assez importante pour les spécimens de Manching qui sont dans l'ensemble un peu plus graciles que les soay. Les valeurs de quelques individus néolithiques des sites de Twann et de St-Aubin sont comprises dans la marge de variation des moutons de Boury-en-Vexin, qui sont nettement plus graciles que les soay. Par leur gracilité, les moutons du site de Kerma ressemblent aux moutons actuels du Soudan (d'après les données de nos échantillons, le métacarpe est légèrement plus robuste, et le métatarse plus gracile, chez les moutons de Kerma).

MTC - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	132	11.7	8.7	16.3	1.2
Soay	44	11.1	8.7	12.5	0.8
Shetland	47	11.4	10.4	13.5	0.6
Mérinos	24	12.0	9.5	14.8	1.2
Clun	17	13.8	11.9	16.3	1.1
Shetland (2)	5	11.1	9.9	12.4	1.0
Soudan	11	7.8	7.2	8.2	0.3
Boury-en-Vexin	29	9.7	8.4	10.8	0.5
Twann	4	9.8	9.2	10.5	0.5
St-Aubin	4	9.3	8.4	10.2	0.8
Manching	56	10.4	8.6	12.3	1.0
Kerma	20	8.2	7.3	8.6	0.4

Tableau 3.9. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du métacarpe pour différents types de moutons.

MTT - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	129	9.3	7.7	12.8	0.9
Soay	44	8.9	8.1	10.0	0.4
Shetland	45	9.0	8.0	10.8	0.6
Mérinos	24	9.5	7.7	12.3	1.0
Clun	17	10.7	8.9	12.8	0.9
Shetland (2)	4	8.6	8.1	9.2	0.5
Soudan	11	7.0	6.3	7.6	0.4
Boury-en-Vexin	21	7.8	6.8	8.5	0.4
Twann	4	8.2	7.2	10.0	1.3
St-Aubin	5	7.5	7.2	7.8	0.2
Manching	63	8.2	7.0	9.4	0.6
Kerma	19	6.8	6.3	7.2	0.3

Tableau 3.10. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du métatarse pour différents types de moutons.

Dimensions

Les graphes bivariés (fig. 22b–27b) permettent d'apprécier les différences de dimensions entre les divers types de moutons étudiés, et il est possible d'en tirer quelques généralités. Les moutons clun et mérinos sont plus grands et plus robustes que les autres ovins. Le diamètre transverse de la diaphyse est similaire pour ces deux groupes, mais les os des mérinos sont plus longs, et donc un peu plus graciles que les clun. Les dimensions du radius des femelles shetland ressemblent à celles des soay mais sont, à longueur égale, un peu plus larges; les radius de deux mâles sont plus grands que ceux des femelles, et ceux de quatre castrats plus graciles (fig. 23b). Les soay et les spécimens néolithiques de Boury-en-Vexin présentent, pour l'humérus, des dimensions tout à fait similaires, tant pour la longueur que pour la largeur de l'os. Pour les autres éléments, les spécimens de Boury-en-Vexin sont, à diamètre transverse égal, plus longs, et donc plus graciles. Concernant les métapodes, les spécimens de Manching ont le même diamètre transverse que les moutons soay (et néolithiques) mais ils sont plus longs que les soay, et donc plus graciles (leur gracilité est intermédiaire entre celles des moutons néolithiques et des soay, mais la variabilité est importante). Les moutons du Soudan présentent les mêmes valeurs de diamètre transverse que les soay, mais ils sont encore plus longs que ces derniers – et que les spécimens néolithiques ou de l'âge du Fer - et donc également plus graciles. Les dimensions des métapodes correspondant aux spécimens du site de Kerma sont plus grandes que celles des moutons actuels du Soudan: les moutons préhistoriques sont plus longs et plus larges, mais la gracilité est comparable. Les métapodes des moutons shetland sont en tout point similaires à ceux des soay (longueur, diamètre transverse et gracilité).

Comparaison globale

La figure 28 donne une vision globale, pour tous les os longs, des différences de gracilité observées. Comme nous l'avons vu pour chacun des éléments, les moutons clun sont les plus robustes, suivis des mérinos. Dans l'ensemble, les moutons shetland sont un peu plus robustes que les soay. Ces derniers sont, certes, plutôt graciles, mais moins que les spécimens néolithiques (sauf pour l'humérus). Les moutons du Soudan sont les plus graciles de tous - et de loin pour certains éléments.

La même figure montre aussi clairement que les différences entre populations sont surtout marquées pour le membre antérieur. A ce niveau, on remarque également que les différences de gracilité entre éléments ne sont pas constantes. Pour les clun et les mérinos, la divergence maximale concerne le métacarpe; il en va de même si l'on compare les moutons

du Soudan et les soay. Par contre, pour les moutons soay et shetland, la différence est nulle pour le métacarpe, alors qu'elle est nette pour l'humérus et le radius. Pour les moutons soay et ceux de Boury-en-Vexin, la différence est nulle pour l'humérus mais importante pour le métacarpe, alors que pour les moutons shetland et mérinos elle est nulle pour le radius et nette pour l'humérus et le métacarpe. Bref, il existe en quelque sorte une allométrie de gracilité; essayons de comprendre pourquoi.

Pour le membre antérieur, la robustesse augmente du stylo-pode au métapode pour les moutons clun et les soay; chez ces deux groupes, le métacarpe est nettement plus robuste que l'humérus. Chez les moutons du Soudan, c'est l'inverse: le métacarpe est plus gracile que l'humérus (la gracilité est similaire pour l'humérus et le radius). Les moutons mérinos, shetland et néolithiques sont en quelque sorte intermédiaires entre ces deux extrêmes: le métacarpe est à peine plus robuste que l'humérus (pour les deux premiers) ou à peine plus gracile (pour les néolithiques).

La même "séquence" s'observe pour le membre postérieur: le métatarse est à peu près aussi gracile que le fémur chez les moutons clun et soay, alors qu'il est nettement plus robuste que le fémur chez les moutons du Soudan. A nouveau, les moutons mérinos, shetland et néolithiques sont intermédiaires: le métatarse est légèrement plus robuste que le fémur (pour les deux premiers) ou de gracilité comparable (pour les néolithiques).

Nous pouvons ainsi distinguer trois "types" de moutons selon la gracilité des métapodes *relativement à celle des autres os longs*. Le **tableau 3.11** présente, pour chaque population, la différence de gracilité entre le métacarpe et l'humérus, le métacarpe et le radius, le métatarse et le fémur et le métatarse et le tibia. L'indice de *gracilité relative du métapode* exprime la différence de gracilité par rapport à un autre segment. Pour prendre l'exemple de la différence de gracilité entre le métacarpe et l'humérus, l'indice a été calculé de la manière suivante : $((\text{gracilité humérus} - \text{gracilité métacarpe}) / \text{gracilité métacarpe}) \times 100$. Il en ressort que les moutons clun et soay possèdent des métapodes robustes, les moutons du Soudan des métapodes graciles, et les moutons shetland et mérinos sont intermédiaires, de même que les spécimens néolithiques de Boury-en-Vexin. Les différences entre populations sont illustrées à la **figure 29**.

	MTC / HUM	MTC / RAD	MTT / FEM	MTT / TIB	Gracilité relative des métapodes
Soay	11%	3%	1%	20%	robustes
Clun	10%	7%	-1%	21%	robustes
Mérinos	3%	0%	-7%	17%	intermédiaires
Shetland	3%	-7%	-10%	15%	intermédiaires
Boury-en-Vexin	-2%	-2%	-6%	21%	intermédiaires
Soudan	-8%	-6%	-16%	14%	graciles

Tableau 3.11. Gracilité relative des métapodes pour différents types de moutons. Le calcul des indices (MTC/HUM, MTC/RAD, MTT/FEM, MTT/TIB) est expliqué dans le texte.

Grâce aux différentes données accumulées, il est ainsi possible de faire la distinction entre la gracilité générale du squelette et la gracilité relative des métapodes. Les moutons clun possèdent un squelette robuste, et les métapodes sont également robustes, par rapport au reste du squelette. Les moutons soay sont nettement plus graciles que les clun mais, comme ces derniers, ils possèdent des métapodes robustes; ainsi, c'est pour ces éléments que la différence par rapport aux moutons néolithiques, plus graciles dans l'ensemble, est la plus marquée. Les moutons du Soudan possèdent le squelette le plus gracile, et leurs métapodes sont particulièrement graciles par rapport aux autres os longs.

3.3.3. Discussion: signification des différences constatées (chamois, bouquetin et mouton)

Nous avons constaté que les différences entre espèces ou populations concernent davantage le membre antérieur, ce qui est particulièrement vrai pour le stylopede et le zeugopode (**figures 14 et 28**). Nous avons déjà mentionné le rôle distinct des membres antérieur et postérieur (§ 3.2): puisque le centre de gravité du corps est déplacé vers l'avant, et que le membre antérieur possède donc une fonction de soutien, les modifications dues aux différences de poids affectent davantage le squelette du membre antérieur.

Les différences de gracilité correspondent à des allométries des longueurs et largeurs des os. Or, selon SCOTT (1985), les diamètres des os longs sont largement déterminés par le poids du corps, alors que les longueurs sont libres de varier en fonction de l'habitat. Lorsque la taille de l'animal augmente, la forme doit changer afin de maintenir une fonction équivalente: les membres deviennent plus courts et plus épais par rapport au poids du corps, et chaque os devient beaucoup plus épais par rapport à sa longueur.

Pour les Bovidés, le degré de gracilité des métapodes reflète également l'adaptation à un type d'habitat particulier, et les espèces qui habitent les collines et les terrains montagneux accidentés possèdent des métapodes élargis transversalement (SCOTT 1985).

Pour le mouton, les indices de gracilité relative des métapodes les plus élevés sont ceux des moutons clun et soay: ces moutons possèdent des métapodes relativement robustes – par comparaison avec les autres populations étudiées. Si nous calculons les mêmes indices pour le chamois et le bouquetin, nous obtenons les valeurs représentées à la **figure 30**. On peut voir que la robustesse relative des métapodes est particulièrement importante chez le bouquetin; en combinant ces résultats avec ceux obtenus au chapitre précédent (§ 3.2), nous pouvons dire que, par comparaison avec d'autres caprinés, cette espèce possède des métapodes relativement courts et robustes, relativement au stylopode et au zeugopode. La **figure 30** montre également que les métapodes du chamois sont relativement plus robustes que ceux des moutons. Il faut remarquer que les indices "bruts" de gracilité des métapodes ne donnent pas la même information: selon ces données, le métacarpe du chamois (10.4%) est plus gracile que celui des moutons clun (13.8%) et soay (11.1%)⁹⁹; ce résultat n'est pas faux, mais il ne tient pas compte de la gracilité générale du squelette.

A notre avis, les indices de *gracilité relative* des métapodes sont les mieux adaptés pour mettre en évidence les adaptations à différents mode de vie. Mais les résultats obtenus soulèvent des questions qui dépassent le cadre de ce travail. Pour le mouton par exemple, la gracilité générale du squelette serait à mettre en relation avec le poids des animaux, et la gracilité relative des métapodes serait à mettre en relation avec leur mode de vie (ou habitat); dans les deux cas, il faudrait également intégrer, le cas échéant, le mode de sélection opérée. Ces connaissances permettraient de caractériser les différents types ovins, et ces notions pourraient être élargies à d'autres espèces.

3.3.4. Gracilité des métapodes: comparaison des genres *Ovis*, *Capra* et *Rupicapra*

Nous avons déjà montré les différences de gracilité entre le chamois et le bouquetin (§ 3.3.1), ainsi que l'existence d'une variabilité très importante chez le mouton (§ 3.3.2). Les **tableaux 3.12 et 3.14** et la **figure 31** révèlent que les valeurs des moutons possédant des métapodes robustes (comme les clun mais aussi certains mérinos et shetland) sont comparables à celles de certains représentants du genre *Capra* (chèvres et bouquetins).

⁹⁹ Pour le bouquetin, l'indice de gracilité du métacarpe est égal à 15.2%.

Les valeurs des chèvres ne peuvent être considérées qu'à titre indicatif, compte tenu de la taille réduite des échantillons. On peut toutefois noter que les spécimens les plus graciles sortent de la marge de variation des valeurs du bouquetin (fig. 31). Les tableaux 3.13 et 3.15 donnent les valeurs de chèvres préhistoriques des sites de Manching (La Tène) et de Twann (Néolithique).

MTC - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>R.rupicapra</i>	58	10.4	9.2	11.6	0.6
<i>O.aries</i>	205	11.4	7.0	16.3	1.7
<i>C.hircus</i>	4	13.4	13.1	14.1	0.5
<i>C.ibex</i>	60	15.2	13.5	17.1	0.8

Tableau 3.12. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du métacarpe pour différentes espèces de caprinés.

MTC - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Manching	10	13.4	12.5	14.1	0.5
Twann	4	13.9	13.4	14.6	0.6

Tableau 3.13. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du métacarpe pour les chèvres des sites de Manching et de Twann.

MTT - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>R.rupicapra</i>	59	7.9	7.0	8.7	0.4
<i>O.aries</i>	197	9.1	6.3	14.5	1.2
<i>C.hircus</i>	4	9.9	9.4	10.7	0.5
<i>C.ibex</i>	59	11.8	10.7	13.5	0.6

Tableau 3.14. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du métatarse pour différentes espèces.

MTT - DTmD / LM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Manching	8	10.4	9.5	11.5	0.8
Twann	5	10.7	10.5	11.0	0.2

Tableau 3.15. Paramètres statistiques des valeurs de l'indice de gracilité du métatarse pour les chèvres des sites de Manching et de Twann.

Les figures 32 et 33 montrent la superposition des valeurs des diamètres transverses et des longueurs pour le métacarpe et le métatarse de différentes espèces. Compte tenu de la variabilité existant chez le mouton, cette espèce ne peut être distinguée de manière sûre des autres espèces, sur la base des dimensions générales des métapodes.

Mais puisque la variabilité observée chez le mouton résulte de l'existence de différents type ovins, on pourrait s'attendre à obtenir de meilleurs résultats lorsqu'on est en présence d'un ensemble plus homogène. La **figure 34**, qui présente les valeurs des chèvres et moutons du site de Manching, montre que, malgré une meilleure séparation, l'indice ne permet pas de déterminer spécifiquement les individus.

3.4. Dimorphisme sexuel

Nous aborderons l'étude métrique du dimorphisme sexuel d'abord pour les os longs, puis pour la scapula et certains tarsiens (talus, calcaneus et naviculo-cuboïde). Les analyses ont été menées en priorité chez le chamois et le bouquetin. Pour les os longs et la scapula, nous avons également testé l'existence de différences sexuelles chez les moutons soay, clun, shetland et mérinos, et ce malgré le fait que les effectifs de chaque population soient malheureusement très restreints. Les résultats obtenus pour cette espèce doivent donc être considérés comme préliminaires.

Les comparaisons par paires (mâles-femelles, mâles-castrats et femelles-castrats) ont été réalisées, à l'aide du test U de Mann-Whitney, sur les variables ainsi que sur les indices. Nous avons calculé un indice de dimorphisme sexuel (**IDS**) qui correspond au rapport **(moyenne des femelles / moyenne des mâles) x 100**; cet indice permet d'exprimer les dimensions des femelles comme un pourcentage de celles des mâles (pour la longueur maximum de l'humérus par exemple, la valeur moyenne des femelles de bouquetin correspond à 83.4% de la valeur moyenne des mâles). L'indice de dimorphisme sexuel a été calculé à partir des moyennes obtenues séparément pour les mâles et les femelles; nous l'avons également utilisé pour quantifier les différences de gracilité des os longs, même s'il perd alors de sa signification.

3.4.1. Os longs

Pour les os longs, les comparaisons ont porté exclusivement sur des spécimens adultes, c'est-à-dire chez lesquels la fusion épiphysaire est totalement réalisée. Les comparaisons ont porté sur les dimensions principales des éléments (LM, DTpM, DTmD et DTdM) ainsi que sur leurs indices de gracilité (DTmD/LM).

Bouquetin

Pour toutes les variables, il existe des différences très significatives entre les valeurs des mâles et celles des femelles (**tab. 3.16**). Les indices de dimorphisme sexuel indiquent

que les valeurs moyennes des femelles représentent entre 75.7% (DTmD radius) et 86.6% (LM métatarse) de celles des mâles.

Les différences (IDS) sont similaires pour les deux épiphyses d'une même articulation. En effet, le degré de dimorphisme sexuel du DTdM de l'humérus (81.6%) est similaire à celui du DTpM du radius (80.7%); la ressemblance est un peu moins grande pour le DTdM du fémur (82.8%) et le DTpM du tibia (85.5%), ce qui reflète une articulation plus lâche.

	<i>Capra ibex</i>										Test U Mann- Whitney	INDICE de dimorphisme sexuel (IDS)
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	CV	N	m	min.	max.	CV		
HUM												
LM	18	180.5	170.4	192.5	3.7	25	216.4	206.8	227.6	2.4	M>F***	83.4%
DTpM	8	47.5	45.3	51.2	3.8	15	58.8	54.4	63.6	4.4	M>F***	80.8%
DTmD	18	17.2	14.9	19.0	6.4	25	22.1	20.6	24.0	4.5	M>F***	77.8%
DTdM	18	36.3	33.2	38.8	4.4	25	44.5	41.2	48.0	3.4	M>F***	81.6%
RAD												
LM	21	166.4	151.9	180.2	4.2	30	203.5	190.9	219.0	2.9	M>F***	81.8%
DTpM	21	35.6	32.9	39.4	5.1	31	44.1	41.4	47.8	4.1	M>F***	80.7%
DTmD	21	19.0	16.8	21.0	5.3	30	25.1	22.9	27.3	4.4	M>F***	75.7%
DTdM	21	33.6	30.3	37.0	5.4	30	42.8	39.4	45.8	3.7	M>F***	78.5%
MTC												
LM	24	116.2	107.3	124.0	3.7	32	134.7	126.2	141.5	3.0	M>F***	86.3%
DTpM	24	27.8	25.5	30.9	5.0	32	33.3	30.9	35.9	4.2	M>F***	83.5%
DTmD	24	17.5	15.0	18.9	6.3	32	20.9	18.6	23.2	5.3	M>F***	83.7%
DTdM	24	31.0	28.3	34.1	5.2	32	37.1	34.5	39.1	3.0	M>F***	83.6%
FEM												
LM	22	205.8	185.3	223.9	4.7	26	251.1	238.8	264.1	2.6	M>F***	82.0%
DTpM	22	49.4	46.2	54.7	4.5	25	61.8	58.6	65.9	3.2	M>F***	80.0%
DTmD	22	18.6	16.3	20.3	5.9	27	22.5	21.0	24.6	4.4	M>F***	82.7%
DTdM	22	43.2	39.3	47.5	4.9	27	52.2	48.6	55.6	3.8	M>F***	82.8%
TIB												
LM	20	239.1	218.2	263.1	4.6	26	290.3	276.0	306.0	2.8	M>F***	82.4%
DTpM	8	49.6	47.1	52.2	3.4	25	58.0	55.4	59.6	1.9	M>F***	85.5%
DTmD	20	16.1	14.4	18.2	6.2	26	20.3	18.7	22.3	4.9	M>F***	79.3%
DTdM	20	28.9	27.0	32.6	5.2	24	34.1	31.4	35.7	2.9	M>F***	84.8%
MTT												
LM	23	123.1	112.7	134.9	4.4	32	142.2	131.7	149.9	3.2	M>F***	86.6%
DTpM	23	22.8	20.6	24.7	4.8	32	27.0	24.7	28.9	4.1	M>F***	84.4%
DTmD	23	14.1	12.5	15.3	5.0	32	17.2	15.5	18.7	4.7	M>F***	82.0%
DTdM	23	27.9	25.2	31.7	5.4	32	33.0	30.3	35.5	3.6	M>F***	84.5%

Tableau 3.16. Paramètres statistiques des dimensions des divers os longs pour les femelles et les mâles de bouquetin (*=p<0.05; **=p<0.01; ***=p<0.001). Les coefficients de variation (CV) sont exprimés en pour cent.

Si l'on considère globalement les IDS¹⁰⁰ des différents éléments anatomiques, le radius – suivi de l'humérus – est le segment qui présente le plus de dimorphisme sexuel, alors que les métapodes sont les moins dimorphes. Le dimorphisme est plus marqué pour le radius que pour le tibia – essentiellement à cause des diamètres transverses, alors que la différence entre l'humérus et le fémur est peu marquée (sauf pour le DTmD). Pour les métapodes, les différences entre membres antérieur et postérieur sont assez faibles.

Pour un élément anatomique donné, la LM est généralement la dimension qui présente le moins de différences sexuelles¹⁰¹ (fig. 35a), alors que la variable la plus dimorphe correspond au DTmD¹⁰² (fig. 37a). Autrement dit, les mâles sont surtout plus épais que plus longs, c'est-à-dire qu'ils sont plus robustes. En effet, à l'exception du fémur, tous les os longs présentent des différences plus ou moins significatives pour l'indice de gracilité – mais ces différences sont beaucoup moins importantes que celles observées pour les dimensions absolues (tab. 3.17).

Dans l'ensemble, le membre antérieur est davantage affecté par les différences sexuelles concernant la gracilité (fig. 39a). La plus grande robustesse des mâles concerne surtout l'humérus et le radius, alors que les différences entre mâles et femelles sont plus faibles pour le tibia, et nulles dans le cas du fémur. Les différences de gracilité entre mâles et femelles sont relativement peu marquées pour le métacarpe et le métatarse (fig. 39a et 39b).

DTmD/LM	<i>Capra ibex</i>										Test U	IDS
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min	max	s	N	m	min	max	s		
HUM	18	9.5	8.7	10.2	0.4	25	10.2	9.3	11.2	0.4	M>F***	93.1%
RAD	21	11.5	10.5	12.2	0.4	30	12.3	11.4	13.4	0.5	M>F***	93.5%
MTC	24	14.9	13.5	16.1	0.7	32	15.5	13.7	17.1	0.8	M>F*	96.1%
FEM	22	9.0	8.4	9.9	0.4	26	9.0	8.3	9.9	0.4	NS	100.0%
TIB	20	6.7	6.2	7.6	0.3	26	7.0	6.4	7.9	0.3	M>F**	95.7%
MTT	23	11.5	10.8	12.2	0.4	32	12.1	10.7	13.5	0.6	M>F**	95.0%

Tableau 3.17. Paramètres statistiques des indices de gracilité des divers os longs pour les femelles et les mâles de bouquetin (*=p<0.05; **=p<0.01; ***=p<0.001).

¹⁰⁰ Pour réaliser cette comparaison globale nous avons calculé, pour chaque os, la moyenne des IDS obtenus pour les quatre variables.

¹⁰¹ exceptions: fémur (DTdM) et tibia (DTpM)

¹⁰² exception: fémur (DTpM)

Chamois

Pour la plupart des variables, il existe des différences entre les valeurs des mâles et celles des femelles (**tab. 3.18**). Trois tests donnent des résultats non significatifs, mais les effectifs sont faibles (n=6-7 pour DTpM et DTmD de l'humérus, et n=11 pour DTmD du fémur). La comparaison des indices de dimorphisme sexuel (IDS) révèle que les valeurs des femelles représentent entre le **91.3%** (DTmD métacarpe) et le **102.0%** (DTmD humérus) des valeurs des mâles. Ces valeurs reflètent des différences beaucoup plus faibles que celles qui existent chez le bouquetin: la plus grande disparité entre les sexes pour le chamois (91.3%) reste inférieure à la plus faible différence constatée pour le bouquetin (86.8%).

Comme chez le bouquetin, le degré de dimorphisme sexuel du DTdM de l'humérus (95.8%) est similaire à celui du DTpM du radius (95.2%), de même que celui du DTdM du fémur (95.8%) est comparable à celui du DTpM du tibia (96.3%).

Pour un os donné, les deux variables les plus dimorphes sont LM et DTmD¹⁰³ (**figs. 36a et 38a**). Les variations du degré de dimorphisme sexuel en fonction de l'élément anatomique considéré sont beaucoup moins importantes que chez le bouquetin. Comme chez ce dernier, le radius est, pour l'ensemble de ses dimensions, l'os le plus dimorphe. Par contre, l'humérus est l'os qui présente le moins de dimorphisme sexuel, alors qu'il est le second le plus dimorphe chez le bouquetin.

Puisque les variables LM et DTmD présentent, pour un élément anatomique donné, un degré de dimorphisme sexuel similaire, il n'est pas étonnant de constater les faibles différences de gracilité existant entre les mâles et les femelles de chamois (**tab. 3.18, fig. 40a et 40b**). Contrairement à ce que nous avons constaté chez le bouquetin, l'humérus et le radius des mâles ne sont pas plus robustes que ceux des femelles. Pour l'humérus, les tests indiquent même que les femelles sont légèrement plus robustes que les mâles; mais ces résultats sont à prendre avec précaution compte tenu du petit échantillon constitué par les mâles.

	<i>Rupicapra rupicapra</i>										Test U Mann- Whitney	INDICE de dimorphisme sexuel (IDS)
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	CV	N	m	min.	max.	CV		
HUM												
LM	27	184.2	168.5	199.7	3.3	13	194.1	182.2	208.5	4.1	M>F***	94.9%
DTpM	20	38.7	36.4	42.3	3.6	6	40.2	37.0	42.1	4.7	NS	96.3%
DTmD	25	15.0	13.8	16.6	4.7	7	14.7	13.6	15.7	4.8	NS	102.0%
DTdM	29	32.1	30.0	34.0	3.1	13	33.5	31.5	35.5	4.5	M>F**	95.8%
RAD												
LM	34	181.0	168.8	194.5	3.6	18	194.5	180.5	205.5	3.7	M>F***	93.0%
DTpM	34	30.0	28.1	32.2	3.0	18	31.5	29.2	33.4	3.5	M>F***	95.2%
DTmD	29	17.1	15.7	18.8	4.7	12	18.1	16.6	20.5	5.5	M>F**	94.5%
DTdM	34	29.5	27.2	31.9	4.1	18	31.3	29.5	33.0	3.2	M>F***	94.2%
MTC												
LM	39	142.4	131.0	157.0	3.6	21	151.6	144.9	162.0	3.1	M>F***	93.9%
DTpM	39	24.3	22.1	27.2	4.1	21	25.4	23.8	27.5	3.9	M>F***	95.7%
DTmD	34	14.7	13.0	17.9	6.8	15	16.1	14.2	17.6	5.0	M>F***	91.3%
DTdM	39	28.4	26.0	32.2	3.9	21	30.1	28.5	32.0	3.3	M>F***	94.4%
FEM												
LM	31	203.6	185.4	214.7	3.0	15	216.6	205.9	226.7	3.0	M>F***	94.0%
DTpM	31	45.5	43.1	49.1	3.5	16	48.6	45.2	52.5	4.9	M>F***	93.6%
DTmD	28	15.9	14.1	17.5	5.0	10	16.4	15.1	18.4	6.1	NS	97.0%
DTdM	32	40.7	38.4	43.5	3.4	16	42.5	40.5	45.0	3.3	M>F***	95.8%
TIB												
LM	27	260.4	247.8	274.1	2.6	14	276.1	261.9	291.5	3.6	M>F***	94.3%
DTpM	23	46.4	44.3	50.8	3.4	13	48.2	46.5	51.5	2.9	M>F**	96.3%
DTmD	24	15.2	14.2	16.1	4.6	8	16.1	15.0	17.6	5.6	M>F*	94.4%
DTdM	30	28.0	26.6	30.0	3.2	14	29.4	27.6	31.0	3.4	M>F***	95.2%
MTT												
LM	39	161.7	152.5	172.2	3.2	21	172.4	164.4	182.2	3.1	M>F***	93.8%
DTpM	39	22.7	20.6	24.4	4.0	21	23.7	21.5	25.0	4.2	M>F***	95.8%
DTmD	35	12.8	11.5	14.9	5.5	15	13.5	12.2	14.6	5.2	M>F**	94.8%
DTdM	40	28.6	26.1	30.5	3.1	21	30.1	28.4	32.4	3.7	M>F***	95.0%

Tableau 3.18. Paramètres statistiques des dimensions des divers os longs pour les femelles et les mâles de chamois (*= $p < 0.05$; **= $p < 0.01$; ***= $p < 0.001$). Les coefficients de variation (CV) sont exprimés en pour cent.

¹⁰³ En général, la longueur maximum est la variable la plus dimorphe. Mais pour l'humérus et le radius ce sont les variables LM et DTdM qui présentent le plus de dimorphisme sexuel et pour le fémur ce sont DTpM et LM; pour le métacarpe, LM et DTmD présentent à peu près le même degré de différence.

<i>Rupicapra rupicapra</i>												Test U	IDS
DTmD/LM	FEMELLES					MALES							
	N	m	min	max	s	N	m	min	max	s			
HUM	23	8.2	7.7	9.0	0.3	7	7.7	7.0	8.3	0.4	F>M*	106.5%	
RAD	29	9.5	8.8	10.4	0.4	12	9.4	8.4	10.3	0.5	NS	101.1%	
MTC	34	10.3	9.4	11.5	0.6	15	10.6	9.2	11.6	0.5	M>F*	97.2%	
FEM	27	7.8	7.4	8.9	0.4	9	7.6	7.1	7.9	0.3	NS	102.6%	
TIB	23	5.8	5.5	6.3	0.2	8	5.9	5.4	6.3	0.3	NS	98.3%	
MTT	34	8.0	7.3	8.7	0.4	15	7.9	7.0	8.6	0.5	NS	101.3%	

Tableau 3.19. Paramètres statistiques des indices de gracilité des divers os longs pour les femelles et les mâles de chamois (*=p<0.05; **=p<0.01; ***=p<0.001).

Bouquetin et chamois: diagnose

Pour le bouquetin, nos résultats montrent que les différences entre les femelles et les mâles résident moins dans les proportions des os longs (gracilité) que dans leurs dimensions absolues. Pour tous les éléments, les variables LM, DTpM, DTmD et DTdM sont très informatives: le recouvrement des valeurs des mâles et des femelles est très faible ou nul (figs. 35b et 37b).

Le dimorphisme sexuel est beaucoup moins marqué chez le chamois: bien que les dimensions absolues des mâles et des femelles soient en général significativement différentes, le recouvrement des intervalles de variation est très important. La discrimination entre les sexes n'est donc possible que pour les cas extrêmes, à savoir les grands mâles et les petites femelles (figs. 36b et 38b).

Les graphes bivariés présentent les combinaisons de la variable DTmD avec le DTpM ou le DTdM, selon ce qui nous semble le plus utile pour la diagnose du sexe (fig. 41-49). Pour l'humérus (fig. 41), le radius (fig. 42), le tibia (fig. 46), le métacarpe (fig. 47) et le métatarse (fig. 49), la comparaison des figures a et b montre l'existence d'un plus grand recouvrement des valeurs, et donc un risque de confusion plus important, lorsque sont inclus des spécimens subadultes – c'est-à-dire dont l'épiphyse opposée à celle qui est analysée n'est pas complètement soudée à la diaphyse. Pour le chamois, la meilleure séparation est généralement obtenue en combinant les variables LM et DTmD; les graphes bivariés correspondants ont été présentés au chapitre 3.3 (fig. 16a-21a).

Les figures 16-21 et 41-49 permettent également d'apprécier les différences – et les ressemblances – concernant les dimensions absolues des deux espèces, et donc les risques de confusion qui existent dans chaque cas.

Ainsi, les résultats obtenus révèlent la pertinence des différentes variables pour la détermination du sexe chez le chamois et le bouquetin, de même que pour la distinction entre ces deux espèces. Il faut toutefois garder à l'esprit que ces valeurs sont celles de nos échantillons, et ne représentent pas toute la variation de taille possible chez les deux espèces, à travers l'espace et le temps.

Mouton

Pour cette espèce, nous avons testé l'existence de différences significatives entre les mâles, les femelles et les castrats. Les tests ont été réalisés par comparaison deux à deux au sein de chacune des quatre populations étudiées: soay, clun, shetland et mérinos, et ce en fonction des données disponibles (seuls les métapodes ont pu être pris en compte pour les shetland et les mérinos). Les résultats sont présentés dans le **tableau 3.20**; ils doivent être considérés avec précaution, en raison de la petitesse des échantillons. Il faut également tenir compte du fait que les soay et les shetland sont plus homogènes que les moutons clun et mérinos; chez ces derniers, la variabilité pourrait masquer l'existence de différences sexuelles.

Chez les soay, les os des mâles et des castrats sont généralement plus longs et plus larges que ceux des femelles, et ceux des castrats sont plus longs que ceux des mâles (et donc plus graciles). Le même résultat est obtenu pour les métapodes des moutons shetland. Pour ces mêmes éléments anatomiques, les seules différences observées chez les mérinos concernent la plus grande largeur des mâles par rapport aux femelles (les mâles sont donc plus robustes). Pour les moutons clun, les différents éléments anatomiques sont plus longs et plus larges chez les mâles que chez les femelles; des différences entre mâles et castrats existent pour certains os, mais pas pour les métapodes. Sauf pour ces derniers éléments, les castrats sont plus longs que les femelles (et parfois plus larges). On le voit, ces résultats sont assez hétérogènes. Nous pouvons encore considérer séparément les mâles et les femelles, les mâles et les castrats et les femelles et les castrats.

Ovis aries												
	Soay			Clun			Shetland			Mérinos		
	M/F	C/M	C/F	M/F	C/M	C/F	M/F	C/M	C/F	M/F	C/M	C/F
HUM												
LM	M>F**	C>M*	C>F***	M>F**	M>C**	C>F*						
DTpM	M>F**	NS	C>F***	M>F**	M>C**	NS						
DTmD	M>F*	NS	C>F**	M>F**	M>C*	NS						
DTdM	M>F**	NS	C>F**	M>F*	NS	NS						
RAD												
LM	M>F*	C>M**	C>F**	M>F**	NS	C>F**						
DTpM	M>F**	NS	C>F**	M>F*	M>C**	NS						
DTmD	M>F**	NS	C>F**	M>F**	M>C*	NS						
DTdM	M>F**	NS	C>F*	M>F**	M>C**	NS						
MTC												
LM	NS	C>M*	C>F**	M>F*	NS	NS	M>F**	C>M**	C>F***	NS	NS	NS
DTpM	M>F**	NS	C>F**	M>F**	NS	C>F*	M>F**	NS	C>F***	M>F*	NS	NS
DTmD	M>F**	NS	C>F**	M>F**	NS	NS	M>F***	M>C*	C>F***	M>F*	NS	NS
DTdM	M>F**	NS	C>F***	M>F**	NS	C>F*	M>F***	NS	C>F***	M>F*	NS	NS
FEM												
LM	M>F**	C>M*	C>F**	M>F**	NS	C>F*						
DTpM	M>F**	NS	C>F***	M>F**	NS	C>F*						
DTmD	M>F**	NS	C>F**	M>F**	NS	NS						
DTdM	M>F**	NS	C>F**	M>F*	M>C*	C>F*						
TIB												
LM	M>F*	C>M**	C>F**	M>F*	NS	C>F*						
DTpM	M>F**	NS	C>F**	M>F**	M>C*	NS						
DTmD	M>F**	C>M*	C>F**	M>F**	M>C**	C>F*						
DTdM	M>F*	NS	C>F*	M>F**	M>C*	C>F*						
MTT												
LM	NS	C>M**	C>F**	NS	NS	NS	M>F**	C>M*	C>F***	NS	NS	NS
DTpM	M>F**	NS	C>F**	M>F**	NS	C>F*				M>F*	NS	C>F*
DTmD	M>F**	NS	C>F**	M>F**	NS	NS	M>F***	M>C**	C>F***	M>F*	NS	NS
DTdM	M>F**	NS	C>F***	M>F**	NS	C>F*	M>F**	NS	C>F***	M>F*	NS	NS

Tableau 3.20. Résultats des tests de U. Moutons soay: 8 femelles, 5-8 mâles (tibia 5, métapodes 8, autres os 7), 8 castrats (7 pour le tibia); clun: 8 femelles, 5 mâles, 5 castrats (2 pour le radius); shetland (métacarpe): 26 femelles, 5 mâles, 16 castrats; shetland (métatarse): 26 femelles, 6 mâles, 13 castrats; mérinos: 8 femelles, 8 mâles, 8 castrats. (* = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001).

Mâles et femelles

En général, les dimensions des mâles sont plus importantes que celles des femelles. Mais pour les métapodes, les valeurs de la LM sont semblables chez les mâles et femelles soay et mérinos; il en va de même pour la LM du métatarse chez les clun.

Mâles et castrats

Pour tous les éléments, les castrats soay sont plus longs que les mâles, mais les diamètres transverses sont similaires (exception DTmD tibia). Les métapodes des castrats shetland sont également plus allongés que ceux des mâles. Chez les mérinos par contre, il n'y a pas de différences significatives entre mâles et castrats pour les dimensions absolues des métapodes. Chez les clun, les os des castrats ne sont pas plus longs que ceux des mâles – et même plus courts pour l'humérus – mais, en revanche, certains os des mâles sont plus épais. Chez les soay, les shetland et les mérinos, les différences énoncées se répercutent sur la gracilité (cf. *infra*).

Femelles et castrats

Les castrats soay sont plus grands que les femelles pour toutes les dimensions testées. Chez les clun par contre, seules quelques variables présentent cette tendance, et les différences ne sont jamais très importantes. Les métapodes des castrats shetland sont plus grands que ceux des femelles pour toutes les dimensions, ce qui n'est pas le cas pour les métapodes des mérinos.

Gracilité

Concernant la gracilité, les différences sexuelles sont faibles et non constantes pour les différentes races étudiées (**tab. 3.21**). Chez les soay et les clun, les mâles sont plus robustes que les femelles et castrats pour certains éléments anatomiques. Ces différences concernent le zeugopode, mais il s'agit du radius pour les soay, et du tibia pour les clun. Chez ces derniers, il existe également des différences entre mâles et castrats – mais pas entre mâles et femelles – au niveau de l'humérus et du radius. Pour les métapodes des soay et des shetland, les mâles sont plus robustes que les castrats et femelles – ce qui n'est pas le cas chez les mérinos; chez les clun, il n'y a pas de différence pour le métacarpe mais le métatarse des mâles est plus robuste que celui des femelles. Si l'on considère l'ensemble des éléments, il n'y a pas de différence de gracilité entre femelles et castrats – sauf dans le cas du métatarse chez les shetland.

Les différences de gracilité ne se répercutent pas davantage au niveau du membre antérieur que du membre postérieur, comme nous l'avons observé chez le bouquetin. D'après les résultats obtenus, la différence de gracilité est généralement nulle pour le stylopede (humérus et fémur). Pour le zeugopode et le métapode, les observations sont variables.

<i>Ovis aries</i>												
DTmD / LM	Soay			Clun			Shetland			Mérinos		
	M / F	C / M	C / F	M / F	C / M	C / F	M / F	C / M	C / F	M / F	C / M	C / F
HUM	NS	NS	NS	NS	M>C*	NS						
RAD	M>F**	M>C*	NS	NS	M>C*	NS						
MTC	M>F**	M>C**	NS	NS	NS	NS	M>F**	M>C**	NS	NS	NS	NS
FEM	NS	NS	NS	NS	NS	NS						
TIB	NS	NS	NS	M>F**	M>C*	NS						
MTT	M>F*	M>C*	NS	M>F**	NS	NS	M>F**	M>C*	F>C*	NS	NS	NS

Tableau 3.21. Résultats des tests de U pour l'indice de gracilité DTmD/LM. **Moutons soay:** 8 femelles, 5-8 mâles (tibia 5, métapodes 8, autres os 7), 8 castrats (7 pour le tibia); **clun:** 8 femelles, 5 mâles, 5 castrats (2 pour le radius); **shetland (métacarpe):** 26 femelles, 5 mâles, 16 castrats; **shetland (métatarse):** 26 femelles, 6 mâles, 13 castrats; **mérinos:** 8 femelles, 8 mâles, 8 castrats. (* = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001).

3.4.2. Scapula

Pour le chamois et le bouquetin, les spécimens âgés de moins de deux ans ont été systématiquement exclus des analyses. Pour le mouton, il n'a pas été possible de pratiquer cette sélection. Nous avons testé l'existence de différences entre mâles et femelles pour les dimensions absolues et les indices, et calculé les indices de dimorphisme sexuel (IDS) pour les dimensions absolues uniquement.

Bouquetin

Le dimorphisme sexuel est important pour toutes les dimensions absolues, en particulier celles de la palette scapulaire (tab. 3.22). Il n'y a pas de recouvrement des valeurs des mâles et des femelles pour les variables HLE, HD et LDM, mais les effectifs sont limités (fig. 50). Il existe également une différence pour l'indice LDM/HD: la palette est proportionnellement plus large chez les mâles que chez les femelles; mais, étonnamment, cette différence ne se retrouve pas pour l'indice LDM/HLE (tab. 3.23, fig. 52-53). Pour les dimensions du col et de la cavité glénoïde, il existe un recouvrement des intervalles de variation (fig. 54). Pour cette région de l'os, les indices ne révèlent aucune différence entre mâles et femelles (tab. 3.23, fig. 56-57).

	<i>Capra ibex</i>										Test U de Mann-Whitney	IDS
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	CV	N	m	min.	max.	CV		
SCAP												
HLE	19	160.0	129.4	173.9	6.8	11	218.1	200.6	229.7	3.3	M>F***	73.4%
HD	19	173.2	142.4	186.3	6.2	11	223.8	209.1	235.7	3.0	M>F***	77.4%
LDM	19	97.6	76.3	110.2	8.3	10	134.1	126.7	143.6	4.4	M>F***	72.8%
DAPmC	27	20.7	16.0	23.6	8.7	25	26.9	21.0	30.0	7.8	M>F***	77.0%
DAPpa	27	34.6	30.0	38.6	6.4	34	43.0	37.9	48.8	4.9	M>F***	80.5%
DAPcg	27	28.6	26.0	32.0	5.9	25	34.8	32.0	37.5	4.6	M>F***	82.2%
DTcg	27	24.4	21.5	27.8	7.0	34	30.9	26.5	34.3	5.5	M>F***	79.0%
DEB	27	23.4	17.3	28.0	10.3	25	29.5	26.0	32.6	6.8	M>F***	79.3%

Tableau 3.22. Paramètres statistiques des dimensions de la scapula pour les mâles et femelles de bouquetin. Les coefficients de variation (CV) sont exprimés en pour cent.

	<i>Capra ibex</i>										Test U de Mann-Whitney
	FEMELLES					MALES					
	N	m	min.	max.	s	N	m	min.	max.	s	
SCAP											
LDM / HD	19	56.3	52.8	61.5	2.4	10	60.3	56.1	63.9	2.6	M>F**
LDM / HLE	19	61.0	57.1	65.9	2.5	10	61.9	57.6	65.2	3.0	NS
DEB / DAPmC	27	113.3	96.1	133.0	8.4	25	110.3	93.7	127.3	9.1	NS
DEB / DAPpa	27	67.8	53.4	76.2	5.3	25	68.7	59.6	75.5	3.9	NS
DTcg / DAPpa	27	70.5	63.4	74.5	2.5	34	71.9	65.3	79.2	3.0	NS

Tableau 3.23. Paramètres statistiques de quelques indices de la scapula pour les mâles et femelles de bouquetin.

Chamois

Le dimorphisme sexuel est inexistant pour la plupart des variables. Seule la hauteur dorsale de la palette (HD) et le diamètre transverse de la cavité glénoïde (DTcg) présentent des différences significatives (tab. 3.24); mais dans les deux cas, le recouvrement des intervalles de variation des valeurs des mâles et des femelles est très important (figs. 51 et 55). Pour l'indice DTcg/DAPpa, les valeurs des mâles sont supérieures à celles de femelles (tab. 3.25). Cette différence, qui résulte du développement plus important du DTcg chez les mâles, correspond chez ces derniers à une cavité glénoïde de forme plus arrondie; mais les recouvrements sont importants (fig. 57).

	<i>Rupicapra rupicapra</i>										Test U de Mann-Whitney	IDS
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	CV	N	m	min.	max.	CV		
SCAP												
HLE	28	155.9	140.3	167.1	3.7	15	158.6	144.8	165.5	4.5	NS	98.3%
HD	28	166.3	154.4	178.5	3.4	15	169.9	156.5	177.0	3.7	M>F*	97.9%
LDM	29	91.1	82.7	101.5	4.9	15	93.5	86.9	102.8	4.7	NS	97.4%
DAPmC	34	19.4	17.0	21.5	4.6	20	19.8	17.7	22.0	5.6	NS	98.0%
DAPpa	33	31.4	28.3	34.6	4.5	20	31.7	29.9	34.0	3.5	NS	99.1%
DAPcg	29	25.8	23.3	28.3	5.0	15	25.8	24.3	28.1	4.3	NS	100.0%
DTcg	31	21.3	19.3	22.8	4.2	15	22.2	20.6	24.2	4.5	M>F**	95.9%
DEB	31	21.8	18.9	24.6	7.3	15	22.0	19.1	25.0	6.4	NS	99.1%

Tableau 3.24. Paramètres statistiques des dimensions de la scapula pour les mâles et femelles de chamois. Les coefficients de variation (CV) sont exprimés en pour cent.

	<i>Rupicapra rupicapra</i>										Test U de Mann-Whitney
	FEMELLES					MALES					
	N	m	min.	max.	s	N	m	min.	max.	s	
SCAP											
LDM / HD	27	54.9	50.3	59.1	2.6	15	55.1	50.7	59.0	2.5	NS
LDM / HLE	27	58.6	53.4	65.1	3.0	15	59.1	54.5	65.6	3.2	NS
DEB / DAPmC	31	112.6	91.2	125.0	8.6	15	113.1	104.2	125.6	6.2	NS
DEB / DAPpa	30	69.8	60.1	79.1	4.6	15	69.8	61.8	78.6	4.0	NS
DTcg / DAPpa	30	67.8	61.0	76.0	3.0	15	70.4	66.9	74.0	1.9	M>F**

Tableau 3.25. Paramètres statistiques de quelques indices de la scapula pour les mâles et femelles de chamois.

Bouquetin et chamois: diagnose

Les diagrammes bivariés des figures 52-53 et 56-57 montrent les situations qui permettent de différencier les mâles et les femelles de chacune des deux espèces, ainsi que les possibilités de distinction entre le chamois et le bouquetin.

Mouton

Les résultats obtenus pour les moutons soay, clun et shetland (tab. 3.26) sont assez hétérogènes. Les mâles sont plus grands que les femelles pour presque toutes les variables testées. La variable DEB fait exception chez les soay et les clun, mais pas chez les shetland.

Chez les soay, les castrats montrent, par rapport aux mâles, un allongement de l'os dans sa longueur (HLE) mais pas dans sa largeur (LDM). Les valeurs des variables DAPmC et DEB sont également plus élevées chez les castrats que chez les mâles et les femelles soay, mais ces différences ne se retrouvent pas chez les clun ni chez les shetland. Chez ces derniers, le DAPmC est au contraire plus développé chez les mâles que chez les castrats.

Pour les trois populations, l'indice DEB/DAPmC est plus élevé chez les castrats que chez les mâles, ce qui reflète chez les premiers une tendance à l'allongement du col. Chez les soay, cette différence existe aussi entre les femelles (plus graciles) et les mâles, et chez shetland entre les castrats (plus graciles) et les femelles.

	<i>Ovis aries</i>								
	Soay			Clun			Shetland		
	M/F	C/M	C/F	M/F	C/M	C/F	M/F	C/M	C/F
SCAP									
HLE	NS	C>M**	C>F**						
HD									
LDM	M>F***	NS	C>F*						
DAPmC	M>F**	C>M*	C>F**	M>F**	M>C*	NS	M>F**	M>C**	NS
DAPpa	M>F***	NS	C>F**	M>F**	M>C*	NS	M>F***	NS	C>F***
DAPcg	M>F***	NS	C>F*	M>F*	NS	NS			
DTcg	M>F**	NS	C>F**	M>F**	M>C**	NS			
DEB	NS	C>M**	C>F**	NS	NS	NS	M>F***	NS	C>F***

DEB / DAPmC	F>M**	C>M*	NS	NS	C>M*	NS	NS	C>M**	C>F***
DEB / DAPpa	F>M**	C>M***	C>F*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
DTcg / DAPpa	NS	NS	NS	NS	NS	NS			

Tableau 3.26. Résultats des tests de U pour différentes races de moutons: soay (10 mâles, 8 femelles et 7 castrats), clun (5 mâles, 8 femelles et 5 castrats) et shetland (12 mâles, 26 femelles et 30 castrats).

3.4.3. Tarsiens: talus, calcanéus et naviculo-cuboïde

Pour ces trois tarsiens, nous avons étudié le dimorphisme sexuel chez le chamois et le bouquetin, car nos données ne nous permettent pas d'aborder la question chez le mouton. Pour le calcanéus, nous n'avons pris en compte que les pièces pour lesquelles la soudure de l'épiphyse proximale est complètement réalisée. Pour le talus et le naviculo-cuboïde, les spécimens âgés de moins de deux ans ont été exclus des analyses. Nous avons testé l'existence de différences entre mâles et femelles pour les dimensions absolues et calculé les indices de dimorphisme sexuel (IDS). Plusieurs indices métriques ont été calculés, mais seuls ceux qui présentent une différence sexuelle pour au moins l'une des deux espèces sont présentés.

Bouquetin

Pour le bouquetin, les valeurs de toutes les dimensions absolues sont plus élevées chez les mâles que chez les femelles (tab. 3.27). Il existe un recouvrement des intervalles de variation qui est un peu plus important pour le talus (fig. 58) que pour le calcanéus (fig.64) et le naviculo-cuboïde (fig. 68).

	<i>Capra ibex</i>										Test U de Mann-Whitney	IDS
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	CV	N	m	min.	max.	CV		
TAL												
LEM	25	32.3	30.1	35.6	4.3	46	35.8	33.1	38.8	4.5	M>F***	90.2%
LIM	10	29.8	28.4	32.2	3.7	36	33.0	29.2	36.0	4.8	M>F***	90.3%
EEM	25	17.4	16.0	19.3	4.6	46	19.5	17.2	21.3	4.6	M>F***	89.2%
EIM	11	17.9	16.7	19.1	3.9	36	20.1	17.3	22.1	5.7	M>F***	89.1%
DTd	25	20.2	18.1	23.0	5.4	46	23.4	20.4	25.2	4.7	M>F***	86.3%
CAL												
LM	19	62.9	57.8	71.0	5.4	32	74.8	67.8	80.3	3.1	M>F***	84.1%
DTM	19	22.1	20.2	24.0	5.0	32	26.6	23.5	30.0	4.5	M>F***	83.1%
DAP	17	23.9	22.0	26.9	5.9	19	27.5	24.9	30.3	4.7	M>F***	86.9%
NAV												
DTM	25	26.0	23.4	28.8	4.6	39	29.9	24.9	33.0	6.0	M>F***	87.0%
DAPA	23	19.8	17.5	22.2	5.1	28	22.6	21.0	24.2	4.0	M>F***	87.6%

Tableau 3.27. Paramètres statistiques des dimensions du talus, du calcanéus et du naviculo-cuboïde pour les mâles et femelles de bouquetin. Les coefficients de variation (CV) sont exprimés en pour cent.

Il existe des différences entre les mâles et les femelles de bouquetin pour certains indices du talus (**tab. 3.28**), mais le recouvrement des intervalles de variation est toujours relativement important (**fig. 60-63**). Pour les indices DTd/LEM (**fig. 60**) et EEM/DTd (**fig. 61**), les différences reflètent un développement du DTd plus important chez les mâles, par rapport aux longueurs et largeurs externes de l'os. Les valeurs des indices LIM/LEM (**fig. 62**) et EEM/LEM (**fig. 63**) sont dans l'ensemble plus élevées pour les mâles, mais le recouvrement est très important.

Pour le calcanéus, deux indices reflètent l'existence d'un dimorphisme sexuel (**tab. 3.28**), mais toujours avec recouvrement des intervalles de variation des valeurs (**fig. 66-67**). Les valeurs des indices DAP/LM des femelles sont supérieures à celles des mâles, ce qui reflète un développement antéro-postérieur plus important chez les femelles, par rapport à la longueur de l'os (**fig. 66**). L'indice DTM/DAP est plus élevé chez les mâles que chez les femelles, ce qui correspond à un développement du diamètre transverse proportionnellement plus important chez les mâles (**fig. 67**).

Pour le naviculo-cuboïde, l'indice DAPA/DTM est plus grand pour les femelles que pour les mâles (**tab. 3.28, fig. 68**); pour ces derniers la largeur de l'os tend à être relativement plus importante que celles des femelles, mais les recouvrements sont importants. Notons que ce résultat correspond à ce que nous avons constaté pour la partie articulaire correspondante du talus (DTd proportionnellement plus développé chez les mâles).

	<i>Capra ibex</i>										Test U de Mann-Whitney
	FEMELLES					MALES					
	N	m	min.	max.	s	N	m	min.	max.	s	
TAL											
DTd / LEM	25	62.5	59.1	66.1	1.8	46	65.2	61.6	70.6	2.1	M>F***
EEM / DTd	25	86.3	82.9	90.1	2.0	46	83.6	79.1	89.2	2.5	M<F***
LIM / LEM	10	90.3	88.6	92.0	1.2	36	91.5	88.2	98.1	1.8	M>F*
EEM / LEM	25	53.9	52.5	56.0	0.8	46	54.5	50.1	59.0	1.6	M>F*
CAL											
DTM / DAP	17	91.8	86.5	95.4	2.8	19	96.6	90.8	106.4	4.3	M>F***
DAP / LM	17	38.4	36.3	39.6	1.2	19	37.0	34.9	40.1	1.5	M<F***
NAV											
DAPA / DTM	23	76.1	73.0	79.6	1.4	28	74.2	70.1	77.9	2.1	M<F**

Tableau 3.28. Paramètres statistiques des indices métriques calculés sur les tarsiens pour les mâles et femelles de bouquetin.

Chamois

Pour certaines dimensions du talus (**tab. 3.29, fig. 59**), de même que pour celles du calcanéus (**tab. 3.29, fig. 65**) et du naviculo-cuboïde (**tab. 3.29, fig. 69**), les valeurs des chamois mâles sont supérieures à celles des femelles. Le dimorphisme sexuel est toujours moins marqué que chez le bouquetin.

	<i>Rupicapra rupicapra</i>										Test U de Mann-Whitney	IDS
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	CV	N	m	min.	max.	CV		
TAL												
LEM	38	31.2	28.1	33.5	3.8	25	32.5	29.9	35.6	4.3	M>F***	96.0%
LIM	27	30.0	27.8	31.6	3.0	14	30.7	28.9	34.3	4.6	NS	97.7%
EEM	34	17.2	16.2	18.3	3.5	19	17.8	16.5	18.8	3.4	M>F***	96.6%
EIM	27	18.3	17.0	19.8	3.3	14	18.6	17.3	20.0	4.3	NS	98.4%
DTd	34	19.5	18.2	21.7	4.1	19	20.1	19.0	21.7	4.0	M>F**	97.0%
CAL												
LM	38	63.0	57.4	70.0	4.1	22	66.7	62.7	71.4	3.3	M>F***	94.5%
DTM	34	21.9	20.1	23.5	4.1	16	22.8	20.9	24.6	4.4	M>F**	96.1%
DAP	34	23.9	22.2	26.8	3.8	16	24.6	22.9	26.3	3.7	M>F**	97.2%
NAV												
DTM	34	25.3	23.7	27.7	3.2	20	26.2	24.7	27.4	3.4	M>F**	96.6%
DAPA	34	19.1	17.8	20.7	3.7	20	19.8	17.5	21.4	4.5	M>F**	96.5%

Tableau 3.29. Paramètres statistiques des dimensions du talus, du calcanéus et du naviculo-cuboïde pour les mâles et femelles de chamois. Les coefficients de variation (CV) sont exprimés en pour cent.

Parmi les sept indices calculés pour le talus, aucun ne reflète l'existence d'une divergence entre les mâles et les femelles de chamois (**tab. 3.30, fig. 60-63**). Comme chez le bouquetin, l'indice DAP/LM du calcanéus est plus élevé chez les femelles, ce qui reflète un développement antéro-postérieur plus important que chez les mâles par rapport à la longueur de l'os (**tab. 3.30, fig. 66**). Les indices DTMDAP du calcanéus (**fig. 67**) et DAP/DTM du naviculo-cuboïde (**fig. 70**) ne sont pas différents chez les chamois mâles et femelles.

	<i>Rupicapra rupicapra</i>										Test U de Mann- Whitney	
	FEMELLES					MALES						
	N	m	min.	max.	s	N	m	min.	max.	s		
TAL												
DTd / LEM	34	63.0	59.9	67.6	2.0	19	62.3	58.6	64.8	1.6		NS
EEM / DTd	34	87.9	82.9	94.2	2.7	19	88.8	85.5	95.8	2.3		NS
LIM / LEM	27	96.4	94.0	100.7	1.7	14	95.6	92.8	97.8	1.7		NS
EEM / LEM	34	55.3	53.1	58.4	1.2	19	55.3	52.8	57.3	1.4		NS
CAL												
DTM / DAP	34	91.5	84.0	97.1	2.9	16	92.5	87.3	99.2	3.4		M>F***
DAP / LM	34	38.2	36.6	40.4	1.0	16	37.2	35.0	38.6	1.0		M<F***
NAV												
DAPA / DTM	34	75.6	71.4	82.0	2.4	20	75.6	70.6	81.1	2.5		NS

Tableau 3.30. Paramètres statistiques des indices métriques calculés sur les tarsiens pour les mâles et femelles de chamois.

3.4.4. Discussions

Variabilité chez le bouquetin et le chamois

La dispersion des variables d'un échantillon, qui est une mesure de sa variabilité, peut être exprimée à l'aide du coefficient de variation (CV). Puisque nous avons analysé séparément, pour le chamois et le bouquetin, les mâles et les femelles adultes, nous avons éliminé la variabilité due aux différences sexuelles et à l'âge¹⁰⁴. Certes, d'autres sources de variabilité n'ont pas été éliminées: en plus de différences génétiques éventuelles dues à des origines différentes (les individus de nos échantillons ne proviennent pas d'une même population), les animaux ont été soumis à des conditions écologiques différentes (climat, nourriture, espace vital, état sauvage ou captivité, etc.). Nous pouvons toutefois considérer les valeurs des CV obtenues pour nos échantillons comme de bonnes approximations de la variabilité individuelle (ou résiduelle).

Pour les os longs, nous n'avons pas observé de différences entre les valeurs des CV des différents éléments anatomiques. En revanche, nous avons constaté (tab. 3.17 et 3.18) que le diamètre transverse minimum de la diaphyse (DTmD) (4.4–6.8) est toujours plus variable que la longueur maximum (LM) (2.4–4.7) et généralement plus variable que les diamètres transverse proximal (DTpM) (1.9–5.1) et distal (DTdM) (2.9–5.4). Ceci est valable pour un élément anatomique donné de même que pour les éléments pris dans leur ensemble.

¹⁰⁴ La sélection d'ossements complètement épiphysés réduit tout au moins fortement l'influence de l'âge.

Par ailleurs, ces résultats sont en accord avec les données de DAVIS (1996) pour les brebis shetland.

Le **tableau 3.31** résume les valeurs des coefficients de variation (CV) des différents éléments anatomiques (tab. 3.16, 3.18, 3.22, 3.24, 3.27, 3.29), pour le chamois et le bouquetin. Pour permettre une meilleure comparaison, nous avons exclu certaines valeurs un peu excentriques (indiquées en notes de bas de page). Dans l'ensemble (global 1), les valeurs des CV sont similaires pour les deux espèces. Toutefois, les valeurs des étages tendent à être plus élevées que celles des bouquetins mâles et des chamois, du moins pour certains éléments. Ces différences pourraient bien être dues à l'échantillonnage, et nous ne pensons pas qu'elles indiquent réellement une variabilité plus importante chez les femelles de bouquetin. Certains auteurs ont d'ailleurs obtenu le résultat inverse: pour un échantillon de chèvres égagres¹⁰⁵, ZEDER (2001) a calculé des valeurs comprises entre **3.2 et 4.7** pour les femelles, et **5.4 et 9.0** pour les mâles, soit supérieures à celles des femelles.

Afin de comparer la variabilité des différents éléments, nous pouvons considérer globalement les résultats obtenus (global 2). Pour les os longs, les CV sont généralement compris entre **2.4 et 6.4**. Les valeurs obtenues pour la scapula, comprises entre **3.0 et 7.0**, sont dans l'ensemble un peu plus importantes que pour les os longs. Ce sont surtout les variables DEB (6.4–10.3) et DAPmC (4.6–8.7) de la scapula qui présentent des valeurs particulièrement élevées.

¹⁰⁵ En fait une vingtaine de chèvres égagres sauvages et quatre spécimens domestiques, originaires de différentes régions d'Iran et d'Irak (tous les individus ne sont pas complètement épiphysés).

	<i>Capra ibex</i> ♀	<i>Capra ibex</i> ♂	<i>Capra ibex</i> ♀ et ♂	<i>Rupicapra rupicapra</i> ♀	<i>Rupicapra rupicapra</i> ♂	<i>Rupicapra rupicapra</i> ♀ et ♂	Global (2)
Os longs	3.4 – 6.4	2.4 – 5.3 ¹⁰⁶	2.4 – 6.4	2.6 – 5.5 ¹⁰⁷	2.9 – 5.6 ¹⁰⁸	2.6 – 5.6	2.4 – 6.4
Scapula	5.9 – 7.0 ¹⁰⁹	3.0 – 5.5 ¹¹⁰	3.0 – 7.0	3.4 – 5.0 ¹¹¹	3.5 – 4.7 ¹¹²	3.4 – 5.0	3.0 – 7.0
Talus	3.7 – 4.6 ¹¹³	4.5 – 4.8 ¹¹⁴	3.7 – 4.8	3.0 – 4.1	4.0 – 4.6 ¹¹⁵	3.0 – 4.6	3.0 – 4.8
Calcaneus	5.0 – 5.9	3.1 – 4.7	3.1 – 5.9	3.8 – 4.1	3.3 – 4.4	3.3 – 4.4	3.1 – 5.9
Naviculo-cuboïde	4.6 – 5.1	4.0 – 6.0	4.0 – 6.0	3.2 – 3.7	3.4 – 4.5	3.2 – 4.5	3.2 – 6.0
Global (1)	3.4 – 7.0	2.4 – 6.0	2.4 – 7.0	2.6 – 5.5	2.9 – 5.6	2.6 – 5.6	2.4 – 7.0

Tableau 3.31. Récapitulation des valeurs des coefficients de variation (CV) pour le chamois et le bouquetin (les CV sont exprimés en pour cent).

Les CV, généralement compris entre **2.4 et 7.0** pour les deux espèces étudiées, reflètent l'homogénéité des distributions. Il est en effet admis que des valeurs de CV inférieures à 15% reflètent une répartition homogène des données (GILBERT 1989). Pour les mesures des os longs de 26 femelles adultes shetland d'un même troupeau, DAVIS (1996) a obtenu des valeurs comprises entre **3.0 et 6.7**. Par comparaison, les valeurs obtenues pour des chamois et bouquetins provenant d'origines diverses (cf. § 3.1.2), sont donc faibles. DAVIS (1996) a également constaté que les valeurs des CV d'un groupe de 17 gazelles (*G.gazella*) femelles adultes, comprises entre **2.8 et 4.0**, sont généralement plus faibles que celles des femelles shetland. Ces résultats vont dans le sens d'une variabilité individuelle moins importante chez les animaux sauvages que chez les domestiques.

¹⁰⁶ sauf DTpM tibia (1.9)

¹⁰⁷ sauf DTmD métacarpe (6.8)

¹⁰⁸ sauf DTmD fémur (6.1)

¹⁰⁹ sauf DEB (10.3), DAPmC (8.7) et LDM (8.3)

¹¹⁰ sauf DEB (6.8) et DAPmC (7.8)

¹¹¹ sauf DEB (7.3)

¹¹² sauf DEB (6.4) et DAPmC (5.6)

¹¹³ sauf DTd (5.4)

¹¹⁴ sauf EIM (5.7)

¹¹⁵ sauf EEM (3.4)

Dimorphisme sexuel chez le bouquetin et le chamois

Dimorphisme sexuel pour les différents éléments anatomiques

Le dimorphisme sexuel est défini comme une différence de forme et de taille entre les mâles et les femelles d'une même espèce. Nous nous sommes en effet intéressée à la question des dimensions et des proportions du squelette chez les mâles et femelles de chamois et de bouquetin. Notre étude a permis de quantifier le dimorphisme sexuel de divers éléments squelettiques chez ces deux espèces, et nous pouvons maintenant comparer les résultats globaux.

Chez le bouquetin, nous avons pu constater que tous les os longs ne présentent pas le même degré de dimorphisme sexuel: le radius et l'humérus sont les éléments les plus dimorphes, tant pour les dimensions absolues que pour la gracilité (**tab. 3.16**). Les données présentées dans le **tableau 3.32** révèlent que le dimorphisme sexuel de la palette scapulaire est supérieur à celui des os longs, alors que les tarsiens sont plutôt moins dimorphes. Chez le chamois, le dimorphisme sexuel est beaucoup plus faible, et l'on ne constate pas les mêmes différences entre parties anatomiques que chez le bouquetin.

IDS	<i>C.i.ibex</i>	<i>R.r.rupicapra</i>
Os longs	75.7% - 86.6%	91.3% - 102.0%
Scapula (palette)	72.8% - 77.4%	97.4% - 98.3%
Scapula (autres)	77.0% - 82.2%	95.9% - 100%
Tarsiens	83.1% - 90.3%	96.0% - 98.4%
Global	72.8% - 90.3%	91.3% - 102.0%

Tableau 3.32. Valeurs des indices de dimorphisme sexuel (IDS) pour différents éléments anatomiques.

D'après les valeurs de dimorphisme sexuel (IDS) présentées dans le tableau 3.32, nous pouvons dire que les dimensions moyennes des étagnes représentent entre 70% et 90% des dimensions des bouquetins mâles alors que, pour le chamois, les dimensions des femelles représentent entre 90% et 100% de celles des mâles. Il est également possible d'exprimer ces différences autrement, en calculant le rapport (**moyenne mâles–moyenne femelles**) / **moyenne femelles**: les dimensions des bouquetins mâles sont de 10% à 40%

supérieures à celles des femelles, alors que pour le chamois cette différence est comprise entre 0% et 10%.

Dimensions squelettiques et dimensions corporelles

Les données récoltées permettent une connaissance détaillée du degré de dimorphisme sexuel du squelette postcrânien, chez le chamois et le bouquetin. Les différences constatées entre les deux espèces reflètent celles qui existent concernant les dimensions corporelles générales. En effet, les bouquetins mâles sont nettement plus grands et plus lourds que les étagnes, alors qu'il est parfois difficile de faire la distinction entre les mâles et les femelles de chamois¹²⁰.

Chez le chamois, les faibles différences de taille corporelle correspondent à des différences peu marquées concernant les dimensions absolues des os, très faibles voire nulles pour ce qui est de leur gracilité, et nulles du point de vue des proportions des segments de membre.

Chez le bouquetin, nous avons vu que les différences les plus marquées concernent les rayons proximaux et médians du membre antérieur (humérus et radius). Le fait que le dimorphisme sexuel se marque surtout au niveau du membre antérieur s'accorde avec les constatations réalisées pour les grands Bovidés, en relation avec les différences de poids: "Les grands bovidés sont plus massifs dans leur membre antérieur que postérieur" (SCOTT 1985, p.219). Cette différence est due au déplacement du centre de gravité vers l'avant; chez le bouquetin, il est évident qu'elle doit être accentuée par le fait que le cornage est beaucoup plus important chez les mâles.

En outre, nous avons constaté que les différences entre bouquetins mâles et femelles se reflètent davantage dans les dimensions absolues des éléments squelettiques que dans leur gracilité. Pourtant, il a été montré que la robustesse des os longs est en relation avec le poids de l'animal: "Il est clair que les diamètres sont largement déterminés par le poids du corps, alors que les longueurs varient librement en fonction de l'habitat" (SCOTT, 1985, p. 222). Mais selon la loi de Rensch, le dimorphisme sexuel de taille augmente en fonction des dimensions corporelles lorsque les mâles sont plus grands que les femelles, mais diminue avec la taille lorsque c'est l'inverse (FAIRBAIRN 1997). Autrement dit, pour les Bovidés, plus les

¹²⁰ D'après DOLAN (1963), la hauteur au garrot des chamois mâles dépasse celle des femelles de seulement 10% environ, ce qui correspond à peu près au degré de dimorphisme sexuel constaté pour la longueur de la plupart des os longs (valeurs comprises entre 5% et 7%, d'après le calcul de l'indice (moyenne mâles-moyenne femelles)/moyenne femelles).

représentants d'une espèce sont grands et plus le dimorphisme sexuel est marqué. Nous en déduisons que les différences de poids entre mâles et femelles de bouquetin ne sont pas suffisantes pour entraîner des différences de robustesse très importantes. Dans ce contexte, il serait intéressant de comparer le degré de dimorphisme sexuel d'une espèce comme le bœuf avec celui du bouquetin.

Outre les différences de gracilité, nous avons également constaté des disparités entre mâles et femelles de bouquetin dans les proportions des segments de membres. Ces disparités concernant la gracilité et les proportions des segments sont assez peu marquées – notamment par rapport aux différences de dimensions absolues – mais révèlent toutefois l'existence d'allométries entre les mâles et les femelles, c'est-à-dire des différences de proportions corrélées avec des changements dans les dimensions corporelles générales de l'animal (FAIRBAIRN 1997).

Toujours chez le bouquetin, nous avons également constaté que le métacarpe et le métatarse sont relativement peu affectés par le dimorphisme sexuel (par comparaison avec l'humérus et le radius), pour les dimensions absolues comme pour la gracilité. En outre, le degré de robustesse du métacarpe est similaire à celui du métatarse alors que, nous l'avons vu, le stylo-pode et le zeugopode présentent des différences plus marquées entre les membres antérieur et postérieur. Ces constatations sont en accord avec le fait que les métapodes sont moins influencés par le poids et la taille de l'animal que par le type de milieu (voir la discussion au § 3.2.2). Pourtant, dans le cas du bœuf, les métapodes sont considérés comme d'excellents indicateurs pour la distinction des sexes (MENIEL 1984; THOMAS 1988). Les explications évoquées ci-dessus, concernant la loi de Rensch, s'appliquent également ici.

Application aux études archéozoologiques

La connaissance du degré de dimorphisme sexuel des différentes variables mesurées sur les éléments du squelette postcrânien présente un intérêt dans le cadre de diverses applications archéozoologiques. Rappelons cependant qu'il ne s'agit pas simplement d'extrapoler directement les valeurs obtenues pour nos échantillons de spécimens actuels à toute autre population. On sait par exemple que la taille du bouquetin a sensiblement varié au cours du temps, puisque les bouquetins du Pléistocène supérieur étaient beaucoup plus grands que les spécimens actuels (CHAIX & DESSE 1983, DESSE & CHAIX 1983, 1991; FERNANDEZ & MONCHOT en prép.). Précisons également que nos échantillons de

bouquetins et chamois ne sont pas issus d'une même population, bien que l'homogénéité des distributions (cf. *supra*) semble compatible avec cette situation.

Un premier exemple d'application est en relation avec le problème de la détermination spécifique. Il arrive que l'on soit confronté au fait que plusieurs restes osseux présentent une morphologie similaire (du moins pour ce que l'on en voit en raison de la fragmentation) mais également des différences de taille très marquées. La question se pose alors de savoir si les pièces de tailles différentes peuvent appartenir à la même espèce; autrement dit, si la différence de taille observée est compatible avec le degré de dimorphisme sexuel de l'espèce présumée. Ce genre de problème peut s'appliquer au bouquetin, et les données obtenues dans le cadre de cette étude permettent de tester l'hypothèse de l'appartenance à une même espèce. Cela peut être réalisé en calculant la valeur maximale de l'indice de dimorphisme sexuel (IDS), c'est-à-dire en comparant les valeurs de la plus petite femelle et du plus grand mâle (tab. 3.16). Par exemple, dans le cas du diamètre transverse distal du métacarpe, on obtient une différence maximale de 72.4%¹²¹ (à comparer avec l'IDS moyen qui est égal à 83.6%). Cette valeur est à considérer comme un ordre de grandeur, notamment en raison des limitations énoncées plus haut concernant l'origine de notre échantillon.

La connaissance du sex-ratio – qui passe par celle du dimorphisme sexuel – est essentielle pour les interprétations archéozoologiques (stratégies de chasse, types d'élevage, etc.); en outre, plusieurs publications récentes (ZEDER 1999, 2000; ZEDER & HESSE 2000; WEINSTOCK 2000) insistent sur l'importance de la séparation des mâles et des femelles dans le cadre des analyses démographiques en archéozoologie.

Nos résultats montrent que certaines variables sont plus utiles que d'autres dans le cadre de la diagnose du sexe. Pour le bouquetin, les tarsiens ne sont pas de bons indicateurs; par contre, certaines variables de la scapula et des os longs, notamment les diamètres transverses de ces derniers, sont très performantes. Les mesures les plus pertinentes peuvent ainsi être utilisées pour réaliser une séparation visuelle des spécimens, à l'aide d'un histogramme ou d'un graphe bivarié. Cela a été réalisé par ALTUNA (1978) pour des restes de bouquetin des Pyrénées (*C. pyrenaica*) datant du Würm. L'auteur a mis en évidence une bonne séparation (avec ou sans recoupement) pour tous les éléments anatomiques étudiés (notamment les diamètres transverses des distaux de l'humérus, du tibia, du métacarpe et du métatarse, ainsi que du proximum radial), à l'exception du talus (LEM et DTd). Ces résultats sont compatibles avec les nôtres; en effet, le talus est l'élément dont l'IDS moyen reflète le

¹²¹ $(28.3 / 39.1) \times 100$

moins le dimorphisme sexuel et, surtout, pour lequel le recouvrement des intervalles de variation est le plus important (tab. 3.27). Cette situation est sans doute due au fait que cet os ne possède pas d'épiphyse, ce qui ne permet pas d'isoler les jeunes individus.

Pour le chamois, le dimorphisme sexuel n'est pas suffisamment marqué pour permettre la diagnose du sexe. Certaines variables sont toutefois meilleures que d'autres – généralement les longueurs des os longs (tab. 3.18).

Dans certaines situations, il est plus intéressant de connaître les variables qui sont le moins influencées par le dimorphisme sexuel; celles-ci sont en effet les plus utiles pour les comparaisons entre différentes populations d'une même espèce (sites ou périodes différents). Pour une espèce peu dimorphe comme le chamois, les résultats obtenus peuvent permettre de sélectionner les variables les moins sujettes au dimorphisme sexuel (cf. § 5.3).

Dans le cas d'une espèce comme le bouquetin, les différences de taille entre mâles et femelles sont telles qu'elles obligent à considérer séparément les individus des deux sexes lorsque l'on cherche à comparer la taille des représentants de différentes populations. En effet, comme l'ont constaté certains auteurs (MONCHOT 1999), si la séparation des sexes n'est pas réalisée alors l'estimation de la taille moyenne des individus est influencée par le sex-ratio de l'échantillon. Nous verrons également (§ 3.5.6) que, chez le bouquetin, les indices métriques peuvent aussi refléter l'existence d'un dimorphisme sexuel.

3.5. Indices métriques

Nous avons testé l'utilité de divers indices dans le cadre de la discrimination des différentes espèces de caprinés (et éventuellement du chevreuil). En principe, seuls les résultats basés sur des échantillons suffisamment importants et présentant un intérêt pour la diagnose sont présentés. Les éléments anatomiques concernés sont, dans l'ordre, la scapula (col et cavité glénoïde), l'humérus (distum), le radius (proximum), l'ulna (proximum), le tibia (distum), les tarsiens (talus et calcanéus) et les métapodes (proximum et distum). Nous n'avons pas trouvé d'indices intéressants pour le fémur ni pour le naviculo-cuboïde.

Les indices ont été testés sur des épiphyses complètement ossifiées, sans tenir compte du stade de soudure du reste de l'os. Par exemple, les indices du distum huméral ont été calculés pour des spécimens chez lesquels la fusion du distum avec la diaphyse est complètement réalisée, alors que le proximum peut se trouver à tous les stades possibles de fusion épiphysaire.

Il est légitime de penser qu'il peut exister, chez les deux espèces domestiques, une variabilité intraspécifique due à l'existence de différentes races. Dans certains cas (scapula et humérus), nous avons pu tester cette hypothèse en isolant un "corpus de comparaison" qui peut être décomposé en différentes "populations"; les spécimens d'origine inconnue ou qui ne peuvent être regroupés avec plusieurs autres ont été exclus de ce corpus de comparaison.

Afin de quantifier le recouvrement des intervalles de variation entre deux groupes, nous avons calculé un **indice de recouvrement (IR) = (zone de recouvrement des intervalles de variation / étendue totale) x 100**. Il faut préciser que cet indice ne tient pas compte de la distribution des fréquences des observations. Ainsi, une seule valeur très extrême peut augmenter sensiblement la valeur l'IR. Il faut donc également considérer la distribution de la variable, illustrée par les diagrammes en boîte.

3.5.1. Scapula

a) *DEB/DAPmC*

Une première remarque concerne l'ambiguïté de la mesure DEB (distance entre la base de l'épine scapulaire et le bord de la cavité glénoïde), initialement proposée par BOESSNECK *et al.* (1964); la difficulté réside dans la définition du point qui constitue la "base" de l'épine. La

manière dont nous avons pris cette mesure est illustrée à la **figure 1** (plus précisément que dans les figures de ce chapitre).

L'indice DEB/DAPmC reflète l'étirement du col en longueur par rapport à sa largeur. Les valeurs obtenues pour le chamois et le bouquetin se recoupent presque totalement, et elles sont intermédiaires entre celles de la chèvre et du mouton. L'indice ne peut donc permettre ni de mettre en évidence l'une ou l'autre de ces deux espèces, ni de les distinguer (**tab. 3.34**).

DEB / DAPmC	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	238	105.2	75.6	143.8	13.0
<i>C.ibex</i>	55	111.8	93.7	133.0	8.6
<i>R.rupicapra</i>	58	112.4	91.2	125.6	8.2
<i>C.hircus</i>	54	126.5	93.1	172.2	16.1

Tableau 3.34. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPmC (spécimens actuels).

Caprinés domestiques

Selon BOESSNECK *et al.* (1964), l'indice DEB/DAPmC peut servir à distinguer la chèvre du mouton. Les résultats présentés dans le **tableau 3.34** montrent que les valeurs moyennes de l'indice diffèrent effectivement pour le mouton et la chèvre, et qu'elles reflètent un allongement du col plus important chez cette dernière. Les boîtes contenant 50% des valeurs de chaque espèce ne sont pas chevauchantes (**fig. 71**), mais le recouvrement des intervalles de variation des deux espèces est tout de même important (93.1-143.8; IR=52%). Les possibilités de diagnose sont donc limitées aux cas extrêmes: les valeurs inférieures à 93.1 peuvent être attribuées au mouton, et celles supérieures à 143.4 à la chèvre. Nos résultats incluent les valeurs de PFUND (1961) pour 27 chèvres et 34 moutons actuels de races diverses. Les intervalles de valeurs donnés par BOESSNECK *et al.* (78.0 – 133.0 pour le mouton et 104.1 – 172.1 pour la chèvre), qui incluent également les données de PFUND, sont compris dans les nôtres.

Caprinés domestiques: variabilité intraspécifique

Les écarts-types obtenus pour l'ensemble des moutons (s=13.0) et des chèvres (s=16.1) sont sensiblement supérieurs à ceux du chamois (s=8.2) et du bouquetin (s=8.7) (**tab. 3.34**). La décomposition, en populations distinctes, du corpus de moutons révèle l'existence d'une variabilité intraspécifique relativement importante (**tab. 3.35**). On constate que la dispersion des valeurs (écart-type) de chaque population est inférieure à la dispersion globale calculée pour l'ensemble du corpus. En effet, les distributions des valeurs de l'indice ne sont pas les

mêmes pour les différentes populations (**fig. 74**). Les moutons du Soudan et les soay présentent les valeurs les plus élevées, ce qui reflète une plus grande gracilité du col. Au contraire, chez les moutons suisses et chez les clun la robustesse du col est beaucoup plus importante; les valeurs de ces échantillons - certes réduits - ne recourent pratiquement pas celles des soay et des moutons du Soudan.

DEB / DAPmC	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	159	108.2	75.6	143.8	13.4
Suisse	13	90.0	80.7	103.0	6.7
Clun	19	91.0	75.6	120.9	10.4
Shetland	68	109.4	84.2	130.4	9.1
Soay	45	116.3	101.0	143.8	10.8
Soudan	14	116.9	104.3	128.7	9.0

Tableau 3.35. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPmC pour différents types actuels de moutons.

Puisque la variabilité globale est également élevée chez la chèvre, nous avons tenté de la décomposer, et ce malgré un corpus inadapté. Les valeurs de l'écart-type des différentes populations sont sensiblement inférieures à la dispersion globale, et plusieurs groupes se distinguent par une distribution différente de l'indice (**tab. 3.36, fig. 77**). Toutefois, la variabilité demeure souvent assez élevée; dans certains cas, cela peut s'expliquer par l'existence d'un assemblage hétérogène (p.ex. échantillon France-Suisse). Comme pour le mouton, les spécimens du Soudan sont les plus graciles au niveau du col.

DEB / DAPmC	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	24	126.1	93.1	164.2	17.6
Ecosse	3	105.4	99.3	117.3	10.3
Naines	3	114.7	111.5	120.0	4.6
Suisse-France	12	126.0	93.1	150.2	14.7
Angora	2	126.0	117.5	134.5	12.1
Soudan	4	150.6	142.5	164.2	9.5

Tableau 3.36. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPmC pour différents types actuels de chèvres.

Par comparaison avec les indices DEB/DAPpa et DTcg/DAPpa (cf. *infra*), la dispersion des valeurs est importante pour l'indice DEB/DAPmC. Cela est vrai pour la variabilité des corpus globaux de chèvres et de moutons, de même que pour la variabilité au sein d'une même population. Pour le mouton, les résultats de l'étude du dimorphisme sexuel permettent

d'étayer cette constatation. En effet, pour l'indice DEB/DAPmC, les tests statistiques ont révélé l'existence de différences significatives entre mâles et castrats chez les races soay, shetland et clun; il existe également des différences entre mâles et femelles chez les soay, et entre castrats et femelles chez les shetland¹¹⁶ (tab. 3.26). L'existence de telles différences a également été suggérée par BOESSNECK *et al.* (1964, p. 58); d'après ces auteurs, la largeur du col augmente avec le poids de l'animal et, par conséquent, l'indice est plus élevé chez les femelles que chez les mâles, et chez les jeunes que chez les adultes. Chez le mouton, l'épaississement du col correspond au développement d'une insertion musculaire; d'après nos propres observations, celle-ci est effectivement développée surtout chez les mâles adultes. Un exemple frappant de dimorphisme sexuel, bien qu'anecdotique, peut également être mentionné chez la chèvre: pour pratiquement la même valeur de DEB, le mâle angora présente un DAPmC beaucoup plus important que celui d'une femelle de même race¹¹⁷ (fig. 77).

Ajoutons encore que la variabilité relativement élevée de l'indice DEB/DAPpa (par comparaison avec les deux autres indices sus-mentionnés) se manifeste également chez le chamois et le bouquetin. Chez ces deux espèces, il n'existe pas de dimorphisme sexuel pour les indices DEB/DAPmC et DEB/DAPpa (tab. 3.23 et 3.25) mais le dimorphisme sexuel est plus marqué pour la variable DAPmC que pour la variable DAPpa (le dimorphisme sexuel est très faible chez le chamois pour les deux variables); en outre, la variation résiduelle est supérieure pour DAPmC que pour DAPpa (sauf pour les femelles de chamois: les valeurs sont similaires) (tab. 3.22 et 3.24).

Les constatations qui précèdent révèlent que l'indice DEB/DAPmC est soumis à une variabilité individuelle importante. Par conséquent, les valeurs obtenues pour une espèce ou une population donnée *peuvent varier en fonction de la composition du corpus* (âge et sexe), ce qui rend d'autant plus délicate l'utilisation de cet indice.

¹¹⁶ Des différences sexuelles ont également été mises en évidence pour l'indice DEB/DAPpa chez les soay, mais pas chez les shetland ni chez les clun. Aucune différence sexuelle n'a été révélée pour l'indice DTcg/DAPpa.

Caprinés domestiques: application

Nous avons testé l'indice DEB/DAPmC sur un échantillon de caprinés domestiques (n=33) du site d'Hauterive-Champréveyres (STUDER 1991). D'après les résultats obtenus avec les chèvres et moutons actuels (tab. 3.34), l'indice ne permet d'identifier que cinq individus en tout: quatre sont désignés comme chèvres (> 143.8) et un comme mouton (< 93.1).

Puisque la variabilité existant au sein d'une même population est en principe inférieure à la variabilité globale (cf. *supra*), on peut espérer obtenir une meilleure séparation entre les deux espèces pour un site donné que pour un grand ensemble de spécimens actuels comprenant des populations aussi différentes que des moutons soay et des moutons des Alpes suisses. La plupart des pièces d'Hauterive-Champréveyres (n=29) ont pu être identifiées comme chèvres ou moutons (indépendamment de l'indice, J. STUDER comm.pers.), et il est donc possible de considérer séparément les valeurs obtenus pour les représentants des deux espèces (tab. 3.37). Les résultats montrent que les distributions des deux espèces sont différentes; cependant, la variabilité est assez importante et les deux groupes ne forment pas des nuages distincts (fig. 80).

Les valeurs de l'indice obtenues pour les moutons d'Hauterive-Champréveyres sont comparables à celles des moutons shetland, ce qui correspond à une position intermédiaire au sein des moutons de notre corpus (tab. 3.35). Les chèvres d'Hauterive-Champréveyres occupent également une position intermédiaire, entre les spécimens du Soudan et les autres types de chèvres (tab. 3.36).

DEB / DAPmC	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	19	107.3	90.9	125.0	9.9
<i>C.hircus</i>	10	141.4	113.5	168.8	16.9

Tableau 3.37. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPmC pour les caprinés domestiques du site d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

L'efficacité de l'indice DEB/DAPmC a également été testée par BUITENHUIS (1995). Cet auteur constate que, pour la chèvre et le mouton, la séparation obtenue sur le matériel actuel de comparaison est beaucoup moins claire que celle présentée par BOESSNECK *et al.* (1964). En outre, l'indice est inutilisable pour les formes sauvages (*C.aegagrus* et *O.orientalis*). Pour le matériel fossile de deux sites – Asiliki (formes sauvages) et Ilipinar (formes domestiques) – l'indice ne donne pas de résultat intéressant.

b) DEB / DAPpa

L'indice DEB/DAPpa permet de comparer la hauteur du col et le développement antéro-postérieur du processus articulaire de la scapula; sa signification morphologique est donc moins évidente que celle de l'indice DEB/DAPmC. Le chamois et le bouquetin ne peuvent être différenciés grâce à cet indice (tab. 3.38).

DEB / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	202	63.2	45.7	85.8	6.9
<i>C.ibex</i>	55	68.5	53.4	76.2	4.7
<i>R.rupicapra</i>	57	69.5	59.8	79.1	4.6
<i>C.hircus</i>	27	77.3	56.8	91.9	8.1

Tableau 3.38. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPpa (spécimens actuels).

La dispersion est plus élevée pour les deux espèces domestiques que pour le chamois et le bouquetin (tab. 3.38); pour toutes les espèces étudiées, la variabilité est inférieure à celle obtenue pour l'indice DEB/DAPmC (tab. 3.34).

Caprinés domestiques

Les valeurs moyennes sont plus élevées chez la chèvre que chez le mouton, et la séparation est assez bonne pour la plupart des spécimens (tab. 3.38, fig. 72); malgré cela, la zone de recouvrement des intervalles de variation (55.6-85.8; IR=63%) est importante. La composition des corpus est un peu différente de celle de l'indice DEB/DAPmC, et les effectifs sont moins importants; il n'est donc pas possible de conclure sur la valeur relative de ces deux indices.

Caprinés domestiques: variabilité intraspécifique

Nous avons décomposé les mêmes corpus de moutons et de chèvres que ceux utilisés pour l'indice DEB/DAPmC (tab. 3.39 et 3.40). Pour le mouton, la dispersion des valeurs de chacun des groupes n'est que légèrement inférieure à la dispersion globale, ce qui signifie que la variabilité inter-groupes est relativement limitée. Certaines distributions sont toutefois nettement différentes: par exemple, le développement antéro-postérieur du processus articulaire est – à DEB égal – plus faible chez les soay que chez les moutons suisses (fig. 75). La dispersion des valeurs pour chaque population est moins importante que celle obtenue pour l'indice DEB/DAPmC.

DEB / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	157	64.1	45.7	85.8	6.9
Suisse	13	52.7	45.7	63.2	4.9
Clun	19	59.3	52.7	77.1	5.9
Soudan	13	62.6	53.5	72.9	5.9
Shetland	68	64.3	55.5	72.1	3.8
Soay	44	69.9	61.1	85.8	5.8

Tableau 3.39. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPpa pour différents types actuels de moutons.

Pour la chèvre également, la variabilité diminue lorsque l'on distingue différents groupes, et la dispersion des valeurs est moins importante que pour l'indice DEB/DAPmC. Par exemple, les deux chèvres angora (un mâle et une femelle) présentent pratiquement les mêmes valeurs pour l'indice DEB/DAPpa (**tab. 3.40, fig. 78**) alors qu'elles divergeaient beaucoup pour l'indice DEB/DAPmC (**tab. 3.36, fig. 77**).

DEB / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	24	77.5	56.8	91.9	8.5
Ecosse	3	73.1	69.0	79.9	6.0
Races naines	3	74.7	71.4	76.3	2.8
Suisse-France	12	74.7	56.8	84.1	8.7
Angora	2	81.5	81.3	81.8	0.4
Soudan	4	88.9	84.9	91.9	3.0

Tableau 3.40. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPpa pour différents types actuels de chèvres.

Caprinés domestiques: application

Nous avons testé l'indice DEB/DAPpa sur un échantillon de caprinés domestiques (n=24) du site d'Hauterive-Champréveyres (STUDER 1991). Selon les résultats obtenus avec les spécimens actuels (**tab. 3.38**), seules deux chèvres (>85.8) peuvent être mises en évidence; les valeurs de tous les autres spécimens sont comprises dans la zone de recoupement (55.6-85.8). La plupart des individus ayant par ailleurs été déterminés spécifiquement, nous pouvons constater des intervalles de variation distincts pour les représentants des deux espèces (**tab. 3.41, fig. 81**). A noter que la variabilité est très importante chez la chèvre, par comparaison avec celle des spécimens actuels (**tab. 3.38, fig. 72**); cette différence résulte peut-être d'erreur(s) de détermination. Les moutons et les chèvres d'Hauterive-Champréveyres occupent une position intermédiaire au sein des corpus de comparaison des deux espèces (**tab. 3.39 et 3.40**).

DEB / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	16	62.8	56.1	76.2	5.3
<i>C.hircus</i>	8	80.0	65.6	94.1	10.7

Tableau 3.41. Paramètres statistiques de l'indice DEB/DAPpa pour les caprinés domestiques d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

c) DTcg / DAPpa (et DTcg / DAPcg)

Caprinés domestiques

Pour cet indice, nous pouvons comparer nos données avec celles de BOESSNECK *et al.* (1964) (tab. 3.42). Les valeurs indiquées par ces auteurs pour le mouton sont comprises dans l'intervalle de variation obtenu avec notre corpus; pour les chèvres, notre échantillon est petit, et les valeurs de BOESSNECK *et al.* élargissent notre intervalle pour les valeurs inférieures. Il en résulte un important recouvrement des intervalles de variation (60.2-74.7; IR=64%), plus important que celui illustré à la figure 73, qui ne représente que nos propres données. Ainsi, seules les valeurs extrêmes sont discriminantes, et l'utilité de cet indice est donc très limitée.

DTcg / DAPpa		N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	Global			55.0	74.7	
	Notre corpus	131	64.3	55.0	71.7	3.2
	BOESSNECK <i>et al.</i> (1964)	> 100?	64.1	57.1	73.5	
<i>C.hircus</i>	Global			60.2	77.5	
	Notre corpus	27	69.4	65.6	77.1	3.6
	BOESSNECK <i>et al.</i> (1964)	> 50?	68.5	60.2	77.5	

Tableau 3.42. Paramètres statistiques pour l'indice DTcg/DAPpa (spécimens actuels).

Caprinés domestiques: variabilité intraspécifique

Malgré le peu d'utilité de cet indice, il peut être intéressant de considérer les valeurs de l'écart-type des différentes populations de mouton (tab. 3.43). La dispersion des valeurs pour chacun des groupes n'est pas inférieure à la dispersion globale, ce qui correspond à l'absence de variabilité inter-populations. En effet, les valeurs moyennes sont semblables pour les différentes groupes et le recouvrement des valeurs très important (fig. 76). Par ailleurs, la variabilité constatée au sein de chaque population est beaucoup plus faible que celle obtenue pour les indices DEB/DAPmC et DEB/DAPpa, ce qui reflète une variabilité

individuelle relativement faible¹¹⁸. La **figure 76** permet en effet de constater l'existence d'une assez bonne corrélation entre les variables DTcg et DAPpa, c'est-à-dire que la forme du processus articulaire est finalement assez constante au sein de l'espèce.

DTcg / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	90	64.8	58.1	71.7	2.8
Région	13	62.8	58.5	65.0	2.2
Clun	20	64.2	60.2	70.9	2.8
Soudan	13	64.2	58.1	68.6	3.0
Shetland					
Soay	44	65.8	60.1	71.7	2.7

Tableau 3.43. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPpa pour différents types actuels de moutons.

Pour la chèvre, comme pour le mouton, les valeurs des écarts-types sont plus faibles que pour les deux autres indices (**tab. 3.44**). La forme du processus articulaire est peut-être un peu plus variable que chez le mouton (**tab. 3.44, fig. 79**).

DTcg / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	24	69.5	65.6	77.1	3.8
Ecosse	3	71.1	69.9	73.5	2.1
Suisse-France	12	69.7	65.6	77.1	4.7
Angora	2	67.5	67.1	67.9	0.6
Soudan	4	70.5	66.8	75.8	3.8
Races naines	3	67.5	65.9	69.1	1.6

Tableau 3.44. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPpa pour différents types actuels de chèvres.

Caprinés domestiques: application

Nous avons testé l'indice DTcg/DAPpa sur des échantillons de caprinés domestiques des sites d'Hauterive-Champréveyres (n=29) (STUDER 1991) et de Twann (n=59) (BECKER 1981). Comme on pouvait s'y attendre, l'utilité de l'indice est quasi nulle: un seul individu du site de Twann est identifié comme mouton (DTcg/DAPpa <60.2); pour Hauterive-Champréveyres, un individu est identifié comme chèvre (DTcg/DAPpa >74.7) mais a été déterminé comme mouton.

¹¹⁸ L'étude du dimorphisme sexuel n'a pas révélé de différences entre les mâles, les femelles et les castrats (**tab. 3.26**).

Plusieurs pièces ont été attribuées à l'une ou l'autre des deux espèces domestiques. Comme pour les spécimens actuels, le recoupement des valeurs des représentants des deux espèces est très important, tant pour Hauterive-Champréveyres (tab. 3.45, fig. 82) que pour Twann (tab. 3.46, fig. 83). A titre de comparaison, les valeurs obtenues pour les moutons de Boury-en-Vexin sont également présentées (tab. 3.47, fig. 84). Mentionnons également que l'indice DTcg/DAPpa a été testé par BUITENHUIS (1995); cet auteur constate une tendance différente pour les moyennes des représentants des genres *Ovis* et *Capra*, mais un important recouvrement des valeurs; il en conclut que la détermination individuelle n'est pas possible avec cet indice.

15

DTcg / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	20	65.2	60.3	75.2	3.6
<i>C.hircus</i>	8	68.0	61.9	72.9	4.0

Tableau 3.45. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPpa pour les caprinés domestiques d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

DTcg / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	35	65.1	58.9	72.4	2.7
<i>C.hircus</i>	24	67.0	63.4	73.3	2.6

Tableau 3.46. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPpa pour les caprinés domestiques de Twann (Néolithique).

DTcg / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	25	63.8	60.6	71.0	2.3

Tableau 3.47. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPpa pour les moutons de Boury-en-Vexin (Néolithique).

Caprinés et chevreuil

Nous avons pu comparer les valeurs de l'indice DTcg/DAPpa obtenues pour des chevreuils actuels mesurés par LEGGE & ROWLEY-CONWY (1988) avec celles des caprinés (tab. 3.48, fig. 85a). Pour toutes les espèces, la variabilité est faible (notamment par comparaison avec les indices DEB/DAPmC et DEB/DAPpa, tab. 3.34 et 3.38); mais malheureusement, les différences entre espèces ne sont pas bien marquées. L'indice DTcg/DAPpa est maximal chez le chevreuil – ce qui reflète une forme plus arrondie du

processus articulaire – mais le recouvrement avec les valeurs des caprinés est presque total, même avec le mouton. Ce dernier présente des valeurs moyennes plus élevées que celles des autres espèces, qui reflètent une forme plus allongée; mais compte tenu de l'importance du recouvrement des intervalles de variation, l'indice n'est pas utile à la diagnose.

DTcg / DAPpa	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	131	64.3	55.0	71.7	3.2
<i>R.rupicapra</i>	57	69.1	60.6	82.8	3.6
<i>C.hircus</i>	27	69.4	65.6	77.1	3.6
<i>C.ibex</i>	64	71.5	63.4	79.2	2.9
<i>C.capreolus</i>	42	72.7	65.8	79.2	3.1

Tableau 3.48. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPpa (spécimens actuels).

Pour les caprinés, nous avons également testé l'indice DTcg/DAPcg, qui est sensé refléter la forme de la cavité glénoïde. La dispersion des valeurs est plus importante que pour l'indice DTcg/DAPpa, ce qui est probablement dû à l'imprécision de la mesure DAPcg (tab. 3.49). En outre, la séparation entre le mouton et les autres espèces est encore moins bonne que pour l'indice précédent – alors que les mêmes corpus ont été utilisés (fig. 85b).

DTcg / DAPcg	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	133	83.1	70.3	95.1	5.3
<i>R.rupicapra</i>	56	84.6	74.9	104.1	4.8
<i>C.hircus</i>	26	86.1	79.3	97.4	5.7
<i>C.ibex</i>	55	87.1	81.7	94.1	3.1

Tableau 3.49. Paramètres statistiques de l'indice DTcg/DAPcg (spécimens actuels).

3.5.2. Humérus (distum)

a) Forme de la trochlée humérale (HT/DTMT et HMT/DTMT)

Les indices HT/DTMT et HMT/DTMT expriment la forme de la trochlée humérale. Au sein des Caprinés, les valeurs obtenues pour la chèvre et le bouquetin sont similaires, de même que celles du mouton et du chamois (tab. 3.50 et 3.51). En revanche, nous discuterons de la possibilité de distinguer le chamois du bouquetin d'une part, et la chèvre du mouton d'autre part (cf. *infra*).

Caprinés et chevreuil

Les indices HT/DTMT et HMT/DTMT permettent de mettre en évidence la présence de chevreuil: chez cette espèce, la trochlée est de forme plus carrée que celle des caprinés. Le pouvoir discriminant des deux indices est similaire (tab. 3.50 et 3.51, fig. 86 et 87). Pour l'indice HMT/DTMT, nous avons ajouté à nos données celles de cinq individus mesurés par HELMER & ROCHETEAU (1994), qui se répartissent à l'intérieur la marge des valeurs de notre échantillon.

En général, la variabilité est plus importante pour l'indice HMT/DTMT, ce qui correspond selon nous à la difficulté de mesurer la hauteur maximum de la trochlée (HMT). Pour l'indice HT/DTMT, la dispersion des valeurs du chevreuil est relativement importante comparée à celle du chamois et du bouquetin. On notera également que la dispersion est assez similaire chez les caprinés domestiques et sauvages.

HT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	42	44.1	38.3	47.6	1.8
<i>C.hircus</i>	21	45.5	40.8	48.4	1.9
<i>O.aries</i>	98	49.8	45.1	55.4	2.4
<i>R.rupicapra</i>	62	52.7	49.1	57.3	1.9
<i>C.capreolus</i>	14	63.0	58.8	68.3	2.9

Tableau 3.50. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT (spécimens actuels).

HMT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	29	60.5	56.6	66.3	2.4
<i>C.hircus</i>	21	61.9	55.4	65.1	3.1
<i>O.aries</i>	98	66.5	62.1	72.7	2.3
<i>R.rupicapra</i>	62	70.6	65.8	74.9	2.4
<i>C.capreolus</i>	19	82.6	77.5	89.0	2.8

Tableau 3.51. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DTMT (spécimens actuels).

Chevreuil: application

Nous avons pu utiliser les données correspondant à des chevreuils mésolithiques du site de Star-Carr (LEGGE & ROWLEY-CONWY 1988). Les valeurs obtenues pour les deux indices sont sensiblement plus élevées que celles des spécimens actuels – chez les spécimens mésolithiques, la trochlée est encore plus carrée (tab. 3.52 et 3.53, fig. 88 et 89). Les figures 88 et 89 montrent également que la différence de proportion résulte de

valeurs plus élevées pour les variables HT et HMT chez les spécimens mésolithiques. On peut se demander si les disparités observées correspondent à de réelles différences de proportion ou si elles résultent de divergences dans la prise des mesures. Cette dernière hypothèse nous semble peu probable compte tenu du fait que la hauteur de la trochlée (HT) est facile à mesurer, et que les illustrations des mesures HT et HMT par LEGGE & ROWLEY-CONWY nous ont permis de constater qu'elles correspondent aux nôtres.

HT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Actuels	14	63.0	58.8	68.3	2.9
Star Carr	8	69.0	64.9	74.3	3.0

Tableau 3.52. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT pour le chevreuil (spécimens actuels et mésolithiques).

HMT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Actuels	19	82.6	77.5	89.0	2.8
Star Carr	8	91.6	86.4	98.7	4.2

Tableau 3.53. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DTMT pour le chevreuil (spécimens actuels et mésolithiques).

Chamois et bouquetin

L'indice HT/DTMT permet une excellente discrimination entre les deux espèces, puisqu'il n'y a pas de recouvrement des intervalles de variation pour nos échantillons (tab. 3.54, fig. 90). Pour l'indice HMT/DTMT, le recouvrement est faible (IR = 3%), mais les valeurs obtenues reposent sur un plus faible nombre de bouquetins (tab. 3.55, fig. 91); il faut donc préférer l'indice HT/DTMT. Le problème de la distinction entre le chamois et le bouquetin se pose par rapport aux étagnes, et les figures 90 et 91 montrent que la séparation est très efficace¹¹⁹. On notera que ces indices semblent également utiles pour la distinction entre le chamois et la chèvre (tab. 3.50 et 3.51, fig.86 et 87), sous réserve de confirmation par l'utilisation d'un plus grand nombre de chèvres.

HT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	42	44.1	38.3	47.6	1.8
<i>R. rupicapra</i>	62	52.7	49.1	57.3	1.9

Tableau 3.54. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT pour le bouquetin et le chamois (spécimens actuels).

¹¹⁹ Le nombre de chamois représentés sur ces figures est réduit à 52 individus, à cause de l'élimination des individus de sexe indéterminé.

HMT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	29	60.5	56.6	66.3	2.4
<i>R. rupicapra</i>	62	70.6	65.8	74.9	2.4

Tableau 3.55. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DTMT pour le bouquetin et le chamois (spécimens actuels).

Caprinés domestiques

Selon BOESSNECK *et al.* (1964), les deux indices sont utiles pour la distinction entre la chèvre et le mouton, et le premier est meilleur que le second. Le recoupement des valeurs des deux espèces, après regroupement de nos données avec celles de BOESSNECK *et al.*, est assez important pour HT/DTMT (45.0-52.0; IR=43%) (tab. 3.56, fig. 92) et plus encore pour HMT/DTMT (60.5-70.0; IR=55%) (tab. 3.57, fig. 93). L'indice HT/DTMT doit donc être préféré, d'autant plus que la mesure de HT est plus facile que celle de HMT. Pour cet indice, les valeurs inférieures à 45 peuvent être attribuées à la chèvre domestique alors que des valeurs supérieures à 52 peuvent être attribuées au mouton.

HT / DTMT		N	moyenne	min.	max.
<i>O. aries</i>	Global			45.0	57.0
	Notre corpus	98	49.8	45.1	55.4
	BOESSNECK <i>et al.</i> (1964)	> 100?	51.5	45.0	57.0
<i>C. hircus</i>	Global			40.8	52.0
	Notre corpus	21	45.5	40.8	48.4
	BOESSNECK <i>et al.</i> (1964)	> 50?	46.5	42.5	52.0

Tableau 3.56. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT, moutons et chèvres actuels.

HMT / DTMT		N	moyenne	min.	max.
<i>O. aries</i>	Global			60.5	72.7
	Notre corpus	98	66.5	62.1	72.7
	BOESSNECK <i>et al.</i> (1964)	> 100?	66.0	60.5	72.5
<i>C. hircus</i>	Global			55.4	70.0
	Notre corpus	21	61.9	55.4	65.1
	BOESSNECK <i>et al.</i> (1964)	> 50?	63.0	58.0	70.0

Tableau 3.57. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DTMT, moutons et chèvres actuels.

L'indice HMT/DTMT a également été testé par HELMER & ROCHETEAU (1994) sur des représentants sauvages et domestiques des genres *Capra* et *Ovis*¹²⁰. Les valeurs obtenues vont de 57 à 68 pour *Capra* (n=51) et de 61-71 pour *Ovis* (n=51); elles sont donc entièrement comprises dans nos intervalles de variation.

Caprinés domestiques: variabilité

Les tableaux 3.58 et 3.59 donnent les valeurs des deux indices pour différentes populations de moutons. L'écart-type obtenu pour chaque population est en général similaire à la valeur globale du corpus. La variabilité observée globalement, et qui est d'ailleurs similaire à celle des espèces sauvages, n'est donc pas due à des différences entre populations (fig. 94 et 95).

HT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	89	49.7	45.1	55.4	2.4
Shetland	64	48.9	45.1	54.4	2.1
Suisse	11	51.2	47.6	55.4	2.2
Soudan	12	51.7	45.9	54.4	2.4
Karaman	2	52.1	51.9	52.3	0.3

Tableau 3.58. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT, moutons actuels.

HMT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
Corpus	89	66.4	62.1	72.7	2.2
Shetland	64	66.3	62.3	72.7	2.1
Suisse	11	66.6	62.1	71.8	2.7
Soudan	12	67.1	63.3	70.8	2.1
Karaman	2	66.6	64.7	68.5	2.7

Tableau 3.59. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DTMT, moutons actuels.

Caprinés domestiques: application

Nous avons testé l'indice HT/DTMT sur des échantillons de caprinés domestiques des sites d'Hauterive-Champréveyres (n=110) (STUDER 1991) et de Twann (n=24) (BECKER 1981). Pour Hauterive-Champréveyres, l'utilisation de l'indice permet de mettre en évidence 41 moutons (indice>52) (33 d'entre eux ont été reconnus comme tels, 7 classés comme indéterminés et 1 déterminé comme chèvre) et 5 chèvres (indice<45) (déterminées comme telles), soit près de 40% des individus identifiés grâce à l'utilisation de l'indice. Pour Twann,

¹²⁰ Les auteurs ne font pas la distinction entre les formes sauvages et domestiques.

l'indice HT/DTMT permet d'identifier 18 spécimens en tant que moutons (dont 15 déterminés comme tels et 3 comme chèvres) et aucune chèvre (alors que 7 spécimens ont été déterminés comme tels), soit 75% des spécimens déterminés grâce à l'indice. L'indice HMT/DTMT permet de déterminer un seul mouton (sur les 17 déterminés par la morphologie) et 9 chèvres (dont 6 déterminées comme telles et 3 comme moutons), soit 42% des spécimens déterminés grâce à l'indice. Deux explications sont possibles: soit il y a des erreurs de détermination, soit plusieurs spécimens de chèvres et moutons sortent des marges de variations calculées sur des nombreux spécimens actuels – et à ce moment, les déterminations basées sur les valeurs de l'indice sont erronées.

Si on considère les spécimens déterminés comme chèvres ou moutons, on obtient – sous réserve de détermination correcte – les valeurs présentées dans les **tableaux 3.60-3.63** et représentées aux **figures 96-98**.

HT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	68	51.8	45.1	58.1	2.5
<i>C.hircus</i>	20	47.3	40.3	55.0	3.3

Tableau 3.60. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT pour les caprinés domestiques d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

HT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	17	56.8	51.3	61.3	3.4
<i>C.hircus</i>	7	51.3	46.5	53.9	2.6

Tableau 3.61. Paramètres statistiques de l'indice HT/DTMT pour les caprinés domestiques de Twann (Néolithique).

HMT / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	17	63.5	59.1	70.5	2.9
<i>C.hircus</i>	7	59.4	57.9	62.7	1.7

Tableau 3.62. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DTMT pour les caprinés domestiques de Twann (Néolithique).

b) Développement antéro-postérieur de la trochlée

Quatre indices impliquent la mesure DAPME_m et permettent d'exprimer des différences concernant l'importance relative du développement antéro-postérieur de la trochlée.

DAPME_m/DTMT

Cet indice exprime le développement antéro-postérieur de la trochlée par rapport à sa largeur. Il peut permettre de distinguer le chevreuil des caprinés, notamment du chamois qui est l'espèce la plus ressemblante concernant la forme générale de la trochlée (cf. indices HT/DTMT et HMT/DTMT) (tab. 3.63, fig. 99).

DAPME _m / DTMT	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	41	88.5	84.9	93.8	2.1
<i>C. hircus</i>	21	90.2	82.4	97.6	3.6
<i>R. rupicapra</i>	61	90.6	85.3	96.4	2.4
<i>O. aries</i>	33	94.7	87.7	104.5	4.0
<i>C. capreolus</i>	14	108.0	103.8	113.5	3.0

Tableau 3.63. Paramètres statistiques de l'indice DAPME_m/DTMT (spécimens actuels).

HT/DAPME_m

Cet indice est utile à la distinction entre les genres *Capra* et *Rupicapra* (tab. 3.64, fig. 100). Les valeurs plus faibles chez les représentants du genre *Capra* reflètent une constriction de la gorge médiane relativement plus importante que chez le chamois. Le recoupement des valeurs est faible, notamment entre le chamois et le bouquetin (IR = 11%). La distinction entre ces deux espèces n'est donc pas meilleure que pour l'indice HT/DTMT (ou HMT/DTMT); mais elle peut être utile lorsque la trochlée est abîmée. Concernant la distinction entre le chamois et la chèvre, il serait bon de confirmer ces résultats avec un plus grand nombre de chèvres.

HT / DAPME _m	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	41	49.8	42.3	55.1	2.4
<i>C. hircus</i>	25	50.9	46.7	55.7	2.0
<i>O. aries</i>	75	56.9	49.8	63.3	3.1
<i>C. capreolus</i>	14	58.3	55.7	61.1	1.8
<i>R. rupicapra</i>	61	58.2	53.0	61.7	1.9

Tableau 3.64. Paramètres statistiques de l'indice HT/DAPME_m, spécimens actuels.

HMT/DAPME_m

Cet indice peut s'avérer utile pour distinguer le chamois des autres espèces de caprinés, notamment du mouton – mais sous réserve de vérification sur un plus grand nombre d'ovins (tab. 3.65, fig. 101).

HMT / DAPME _m	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	28	68.5	63.7	74.9	2.4
<i>C.hircus</i>	21	68.7	61.5	75.4	3.4
<i>O.aries</i>	33	70.8	64.8	77.9	2.7
<i>C.capreolus</i>	14	75.7	71.9	78.6	2.1
<i>R.rupicapra</i>	61	78.0	71.9	81.6	2.0

Tableau 3.65. Paramètres statistiques de l'indice HMT/DAPME_m (spécimens actuels).

DAPmD/DAPME_m

Cet indice peut permettre de faire la distinction entre le chamois et le mouton (tab. 3.66, fig. 102)¹²¹. Bien que moins discriminant que les indices HT/DTMT et HMT/DTMT, il peut également être utile pour distinguer le chamois du chevreuil (tab. 3.66, fig. 102) dans les cas où la trochlée est abîmée et qu'il n'est pas possible de mesurer son diamètre transverse. En outre, il est indépendant des indices HT/DTMT et HMT/DTMT et peut donc être combiné à ces derniers pour la diagnose.

Les valeurs moyennes de la chèvre et du bouquetin sont différentes, mais le recouvrement des intervalles de variation des deux espèces est important (tab. 3.66, fig. 102).

DAPmD / DAPME _m	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	33	56.5	48.9	64.1	3.7
<i>C.capreolus</i>	14	57.8	51.8	61.8	2.7
<i>C.hircus</i>	21	60.1	53.4	66.1	3.7
<i>R.rupicapra</i>	61	63.8	59.0	68.4	2.3
<i>C.ibex</i>	41	64.7	58.5	71.8	3.1

Tableau 3.66. Paramètres statistiques de l'indice DAPmD/DAPME_m (spécimens actuels).

¹²¹ Nous avons également décrit une différence entre le chamois et le mouton, concernant le développement antéro-postérieur de la trochlée par rapport à la diaphyse, dans le cadre de l'étude des caractères morphoscopiques (cf. § 2.4.3, critère HUMe2).

3.5.3. Radius (proximum)

a) DAPpA/DTpM et DAPpM/DTpM

L'indice DAPpA/DTpM reflète la forme du proximum radial dans son ensemble. Malgré la fusion des parties proximales du radius et de l'ulna, le DAPpA peut être mesuré chez les deux espèces du genre *Capra*, mais avec une légère imprécision. Les valeurs de l'indice DAPpA/DTpM sont plus élevées pour le chamois que pour les autres espèces de caprinés, ce qui correspond à un développement antéro-postérieur plus important chez le chamois (tab. 3.67, fig. 103). A l'autre extrême, le proximum du bouquetin est nettement plus étiré transversalement. Pour nos échantillons, il n'y a pas de recouvrement des intervalles de variation entre les valeurs du chamois et celles du bouquetin, mais pour ce dernier, le nombre de spécimens est relativement réduit.

Les valeurs de l'indice DAPpA/DTpM obtenues pour le chamois peuvent également être comparées à celles des moutons de notre corpus. Bien qu'il existe un recoupement des valeurs (IR = 37%), l'indice peut s'avérer utile pour la différenciation de ces deux espèces¹²² (tab. 3.67, fig. 106). Les moutons soay n'ont pas pu être inclus dans cette comparaison car le diamètre antéro-postérieur (DAP) mesuré par CLUTTON-BROCK *et al.* (1990) est le DAP proximal maximum (DAPpM). Nous avons mesuré les variables DAPpA et DAPpM pour un petit échantillon de chamois (n=18) afin d'étudier la relation existant entre les deux variables. La figure 107 montre que la corrélation entre les deux mesures n'est pas très bonne, raison pour laquelle nous avons renoncé à les regrouper. La séparation entre le chamois et le mouton est excellente (tab. 3.68, fig. 108); mais ce résultat, obtenu pour un petit échantillon de chamois et celui des moutons soay, demande à être vérifié sur de plus grands corpus.

DAPpA / DTpM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	17	46.9	42.3	49.5	2.0
<i>C. hircus</i>	4	48.5	45.7	50.0	1.9
<i>O. aries</i>	33	51.7	47.1	56.0	2.3
<i>R. rupicapra</i>	58	55.7	51.0	60.5	2.2

Tableau 3.67. Paramètres statistiques de l'indice DAPpA/DTpM (spécimens actuels).

¹²² Ce qui est d'autant plus important que les critères morphoscopiques permettant la distinction entre le chamois et le mouton ne sont pas très nombreux (cf. § 2.5.2).

DAPpM / DTpM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	36	50.5	46.0	56.1	1.9
<i>R.rupicapra</i>	18	56.2	53.3	61.3	2.1

Tableau 3.68. Paramètres statistiques de l'indice DAPpM/DTpM (spécimens actuels).

b) DAPpA/DTpA

Cet indice reflète la forme de la surface articulaire, à l'exclusion du relief latéral d'insertion. Le chamois se distingue des autres caprinés par des valeurs plus élevées, et les différences entre espèces sont similaires à celles obtenues pour l'indice DAPpA/DTpM (tab. 3.69, fig. 104). D'après BOESSNECK *et al.* (1964), cet indice¹²³ est généralement plus élevé chez le mouton que chez la chèvre mais avec des recouvrements importants.

La surface articulaire proximale répond à la trochlée humérale, et nous constatons en effet que la séparation obtenue avec l'indice DAPpA/DTpA (fig. 104) est similaire à celle obtenue pour l'indice HMT/DTMT de l'humérus (fig. 87). On peut donc s'attendre à ce que les valeurs de l'indice DAPpA/DTpA soient plus élevées pour le chevreuil que pour le chamois; faute de disposer d'un corpus suffisant pour le chevreuil, cette différence n'a pas été testée.

DAPpA / DTpA	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	17	50.9	46.7	54.5	2.3
<i>C.hircus</i>	4	51.7	48.8	53.2	2.0
<i>O.aries</i>	33	55.7	51.8	60.1	2.2
<i>R.rupicapra</i>	58	59.1	52.9	64.9	2.4

Tableau 3.69. Paramètres statistiques de l'indice DAPpA/DTpA (spécimens actuels).

c) DTpA / DTpM

Cet indice devrait permettre de refléter le développement plus ou moins important du relief latéral d'insertion (cf. § 2.5.3, critère RAdE1). Chez le mouton, les valeurs moins élevées de l'indice reflètent un relief latéral d'insertion généralement plus développé que celui des autres espèces, mais le recouvrement des valeurs est assez important (tab. 3.70, fig. 105).

DTpA / DTpM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	97	91.2	86.4	98.1	2.2
<i>C.ibex</i>	45	92.9	88.9	96.3	1.8
<i>C.hircus</i>	8	94.8	92.0	97.8	1.9
<i>R.rupicapra</i>	71	94.3	90.9	97.7	1.6

Tableau 3.70. Paramètres statistiques de l'indice DTpA/DTpM (spécimens actuels).

3.5.4. Ulna (proximum)

a) DTMpA/DAPpA, DTMpA/DAPmO et DTMpA/DAPmO

Ces trois indices impliquent la mesure du diamètre transverse du processus articulaire (DTMpA) de l'ulna¹²⁴ et reflètent son développement plus important chez les deux espèces du genre *Capra*. Ces deux dernières présentent des valeurs similaires, supérieures à celles du chamois et du mouton. Les indices DTMpA/DAPpA (tab. 3.71, fig. 109) et DTMpA/DAPmO (tab. 3.72, fig. 110) permettent une bonne séparation; pour le chamois et le bouquetin, le recouvrement des intervalles de variation est nul; compte tenu des corpus relativement importants, nous pouvons affirmer que les indices DTMpA/DAPpA et DTMpA/DAPmO sont fiables pour la différenciation de ces deux espèces. Le développement important du DTMpA chez le bouquetin a d'ailleurs été mentionné dans l'étude des caractères morphologiques (cf. § 2.5.3, critère ULNj5). L'indice DTMpA/DAPmO (tab. 3.73, fig. 111) est moins discriminant.

DTMpA / DAPpA	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>R.rupicapra</i>	40	68.2	61.2	77.1	3.4
<i>O.aries</i>	45	70.0	61.5	88.2	5.2
<i>C.hircus</i>	3	86.6	84.4	88.0	1.9
<i>C.ibex</i>	36	92.1	79.7	101.4	3.8

Tableau 3.71. Paramètres statistiques de l'indice DTMpA/DAPpA (spécimens actuels).

¹²³ Ces auteurs désignent leur mesure du diamètre antéro-postérieur comme celle d'un DAP maximum, mais leur description correspond à notre mesure du DAPpA.

¹²⁴ En raison de la fusion du radius et de l'ulna chez les deux espèces du genre *Capra*, la mesure doit être prise caudalement; chez le chamois et le mouton, elle est prise comme illustré dans la figure 1.

DTMpA / DAPmO	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>R.rupicapra</i>	39	77.6	71.4	85.0	3.5
<i>O.aries</i>	2	84.4	80.0	88.8	6.3
<i>C.hircus</i>	3	98.2	95.8	100.8	2.5
<i>C.ibex</i>	36	105.6	90.2	115.9	4.6

Tableau 3.72. Paramètres statistiques de l'indice DTMpA/DAPmO (spécimens actuels).

DTMpA / LO	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	45	46.2	38.9	55.0	3.4
<i>R.rupicapra</i>	38	48.2	42.9	54.7	3.2
<i>C.hircus</i>	3	57.6	56.8	58.6	0.9
<i>C.ibex</i>	36	60.6	46.8	70.7	4.8

Tableau 3.73. Paramètres statistiques de l'indice DTMpA/LO (spécimens actuels).

b) DTMTO/LO, DAPMTO/LO et DAPmO/LO

Ces trois indices décrivent les proportions de l'olécrâne. Pour les rapports DTMTO/LO (tab. 3.74, fig. 112) et DAPMTO/LO (tab. 3.75, fig. 113), les valeurs obtenues pour le mouton, inférieures à celles du chamois, reflètent une hauteur de l'olécrâne relativement moins importante. La séparation entre les deux espèces est meilleure pour le premier indice (IR = 27%) que pour le second (IR = 51%). Les valeurs de l'indice DAPmO/LO reflètent une forme assez similaire chez les différentes espèces (tab. 3.76, fig. 114).

DTMTO / LO	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	65	25.5	21.0	31.8	2.4
<i>C.ibex</i>	10	30.9	27.7	35.2	2.2
<i>R.rupicapra</i>	32	30.9	28.1	34.6	1.6
<i>C.hircus</i>	3	32.0	29.3	33.6	2.3

Tableau 3.74. Paramètres statistiques de l'indice DTMTO/LO (spécimens actuels).

DAPMTO / LO	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	63	58.7	46.1	74.2	5.9
<i>C.ibex</i>	34	63.7	55.9	72.6	4.3
<i>C.hircus</i>	3	64.0	62.2	65.7	1.76
<i>R.rupicapra</i>	40	68.5	57.8	78.4	3.9

Tableau 3.75. Paramètres statistiques de l'indice DAPMTO/LO (spécimens actuels).

DAPmO / LO	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	56	55.9	47.3	67.1	4.4
<i>O.aries</i>	53	57.1	51.8	67.1	3.6
<i>C.hircus</i>	3	58.6	58.2	59.3	0.6
<i>R.rupicapra</i>	40	62.2	54.0	75.9	3.8

Tableau 3.76. Paramètres statistiques de l'indice DAPmO/LO (spécimens actuels).

3.5.5. Tibia (distum)

DAPd/DTdM

La mesure du diamètre antéro-postérieur distal (DAPd) a été décrite par VON DEN DRIESCH (1976) (pour les Equidés): elle doit être prise en appuyant le pied à coulisse sur deux points de contact du bord dorsal du distum; la mesure n'est souvent pas à angle droit avec le diamètre transverse distal maximum (DTdM). Cette mesure a notamment été utilisée par DAVIS (1996) pour mesurer les moutons shetland. Pour les moutons soay (ainsi que quatre chèvres d'Ecosse), CLUTTON-BROCK *et al.* (1990) ont réalisé une mesure un peu différente: il s'agit du DAP distal maximum pris dans la partie médiale du distum, à angle droit avec le DTdM. Nous avons examiné la relation existant entre les variables DAPd et DAPdM, en utilisant les mesures réalisées sur 70 spécimens de différentes espèces (chamois, bouquetin, mouton et chèvre); la **figure 115** montre que la corrélation entre les deux mesures est excellente. Par régression, nous avons donc calculé les valeurs du DAPd qui nous manquaient (pour 41 moutons soay, une trentaine de chamois et quatre chèvres d'Ecosse) à partir de celles du DAPdM. Les valeurs obtenues pour l'indice DAPd/DTdM sont présentées au **tableau 3.77**. Le chamois se démarque du bouquetin (IR = 47%) et du mouton (IR = 42%) par des valeurs plus faibles, qui reflètent un développement relatif du DAPd moindre (**fig. 116**). Les valeurs obtenues pour la chèvre sont similaires à celles du chamois, mais l'utilisation d'un échantillon de chèvres plus important s'avère indispensable pour confirmer l'intérêt de cet indice dans le cadre de la distinction entre cette espèce et le mouton ou le bouquetin. Les résultats obtenus sont à considérer en relation avec la description morphologique du distum tibial (cf. § 2.7.3, critères TIBk1 et TIBk2).

DAPd / DTdM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.hircus</i>	8	72.4	68.4	75.5	2.7
<i>R.rupicapra</i>	61	72.9	67.1	79.2	2.4
<i>C.ibex</i>	33	78.0	72.4	81.6	2.3
<i>O.aries</i>	97	78.7	71.5	85.5	2.8

Tableau 3.77. Paramètres statistiques de l'indice DAP/DTdM (spécimens actuels).

3.5.6. Talus

a) DTd/LIM

Cet indice permet une assez bonne séparation entre le chamois et le mouton (IR = 28%), et reflète une forme générale plus trapue chez ce dernier (tab. 3.78, fig. 117). Pour le bouquetin, l'étude du dimorphisme sexuel a révélé l'existence d'une différence entre les mâles et les femelles: chez ces dernières, les valeurs de l'indice, moins élevées que celles des mâles, sont similaires à celles des chamois (fig. 62). L'indice ne présente donc aucun intérêt pour la distinction entre le chamois et le bouquetin.

DTd / LIM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>R.rupicapra</i>	50	65.4	60.0	70.0	2.0
<i>C.hircus</i>	5	65.9	62.8	70.1	3.3
<i>C.ibex</i>	52	70.7	65.6	75.9	2.3
<i>O.aries</i>	55	72.9	64.1	81.2	3.8

Tableau 3.78. Paramètres statistiques de l'indice DTd/LIM (spécimens actuels).

b) EEM/DTd

Cet indice peut également permettre de distinguer le chamois du mouton (IR = 28%), et ce résultat est d'autant plus fiable que le corpus de moutons est important (tab. 3.79, fig. 118). Les valeurs obtenues pour le bouquetin sont intermédiaires, mais l'indice est différent chez les mâles et les femelles, et les valeurs de ces dernières sont proches de celles du chamois (fig. 63).

EEM / DTd	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	127	81.9	73.8	89.1	3.3
<i>C.hircus</i>	5	83.1	79.2	87.7	3.6
<i>C.ibex</i>	77	84.4	79.1	90.1	2.7
<i>R.rupicapra</i>	61	88.2	82.9	95.8	2.6

Tableau 3.79. Paramètres statistiques de l'indice EEM/DTd (spécimens actuels).

c) EIM/DTd

Pour cet indice, c'est entre le chamois et le bouquetin que la différence est la mieux marquée, bien qu'il existe un recoupement des valeurs des deux espèces (IR = 47%) (tab. 3.80, fig. 119). L'étude du dimorphisme sexuel a montré qu'il n'existe pas de différences entre les bouquetins mâles et femelles. Les différences métriques entre les deux espèces

reflètent le développement important de l'arête médiale chez le bouquetin, qui a été décrit dans la partie consacrée aux caractères morphoscopiques (cf. § 2.8.3, critère TALb13).

EIM / DTd	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	53	85.8	81.5	94.7	2.5
<i>O. aries</i>	55	88.9	80.6	99.0	3.5
<i>C. hircus</i>	5	91.9	86.6	98.9	5.4
<i>R. rupicapra</i>	50	93.3	86.0	100.0	3.0

Tableau 3.80. Paramètres statistiques de l'indice EIM/DTd (spécimens actuels).

d) LIM/LEM

L'indice LIM/LEM peut permettre de différencier le chamois et le bouquetin (IR =42%) (tab. 3.81, fig. 120). L'étude du dimorphisme sexuel révèle que la différence entre ces deux espèces est plus marquée si l'on compare les chamois et les étagnes que si l'on compare les chamois et les bouquetins mâles (fig. 60). L'indice reflète la différence entre les longueurs interne et externe du talus, plus marquée chez les étagnes que chez le chamois; chez ces derniers, les valeurs de l'indice, plus proches de 100, reflètent la tendance à l'égalité de ces deux longueurs.

LIM / LEM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	52	91.3	88.2	98.1	1.8
<i>C. hircus</i>	5	92.9	91.9	94.8	1.2
<i>O. aries</i>	55	94.5	89.6	98.6	2.1
<i>R. rupicapra</i>	50	96.0	92.8	100.7	1.7

Tableau 3.81. Paramètres statistiques de l'indice LIM/LEM (spécimens actuels).

3.5.7. Calcanéus

LP/LC

Cet indice permet de quantifier la différence existant entre la longueur du processus (partie non articulaire) et la longueur du condyle articulaire, critère qui a été abordé dans l'étude des caractères morphoscopiques (cf. § 2.9.3, critère b6). Les résultats métriques (tab. 3.82, fig. 121) confirment l'utilité du critère pour distinguer le chamois du bouquetin, de même que le mouton de la chèvre. Mais les valeurs obtenues doivent être considérées avec prudence compte tenu des effectifs relativement faibles. Pour le mouton, presque toutes les mesures (sauf les deux plus grandes, cf. fig. 121) sont celles des moutons soay.

LP / LC	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>O.aries</i>	43	76.2	48.5	119.4	14.7
<i>R.rupicapra</i>	17	93.5	86.2	106.9	6.0
<i>C.hircus</i>	6	104.1	79.1	123.5	16.6
<i>C.ibex</i>	13	123.8	105.7	139.5	7.6

Tableau 3.82. Paramètres statistiques de l'indice LP/LC (spécimens actuels).

3.5.8. Métapodes

a) *Proximum: DAPpM/DTpM*

L'indice DAPpM/DTpM, qui exprime la forme de l'articulation proximale, a été calculé pour le métacarpe (tab. 3.83a) et le métatarse (tab. 3.83b). Les résultats obtenus pour le métacarpe indiquent que le proximum est dans l'ensemble plus étiré médio-latéralement chez le bouquetin que chez le chamois. Cependant, bien que les boîtes ne soient pas chevauchantes, le recouvrement des intervalles de variation n'est pas négligeable (IR = 35%) (fig. 122a et 123a). Pour le métatarse, la meilleure séparation est obtenue pour le mouton et le chamois – le développement antéro-postérieur étant plus important chez le mouton – mais le recouvrement des valeurs est très important (IR = 78%) (fig. 122b et 123b). La description de la forme de l'articulation proximale a été abordée dans l'étude des caractères morphoscopiques (cf. § 2.11.3, critères MTCa1 et MTTd1).

DAPpM / DTpM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.hircus</i>	6	67.3	65.7	70.2	1.6
<i>C.ibex</i>	60	68.6	64.1	72.4	2.0
<i>R.rupicapra</i>	58	72.5	67.4	78.3	2.2
<i>O.aries</i>	85	73.1	66.9	81.3	2.7

Tableau 3.83a. Paramètres statistiques de l'indice DAPpM/DTpM pour le métacarpe (spécimens actuels).

DAPpM / DTpM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.hircus</i>	3	91.7	88.5	94.2	2.9
<i>C.ibex</i>	59	94.9	83.8	102.4	4.6
<i>R.rupicapra</i>	59	94.9	88.3	104.4	3.1
<i>O.aries</i>	80	99.5	88.8	108.2	4.0

Tableau 3.83b. Paramètres statistiques de l'indice DAPpM/DTpM pour le métatarse (spécimens actuels).

b) *Distum: DAPdM/DTdM*

L'indice DAPdM/DTdM permet d'exprimer la forme de l'articulation distale du métacarpe (tab. 3.85) et du métatarse (tab. 3.86). Les valeurs obtenues pour le chamois et le mouton sont assez différentes, et ce dans la même mesure pour le métacarpe (IR = 24%) (fig. 124a et 125a) que pour le métatarse (IR = 21%) (fig. 124b et 125b). Ces disparités reflètent un élargissement du distum dans le sens latéro-médial plus important chez le chamois que chez le mouton; cette différence a été mentionnée dans le cadre de l'étude des caractères morphoscopiques (cf. § 2.11.3, critères MTCh12 et MTTh12').

DAPdM / DTdM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	49	57.5	52.4	61.8	2.1
<i>R. rupicapra</i>	58	59.8	56.3	63.4	1.7
<i>C. hircus</i>	6	61.7	56.0	68.3	4.3
<i>O. aries</i>	85	66.3	59.1	74.0	3.0

Tableau 3.84a. Paramètres statistiques de l'indice DAPdM/DTdM pour le métacarpe (spécimens actuels).

DAPdM / DTdM	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	49	62.2	58.4	67.9	2.2
<i>R. rupicapra</i>	57	62.5	59.6	65.6	1.4
<i>C. hircus</i>	4	67.2	64.6	73.1	4.0
<i>O. aries</i>	80	67.9	62.2	75.6	2.8

Tableau 3.84b. Paramètres statistiques de l'indice DAPdM/DTdM pour le métatarse (spécimens actuels).

c) *Forme des trochlées distales: DAPCp/DAPV*

L'indice DAPCp/DAPV a été testé pour les parties médiales et latérales du métacarpe et du métatarse.

DAPCpm/DAPVm

Pour le métacarpe, le recouvrement des valeurs du chamois avec celles du bouquetin et du mouton est très important; l'indice ne présente donc pas d'intérêt dans ce contexte (tab. 3.85a, fig. 126a et 127a). En revanche, pour le métatarse, l'indice peut permettre de distinguer le chamois du bouquetin; il existe certes un recouvrement des intervalles de variation, mais il est relativement faible (IR = 21%) (tab. 3.85b, fig. 126b et 127b).

DAPCpm / DAPVm	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.hircus</i>	3	59.5	56.2	62.2	3.0
<i>C.ibex</i>	39	63.1	60.5	65.8	1.4
<i>R.rupicapra</i>	56	64.5	61.0	69.4	1.8
<i>O.aries</i>	53	66.9	63.0	78.0	2.6

Tableau 3.85a. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpm/DAPVm pour le **métacarpe** (spécimens actuels).

DAPCpm / DAPVm	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	39	60.0	56.3	64.2	1.7
<i>C.hircus</i>	3	60.6	59.3	61.7	1.2
<i>O.aries</i>	6	64.2	59.7	66.3	2.4
<i>R.rupicapra</i>	57	66.2	61.1	71.4	2.0

Tableau 3.85b. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpm/DAPVm pour le **métatarse** (spécimens actuels).

L'indice DAPCpm/DAPVm a été proposé par BOESSNECK *et al.* (1964) pour la distinction entre la chèvre et le mouton. Pour le **métacarpe**, la différence entre les deux espèces est très claire: les auteurs obtiennent des valeurs inférieures à 63 (sauf une égale à 63) pour la chèvre, et des valeurs supérieures à 63 pour le mouton. Nous obtenons une valeur maximale de 62.2 pour la chèvre (échantillon très réduit) et une valeur minimale de 63.0 pour le mouton (**tab. 3.85a**). Pour le **métatarse**, les auteurs ont constaté un recoupement des valeurs des deux espèces dans la zone comprise entre 59.0 et 62.5. Plusieurs de nos chèvres et moutons se situent effectivement dans cet intervalle (**tab. 3.85b**). ROWLEY-CONWY (1988) a testé cet indice pour la distinction entre les deux espèces de caprinés domestiques et a constaté qu'il fonctionne mieux pour le condyle médial que pour le latéral, et pour le métacarpe que pour le métatarse (pour le métatarse, seul le condyle médial peut être utilisé).

L'indice DAPCpm/DAPVm correspond à un caractère qui a été abordé au cours de l'étude morphologique (cf. § 2.11.3, critères MTCg1 et MTTg1'). Les données métriques confirment que les différences entre la chèvre et le mouton sont plus marquées au niveau du métacarpe que du métatarse. Pour le métatarse, l'indice permet une bonne séparation entre le chamois et le bouquetin, ce qui n'est pas évident d'après les résultats de l'étude morphologique.

DAPCpl/DAPVI

Pour le métacarpe, il existe une différence entre le chamois et le mouton mais le recouvrement des valeurs est tout de même important (IR = 38%) (tab. 3.86a, fig. 128a et 129a). Pour le métatarse, une assez bonne séparation est obtenue pour le chamois et le bouquetin (IR = 25%) (tab. 3.86b, fig. 128b et 129b).

DAPCpl / DAPVI	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.hircus</i>	3	57.3	54.9	59.6	2.3
<i>C.ibex</i>	39	61.4	57.6	64.8	1.6
<i>R.rupicapra</i>	56	61.8	56.7	65.5	1.9
<i>O.aries</i>	53	65.0	61.1	68.5	1.9

Tableau 3.86a. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpl/DAPVI pour le métacarpe (spécimens actuels).

DAPCpl / DAPVI	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	39	58.7	53.4	62.2	1.7
<i>C.hircus</i>	3	58.7	55.9	60.1	2.4
<i>O.aries</i>	6	61.8	56.8	65.5	3.3
<i>R.rupicapra</i>	57	63.4	58.5	68.0	2.3

Tableau 3.86b. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpl/DAPVI pour le métatarse (spécimens actuels).

c) Forme des trochlées distales: DAPCp/DTT

Les indices DAPCpm/DTTm et DAPCp/DTTI ont été utilisés par PAYNE (1969) pour le métacarpe uniquement, dans le cadre de la distinction entre le mouton et la chèvre. ROWLEY-CONWY (1988) a testé ces indices sur le métacarpe et le métatarse, et trouve qu'ils fonctionnent mieux que ceux proposés par BOESSNECK *et al.* (1964) (cf. *supra*). Comme pour ces derniers indices, ROWLEY-CONWY conclut que la méthode fonctionne mieux pour le condyle médial que pour le latéral, et pour le métacarpe que pour le métatarse (pour le métatarse, seul le condyle médial peut être utilisé). Nos données pour le mouton montrent que la dispersion des valeurs est assez importante chez cette espèce (tab. 3.87 et 3.88); avec un échantillon très réduit de chèvres (n=4!), le recouvrement des valeurs des deux espèces est presque total – même si les valeurs des chèvres se situent dans les valeurs extrêmes inférieures des moutons (tab. 3.87 et 3.88, fig. 130 et 132). Pour un métapode donné et pour une espèce donnée, les valeurs des indices correspondant aux

trochlées médiale et latérale sont ressemblantes, mais pas identiques. Il convient donc de latéraliser les métapodes avant d'utiliser ces indices.

DAPCpm/DTTm

Pour cet indice, les moyennes du chamois et du bouquetin sont assez différentes, et les résultats sont similaires pour le métacarpe (IR = 30%) (tab. 3.87a, fig. 130a et 131a) et le métatarse (IR = 15%) (tab. 3.87b, fig. 130b et 131b).

DAPCpm / DTTm	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	39	79.9	71.7	86.6	3.7
<i>C.hircus</i>	4	81.4	75.4	88.6	6.1
<i>R.rupicapra</i>	58	87.2	80.0	93.6	3.3
<i>O.aries</i>	88	93.2	78.0	111.3	7.0

Tableau 3.87a. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpm/DTTm pour le métacarpe (spécimens actuels).

DAPCpm / DTTm	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	38	84.6	74.2	91.5	4.6
<i>C.hircus</i>	4	86.6	82.0	92.5	4.5
<i>R.rupicapra</i>	57	94.5	86.3	108.0	4.4
<i>O.aries</i>	30	94.9	77.7	108.5	6.3

Tableau 3.87b. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpm/DTTm pour le métatarse (spécimens actuels).

DAPCpl/DTTI

Pour la trochlée latérale, la séparation des boîtes contenant les valeurs les plus fréquentes du chamois et du bouquetin est similaire à celle obtenue pour la trochlée médiale, même si le recouvrement des intervalles de variation est un peu plus important au métacarpe (tab. 3.88a, fig. 132a et 133a) et au métatarse (tab. 3.88b, fig. 132b et 133b).

DAPCpl / DTTI	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C.ibex</i>	39	77.4	69.1	85.9	3.5
<i>C.hircus</i>	4	81.4	74.8	85.5	4.9
<i>R.rupicapra</i>	58	84.5	74.6	92.4	3.7
<i>O.aries</i>	89	90.5	78.9	106.7	6.6

Tableau 3.88a. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpl/DTTI pour le métacarpe (spécimens actuels).

DAPCpl / DTTI	N	moyenne	min.	max.	écart-type
<i>C. ibex</i>	38	84.4	78.3	93.6	4.2
<i>C. hircus</i>	4	87.0	80.6	94.7	6.4
<i>R. rupicapra</i>	57	94.3	83.1	107.1	4.9
<i>O. aries</i>	30	97.1	86.5	113.5	5.8

Tableau 3.88b. Paramètres statistiques de l'indice DAPCpl/DTTI pour le métatarse (spécimens actuels).

4. ESTIMATION DE L'AGE INDIVIDUEL CHEZ LE CHAMOIS ET LE BOUQUETIN

Dans un premier temps, nous avons utilisé les données de la littérature pour estimer l'âge individuel des chamois et bouquetins de notre corpus à l'aide de deux méthodes différentes: les stades d'éruption dentaire et le comptage des anneaux d'âge des étuis cornés. Dans un second temps, la connaissance des âges individuels de 48 chamois et 38 bouquetins nous a permis de réaliser des tables de fusion pour la plupart des éléments du squelette postcrânien.

4.1 Estimation de l'âge individuel d'après les stades d'éruption dentaire

Les âges des plus jeunes spécimens ont été estimés sur la base de la lecture du stade d'éruption dentaire (autant que possible en combinaison avec le comptage des anneaux d'âge des étuis cornés). Nous nous sommes basée sur les données de COUTURIER, tant pour le chamois (COUTURIER 1938) que pour le bouquetin (COUTURIER 1962). Cet auteur présente les données brutes des nombreuses observations qu'il a réalisées, c'est-à-dire qu'il indique le stade d'éruption de la dentition de chaque individu (d'un âge donné). Nous avons réalisé une synthèse de ces données qui permet d'estimer directement l'âge d'un individu à partir de l'état de sa dentition (**tab. 4.1 et 4.2**).

Les tableaux 4.1 et 4.2 n'incluent pas l'éruption des dents déciduales; les trois incisives et les trois prémolaires de lait sont déjà présentes à la naissance ou émergent entre ce moment et le premier mois de vie, alors que la canine apparaît au cours du premier ou du second mois. La lecture des tableaux 4.1 et 4.2 révèle que les dates d'éruption des dents définitives sont très similaires pour le chamois et le bouquetin. Pour une même dent (p.ex. M1), l'éruption est généralement un peu plus tardive pour le maxillaire que pour la mandibule. Pour cette dernière, on constate également le synchronisme de l'éruption de M2 et I1, M3 et I2, et P2-P4 et I3.

Les dernières dents jugales à sortir sont les prémolaires définitives; lorsqu'elles sont effectivement hors de l'alvéole, on peut dire que l'individu est âgé d'au moins 30 mois; la canine (incisiforme) est la toute dernière dent à émerger; lorsqu'elle est présente, l'individu

est âgé de 38 ou 40 mois au moins (pour le chamois et le bouquetin respectivement). Ainsi, pour les deux espèces concernées, les limites de la méthode de l'estimation de l'âge individuel sur la base du stade d'éruption dentaire sont atteintes vers l'âge de **deux ans et demi** pour les dents jugales et vers l'âge de **trois ans et demi** si l'on dispose des dents de la rangée antérieure.

La précision obtenue grâce à cette méthode dépend de chaque situation. Prenons l'exemple d'une mandibule qui présente toutes ses dents jugales. Si la M3 est sortie, mais que les prémolaires déciduales sont encore en place, on peut estimer très précisément un âge compris entre 27 et 29 mois. Mais dans un autre cas de figure, si la M2 est sortie mais pas la M3, la précision est moindre puisque l'âge estimé est compris entre 15 et 28 mois.

	pas sortie	déjà sortie		pas sortie	déjà sortie
M ₁	< 3 mois	≥ 3 mois			
M ¹	< 6 mois	≥ 5 mois			
M ₂	< 15 mois	≥ 15 mois	I ₁	< 15 mois	≥ 15 mois
M ²	< 17 mois	≥ 17 mois			
M ₃	< 29 mois	≥ 27 mois	I ₂	< 27 mois	≥ 27 mois
M ³	< 30 mois	≥ 29 mois			
P ₂ , P ₃ , P ₄	< 30 mois	≥ 28 mois	I ₃	< 36 mois	≥ 30 mois
P ² , P ³ , P ⁴	< 31 mois	≥ 30 mois			
			C	< 45 mois	≥ 38 mois

Tableau 4.1. Estimation de l'âge individuel à partir du stade d'éruption dentaire (dentition définitive) chez le **chamois** (d'après les données de COUTURIER 1938).

	pas sortie	déjà sortie		pas sortie	déjà sortie
M ₁	< 5 mois	≥ 4 mois			
M ¹	< 7 mois	≥ 5 mois			
M ₂	< 15 mois	≥ 15 mois	I ₁	< 15 mois	≥ 15 mois
M ²	< 17 mois	≥ 17 mois			
M ₃	< 29 mois	≥ 28 mois	I ₂	< 28 mois	≥ 28 mois
M ³	< 30 mois	≥ 29 mois			
P ₂ , P ₃ , P ₄	< 30 mois	≥ 28 mois	I ₃	< 36 mois	≥ 31 mois
P ² , P ³ , P ⁴	< 31 mois	≥ 30 mois			
			C	< 45 mois	≥ 40 mois

Tableau 4.2. Estimation de l'âge individuel à partir du stade d'éruption dentaire (dentition définitive) chez le **bouquetin** (d'après les données de COUTURIER 1962).

COUTURIER (1938) précise qu'il considère l'éruption réalisée lorsque la dent se trouve complètement hors de l'alvéole (l'auteur a examiné du matériel "frais" et réalisé des radiographies). C'est également ainsi que nous avons défini l'éruption (sur du matériel ostéologique exclusivement): la surface occlusale est complètement en dehors de l'alvéole, mais la dent n'a pas forcément atteint sa hauteur définitive. Pour estimer les âges des plus jeunes chamois de notre corpus, nous avons combiné l'âge obtenu à partir des données de COUTURIER (1938) avec celles de HABERMEHL (1985), qui synthétise les indications de différents auteurs. Dans certains cas, les âges estimés de ces deux manières sont très similaires, mais parfois la différence est plus importante (de 8 mois au maximum). En regroupant ces données, nous avons donc obtenu des fourchettes plus larges; ainsi, l'estimation est moins précise, mais le risque d'erreur est moins grand. En effet, le problème de la variabilité individuelle ne doit pas être négligé, puisque le déroulement chronologique de l'éruption dentaire peut être influencé par des facteurs tels que la qualité de l'alimentation ou les maladies¹²⁵. Un autre problème concerne la définition exacte du terme "éruption". La plupart des auteurs, comme HABERMEHL (1985), ne la précisent pas, et n'indiquent pas non plus si les observations ont porté sur des maxillaires "frais" ou bien sur les seuls éléments squelettiques.

4.2. Estimation de l'âge individuel d'après le comptage des anneaux d'âge des étuis cornés

Croissance des étuis cornés et formation des anneaux d'âge

Chez tous les Bovidés, chaque corne est formée d'une cheville osseuse revêtue d'un étui kératinisé permanent. La croissance de celui-ci ne se fait pas à vitesse constante; elle se ralentit parfois – en cas de restrictions alimentaires ou sous l'effet de divers facteurs endogènes – ce qui se manifeste à sa surface par une "strie de croissance" plus ou moins nette (BOURLIERE & SPITZ 1975).

Chez le chamois et le bouquetin, la croissance des cornes débute dès la naissance et se poursuit tout au long de la vie de l'animal. La croissance se ralentit ou s'interrompt généralement pendant l'hiver, d'où l'apparition des anneaux d'âge à périodicité annuelle. D'après COUTURIER (1938), la croissance de la corne se produit du début du mois de mars à la fin du mois de décembre mais sa part la plus importante a lieu du début du mois d'avril à la

¹²⁵ On peut consulter à ce propos HILLSON (1986), qui cite plusieurs études.

fin du mois de novembre¹²⁶, soit sur une durée de 8 mois. Ces observations sont valables pour les chamois et bouquetins des Alpes¹²⁷.

Certains auteurs ont fait remarquer que les cornes du chamois peuvent continuer à croître pendant l'hiver (SCHRÖDER 1971; KOUBEK & HRABE 1983; PEREZ-BARBERIA *et al.* 1996). En fait, la croissance des anneaux d'âge est influencée par différents types de facteurs: des facteurs internes tels que le sexe, l'âge, la condition physiologique (rut, gestation, lactation) et les maladies, ainsi que des facteurs externes comme la nourriture, la densité de population, la compétition et les prédateurs (NIETHAMMER 1957; PEREZ-BARBERIA *et al.* 1996; MASSEI *et al.* 1997).

Estimation de l'âge individuel

Le déroulement chronologique de la croissance de l'étui corné a été décrit de manière détaillée par COUTURIER, pour le chamois (COUTURIER 1938) et pour le bouquetin (COUTURIER 1962). Le principe du comptage des anneaux d'âges est illustré pour les deux espèces (**fig. 134 et 135**). Plusieurs détails, et notamment les longueurs des quatre premiers segments d'allongement des cornes, doivent cependant être pris en compte pour éviter les erreurs dues à une mauvaise qualité de lecture des anneaux (confusion des anneaux d'âge avec d'autres "plis" ou "rides" ou encore disparition de certains anneaux); dans ce but, nous avons également consulté les travaux de KNAUS & SCHRÖDER (1975), BAUMANN (1984a et 1984b), WAGENKNECHT (1984) et SCHRÖDER & VON ELSNER-SCHACK (1985).

Lorsque la date de décès de l'animal est connue, il est possible d'estimer assez précisément son âge. Chez le chamois, la mise bas a lieu généralement entre le 15 mai et le 15 juin, et les extrêmes s'étendent du 1er avril au 15 juillet. Si l'on considère le **1er juin** comme date moyenne¹²⁸ (COUTURIER 1938, p. 519), l'âge d'un animal tué fin novembre peut être estimé à X années et 6 mois \pm 2 semaines (en excluant les cas les plus extrêmes). Cette méthode, basée sur un raisonnement probabiliste, ne permet pas d'assurer une estimation parfaitement correcte dans chaque cas. D'après les données de COUTURIER (1962, p. 1053) pour le bouquetin, nous avons également considéré le 1^{er} juin comme date de naissance.

¹²⁶ La croissance est nulle pendant les mois de janvier et février et très faible en décembre et en mars.

¹²⁷ D'après les observations de PEREZ-BARBERIA & FERNANDEZ-LOPEZ (1996) sur le chamois cantabrique, les anneaux se forment en mars.

¹²⁸ Cette date est valable pour le chamois des Alpes, et peut varier pour d'autres sous-espèces: pour le chamois cantabrique, PEREZ-BARBERIA & FERNANDEZ-LOPEZ (1996) considèrent comme date de naissance le 1^{er} mai.

4.3. Estimation de l'âge individuel d'après les stades de fusion des éléments du squelette postcrânien

Matériel examiné et codage des stades de fusion

Le processus d'édification des pièces osseuses a été décrit dans le détail par BARONE (1976, p.48-51). Les centres diaphysaires (primaires) ou épiphysaires (secondaires) sont les ébauches cartilagineuses à partir desquelles s'effectue le processus d'ossification. Chaque centre épiphysaire donne naissance à une épiphyse, et c'est au niveau des cartilages épiphysaires que s'effectue la croissance de l'os. Lorsque l'os a atteint sa taille définitive, le cartilage cesse de réagir et finit par se laisser envahir complètement par l'ossification. L'os épiphysaire se met alors en continuité avec celui de la diaphyse; on dit que l'épiphyse est soudée ou qu'elle a effectué sa synostose. Une ligne de soudure, dite *ligne épiphysaire*, reste visible quelque temps sur les coupes, puis les remaniements de l'ossification secondaire raccordent complètement les structures diaphysaires et épiphysaires. Certains os ne possèdent aucune épiphyse; d'autres n'en possèdent qu'une seule (os mono-épiphysés: métacarpiens, métatarsiens). Certains enfin en ont plusieurs, jusqu'à six ou sept (os pluri-épiphysés: humérus, fémur).

Pour chaque individu – chamois ou bouquetin – dont l'âge a pu être estimé par l'une ou les deux méthodes présentées ci-dessus, le stade de fusion des différents éléments anatomiques a été relevé individuellement. Le **tableau 4.2** présente les différentes centres d'ossification pris en compte et les abréviations utilisées. Les codes employés pour décrire les stades de fusion sont indiqués dans le **tableau 4.3**.

CENTRES QUI SE SOUDENT	ABREVIATION
ATLAS	
Soudure de la zone ventrale	ATLVentr
Soudure médiane dorsale	ATLDors
AXIS	
Soudure ventrale (entre la dent et le corps)	AXIVentr
Soudure de la fosse vertébrale (épiphyse caudale)	AXICaud
SCAPULA	
Processus coracoïde (centre coracoïdien)	SCAProx
HUMERUS	
Proximum/diaphyse	HUMProx
Tête-tubercule mineur/tubercule majeur	HUMTub
Distum/diaphyse	HUMDist
Trochlée/condyles	HUMTroc
RADIUS	
Proximum/diaphyse	RADProx
Distum/diaphyse	RADDist
ULNA	
Proximum/diaphyse	ULNProx
Distum/diaphyse	ULNDist
COXAL	
Ilion/ischion/pubis (centre acétabulaire)	COXAcét
Ischion (tubérosité ischiatique)	COXIsch
Ilion (crête iliaque)	COXIlion
Pubis (symphyse pubienne)	COXPub
FEMUR	
Proximum/diaphyse	FEMProx
Tête/tubercule majeur	FEMTub
Tubercule mineur/diaphyse	FEMMin
Distum/diaphyse	FEMDist
TIBIA	
Proximum/diaphyse	TIBProx
Tubérosité tibiale/plateau tibial	TIBTub
Distum/diaphyse	TIBDist
METAPODES (métacarpe ou métatarse)	
Fusion des rayons III et IV	MTCFus ou MTFus
Distum/diaphyse	MTCDist ou MTTDist
PHALANGES (phalange I ou phalange II)¹²⁹	
Proximum/diaphyse	PH1Prox ou PH2Prox
CALCANEUS	
Sommet/corps	CALProx
NAVICULO-CUBOÏDE	
Fusion du naviculaire et du cuboïde	NAVFus

Tableau 4.2. Liste des soudures considérées et leurs abréviations correspondantes.

CODE	PROCESSUS DE FUSION	LIGNE DE SOUDURE
A	Terminé	Invisible
A-	Pratiquement terminé	Toute petite trace
AB	Presque terminé	Réduite
B	En cours	Partielle
BC	Juste commencé	Presque totale
C	Pas commencé	Complète

Tableau 4.3. Codes utilisés pour désigner les différents stades de fusion.

¹²⁹ Nous n'avons pas constaté de différences concernant le stade de fusion épiphysaire des phalanges médiales, latérales, antérieures ou postérieures.

Certains codes doivent être précisés. Pour la fusion des rayons III et IV des métapodes, les différents stades décrits sont les suivants: les deux rayons sont séparés (C); la ligne de soudure est visible sur toute sa longueur (C+); la ligne de soudure n'est plus visible vers le milieu de la diaphyse mais l'est encore au niveau du proximum et du distum (BC); la fusion est réalisée sauf dans la partie distale de la diaphyse (depuis le niveau du foramen distal) (B); la fusion est en cours dans la partie distale de la diaphyse (AB); le foramen distal est encore allongé et/ou la ligne de soudure est encore un peu visible distalement (A-). Pour l'os coxal, lorsque la fusion de l'épiphyse ischiatique est en cours nous avons précisé la présence (AB) ou l'absence (B) de pièce intermédiaire (qui relie les épiphyses droite et gauche et réalise la fusion des deux os coxaux au niveau de l'ischion). L'état de fusion de la symphyse pubienne correspond au degré de soudure entre les deux os coxaux au niveau du pubis (le stade A- correspond à l'existence de petits espaces entre ces deux parties).

Déroulement chronologique du processus d'ossification

Les **tableaux 4.5–4.7** présentent l'état de fusion du squelette des spécimens d'âges divers représentés dans notre corpus. Ces tableaux permettent de considérer la progression chronologique du processus de fusion des différents centres considérés, des plus précoces aux plus tardifs. La séquence d'ossification est similaire pour le chamois et le bouquetin et suit celle de l'ensemble des Mammifères (CURGY 1965; BARONE 1976). Les centres épiphysaires qui se soudent les premiers sont ceux de l'articulation du coude (distum huméral et proximum radial¹³⁰) et des ceintures (scapula et coxal). Les distums du radius et de l'ulna, le proximum huméral¹³¹ ainsi que les centres qui constituent l'articulation du genou (distum fémoral et proximum tibial) sont les derniers éléments du squelette appendiculaire à s'ossifier. Les épiphyses secondaires de l'ischion (tubérosité ischiatique) et de l'ilion (crête iliaque), ainsi que la symphyse pubienne, sont les plus tardives; même chez les adultes âgés, le processus n'est souvent pas complètement terminé.

Nous n'avons pas remarqué de différences entre les chamois mâles et femelles; les résultats sont donc présentés en commun (**tab. 4.5**). Pour le squelette appendiculaire, on peut considérer que le processus de fusion est terminé vers l'âge de 4 ans. Une légère trace de la ligne de soudure (AB) peut perdurer au-delà de cette date pour les proximums de l'humérus et du tibia.

¹³⁰ Mais pas le proximum ulnaire.

¹³¹ Pour l'humérus et le radius, il s'agit donc des épiphyses opposées à celles qui constituent l'articulation du coude.

AGE	N	MTT	MTC	NAV	RAD	HUM	HUM	COX	SCA	PH 2	PH 1	FEM	TIB	HUM	MTC	MTT	TIB	FEM	CAL	FEM	ULN	FEM	HUM	RAD	ULN	TIB	COX	COX	COX	
		Fus	Fus	Fus	Prox	Troc	Dist	Acét	Prox	Prox	Prox	Min	Dist	Tub	Dist	Dist	Tub	Tub	Prox	Prox	Prox	Dist	Prox	Dist	Dist	Prox	Ilion	Isch	Pub	
Nouveau-né	1	BC	C+	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
14 jours	1	B	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
4 mois	1	B	B		BC	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
5-6 mois	3	B-AB*	B					BC-B	C-AB	C-AB	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
8 mois	1	B	B		AB			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
10-11 mois	1	AB	B					BC	C-B*	C	C	C	C*	C*	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
15 mois	3	B-AB	B-AB			B-A	B-A	B-A*	B-A	C-A	C-B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C*	C	C	
1 an 1/2	3	B-AB	B-AB								B-A	C-B	C-AB	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C*	
2 ans 1/2 env.	7	AB-A	B-A*								B-A	BC-AB	C-AB	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-A	C-B	C-B	C-BC*	C
3 ans 1/2	3												AB-A								AB-A				B-A	C*	BC-AB	C-BC	C-B	C
4 ans 1/2	2																				AB-A				AB	C-A	B-AB	C-BC	C	
5-6 ans 1/2	2																				AB-A					B-A	AB-A	C-B	C	
7 ans 1/2	1																								AB		B	C	C	
8ans1/2-10ans1/2	8																								AB-A					
11ans1/2-13ans1/2	6																								AB-A	B-A	AB-A	AB-A	C-A	
14ans -16ans1/2	4																								AB-A			B-A		
18 ans	1																											B		

Tableau 4.5. Progression du processus d'ossification du squelette postcrânien chez le chamois (mâles et femelles) (*un individu de moins; "un individu supplémentaire).

AGE	N	MTT	MTC	NAV	RAD	HUM	HUM	COX	SCA	PH 2	PH 1	FEM	TIB	HUM	MTC	MTT	TIB	FEM	CAL	FEM	ULN	FEM	HUM	RAD	ULN	TIB	COX	COX	COX
		Fus	Fus	Fus	Prox	Troc	Dist	Acét	Prox	Prox	Prox	Min	Dist	Tub	Dist	Dist	Tub	Tub	Prox	Prox	Prox	Dist	Prox	Dist	Dist	Prox	Illon	Isch	Pub
5 jours	1	C+	C+	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1 mois 1/4	1	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5 mois 1/4	1	B	B	AB	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
11 mois	2	B	B		AB/A	BC/A	C-AB	C*	C-B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C*	C*	C*	
2 ans 1/4	1	AB	AB								BC	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
3 ans	1																												
7 ans	2																												
7 ans 1/2	1																												
8 ans	1																												
8 ans 1/2	1																												
(10 ans)	1																												
12 ans	1																												
15 ans 1/2 - 16 ans	2																												
17 ans	1																												
> 18 ans	1																												

Tableau 4.6. Progression du processus d'ossification du squelette postcrânien chez les femelles de bouquetin (*un individu de moins).

AGE	N	MTT	MTC	NAV	RAD	HUM	HUM	COX	SCA	PH 2	PH 1	FEM	TIB	HUM	MTC	MTT	TIB	FEM	CAL	FEM	ULN	FEM	HUM	RAD	ULN	TIB	COX	COX	COX
		Fus	Fus	Fus	Prox	Troc	Dist	Acét	Prox	Prox	Prox	Min	Dist	Tub	Dist	Dist	Tub	Tub	Prox	Prox	Prox	Dist	Prox	Dist	Dist	Prox	Illon	Isch	Pub
3 jours	1	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1 mois 1/2	1	BC	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2 mois 3/4	1	B	AB		B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
(9 mois)	1	B	B		BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1 an 1/4	1	B	B		AB	BC	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3 ans 1/4	1	AB	AB					AB	AB	C	C	C	C																
7 ans	1																												
(8 ans)	1																												
10 ans	2																												
11 ans 1/2	1																												
(12 ans)	1																												
(13 ans)	1																												
(13 ans 1/2)	1																												
14 ans	2																												
(15 ans)	1																												
16 ans	2																												
17 ans	1																												

Tableau 4.7. Progression du processus d'ossification du squelette postcrânien chez les mâles de bouquetin.

Pour le bouquetin, il existe des disparités entre les mâles et les femelles, c'est pourquoi les résultats obtenus sont présentés dans deux tableaux distincts (**tab. 4.6 et 4.7**). Ces différences sont évidentes si l'on compare l'état d'ossification du squelette chez une femelle de 3 ans (**tab. 4.6**) avec celui d'un mâle de 3 ans 1/4 (**tab. 4.7**): le processus d'épiphyse est pratiquement terminé chez la première, alors qu'il n'est qu'à son début chez le second. De même, pour deux spécimens âgés de 7 ans, la fusion des épiphyses est terminée chez la femelle (**tab. 4.6**) alors que de nombreux centres épiphysaires n'ont pas commencé leur fusion chez le mâle (**tab. 4.7**). Un autre facteur (que celui de l'âge) doit cependant être pris en compte: les deux femelles mentionnées ont grandi en captivité (comme d'ailleurs la plupart de celles qui ont permis l'élaboration de la table), alors que les deux mâles ont évolué à l'état sauvage. L'influence exacte du facteur alimentaire sur le rythme d'ossification du squelette n'est pas connue, mais on peut imaginer qu'un animal élevé en captivité bénéficie de conditions qui lui permettent une croissance relativement rapide – et donc une épiphysation précoce puisque ce processus est lié à la croissance en longueur des os¹³². Mais nous pensons que l'influence de la captivité, si elle existe, n'est peut-être pas très importante. En effet, la comparaison entre un mâle âgé de 15 mois (1 an 1/4) et deux femelles âgées de 11 mois, tous trois élevés en captivité, révèle que le mâle, plus âgé, est à un stade de fusion épiphysaire similaire (par rapport à l'une des femelles) ou moins avancé (par rapport à l'autre). Néanmoins, il n'est pas exclu que les dates de fusion obtenues pour les étagnes soient tout de même sous-estimées.

D'après les résultats obtenus, le processus de fusion du squelette appendiculaire s'approche déjà de sa fin chez les étagnes âgées de trois ans, ainsi que nous l'avons observé chez le chamois (sexes confondus). A cet âge, le processus d'ossification ne fait que commencer chez les bouquetins mâles ; à 7 ans, il est à mi-parcours, si l'on peut dire. A 10 ans au maximum, et probablement déjà un peu avant, la fusion des éléments du squelette appendiculaire est terminée.

Les similarités entre les chamois et les étagnes, et les disparités par rapport aux mâles de bouquetin, ne sont pas étonnantes. Ces derniers atteignent des dimensions sensiblement plus importantes que celles des chamois et des étagnes (cf. dimorphisme sexuel, § 3.4). Pour atteindre une taille plus imposante, la croissance doit se prolonger plus longtemps, et

¹³² NODDLE (1974) constate des différences entre les chèvres vivant à l'état sauvage et en captivité, dans le sens d'une fusion plus précoce chez ces dernières (la différence, de l'ordre d'une année, est plus marquée pour les éléments qui fusionnent tardivement).

l'ossification ne peut avoir lieu que plus tardivement¹³³. Toutefois, une quantification plus précise des différences existant entre bouquetins mâles et femelles reste à réaliser – ce qui implique de disposer de données supplémentaires.

Estimation de l'âge individuel d'après les stades de fusion des différents centres

Les tableaux 4.5–4.7 ne permettent pas une estimation immédiate de l'âge individuel à partir des stades de fusion des différents centres. Les tableaux 4.8–4.11 fournissent cette information pour les deux espèces. A noter toutefois que les deux types de tableaux sont complémentaires, et que les premiers (4.5–4.7) permettent de prendre en compte davantage de détails. Les **tableaux 4.8 et 4.9** présentent les données du chamois et du bouquetin respectivement, mâles et femelles confondus. Dans le cas du bouquetin, cette table représente une combinaison des résultats obtenus séparément pour les mâles et les femelles, et les fourchettes d'âges sont donc particulièrement larges¹³⁴. Mais dans certains cas, l'importance des intervalles obtenus résulte du caractère lacunaire de nos données, en particulier chez le bouquetin. Chez les femelles comme chez les mâles de cette espèce, on constate effectivement un "trou" entre les âges de 3 ans et 7 ans (**tab. 4.6 et 4.7**).

Compte tenu du degré de dimorphisme sexuel de taille chez le bouquetin, qui permet souvent la reconnaissance des sexes (§ 3.4), et des différences sexuelles constatées concernant le rythme de croissance, il est utile de pouvoir disposer séparément des données des femelles (**tab. 4.10**) et des mâles (**tab. 4.11**). La similarité déjà évoquée à propos des étagnes et des chamois, et leurs différences par rapport aux bouquetins mâles, sont évidentes lorsque l'on compare les tableaux **4.8, 4.10 et 4.11**.

¹³³ Des dates de fusion retardées permettant une plus grande croissance en longueur des os longs ont également été mises en évidence pour les castrats, chez la chèvre (jusqu'à 4 ans de différence avec les chèvres femelles) (NODDLE 1974) et chez le mouton (différences considérables entre mâles et castrats malgré l'existence de variations importantes) (DAVIS 2000). Pour la chèvre, RAJTOVA (1974) a constaté l'existence de différences entre mâles et femelles, la fusion de certaines épiphyses tendant à être plus précoces chez ces dernières.

¹³⁴ Par raisonnement logique, nous avons pris comme dates inférieures celles des femelles, et comme dates supérieures celles des mâles, sauf en cas d'inversions (dates des femelles supérieures à celles des mâles ou dates des mâles inférieures à celles de femelles).

FUSION			
CENTRE	Pas commencée	Terminée	En cours
MTTFus	< naissance	> 18 mois	(naissance) - 3 ans 1/2 [
MTCFus	< 14 jours	> 18 mois	(naissance) - 3 ans 1/2 [
NAVFus	< 4 mois	> 14 jours	] 14 jours - 4 mois [
RADProx	< 4 mois	> 4 mois	] 14 jours - 11 mois [
HUMTroC	< 4 mois	> 4 mois	] 14 jours - 5 mois [
HUMDist	< 11 mois	> 10 mois	] 4 mois - 18 mois [
COXAcét	< 15 mois	> 10 mois	] 4 mois - 18 mois [
SCAProx	< 15 mois	> 10 mois	] 4 mois - 18 mois [
PH2	< 18 mois	> 11 mois	] 10 mois - 18 mois [
PH1	< 18 mois	> 15 mois	] 10 mois - 30 mois [
FEMMin	< 2 ans 1/2	> 1 an 1/2	] 1 an 1/4 - 3 ans 1/2 [
TIBDist	< 2 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/4 - 3 ans 1/2 [
HUMTub	< 3 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/4 - 4 ans 1/2 [
MTCDist	< 3 ans 1/2	> 1 an 1/2	] 1 an 1/2 - 3 ans 1/2 [
MTTDist	< 3 ans 1/2	> 1 an 1/2	] 1 an 1/2 - 3 ans 1/2 [
TIBTub	< 3 ans 1/2	> 1 an 1/2	] 1 an 1/2 - 3 ans 1/2 [
FEMTub	< 3 ans 1/2	> 1 an 1/2	] 1 an 1/2 - 3 ans 1/2 [
CALProx	< 3 ans 1/2	> 1 an 1/2	] 1 an 1/2 - 3 ans 1/2 [
FEMProx	< 3 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/2 - 7 ans 1/2 [
ULNProx	< 3 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/2 - 3 ans 1/2 [
FEMDist	< 3 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/2 - 4 ans 1/2 [
HUMProx	< 3 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/2 - 4 ans 1/2 [
RADDist	< 3 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 2 ans 1/2 - 4 ans 1/2 [
ULNDist	< 4 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 2 ans 1/2 - 4 ans 1/2 [
TIBProx	< 3 ans 1/2	> 4 ans 1/2	] 2 ans 1/2 - 12 ans [
COXIlion	< 5 ans 1/2	> 3 ans 1/2	] 2 ans 1/2
COXIsch	< 4 ans 1/2	> 4 ans 1/2	] 2 ans 1/2
COXPub	< 12 ans	> 7 ans 1/2	] 3 ans 1/2
ATLVentr	< 5 mois	> 4 mois	(naissance) - 5 mois [
ATLDors	< 1 an 1/2	> 1 an 1/4	] 10 mois - 1 an 1/2 [
AXIVentr	< 4 mois	> 1 an 1/2	] 14 jours - 3 ans 1/2 [
AXICaud	< 4 ans 1/2	> 2 ans 1/2	] 1 an 1/2 - 4 ans 1/2 [

Tableau 4.8. Table récapitulative pour l'estimation de l'âge individuel d'après le stade de fusion des principaux éléments postcrâniens de chamois (mâles et femelles).

FUSION			
CENTRE	Pas commencée	Terminée	En cours
MTTFus	< 1 mois 1/4	> 2 ans 1/4	(naissance) - 7 ans [
MTCFus	< 1 mois 1/2	> 2 ans 1/4	] 3 jours - 7 ans [
NAVFus	< 2 mois 3/4	> 1 mois 1/2	(naissance) - 11 mois [
RADProx	< 11 mois	> 5 mois	] 1 mois 1/2 - 3 ans 1/4 [
HUMTroC	< 1 an 1/4	> 5 mois	] 1 mois 1/2 - 3 ans 1/4 [
HUMDist	< 1 an 1/4	> 11 mois	] 5 mois - 3 ans 1/4 [
COXAcét	< 3 ans 1/4	> 11 mois	] 11 mois - 7 ans [
SCAProx	< 3 ans 1/4	> 11 mois	] 5 mois - 7 ans [
PH2	< 7 ans	> 11 mois	] 11 mois - 7 ans [
PH1	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 11 mois - 7 ans [
FEMMin	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 11 mois - 7 ans [
TIBDist	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 7 ans [
HUMTub	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 7 ans [
MTCDist	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 7 ans [
MTTDist	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 7 ans [
TIBTub	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 7 ans [
FEMTub	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 8 ans [
CALProx	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 8 ans [
FEMProx	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 11 ans 1/2 [
ULNProx	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 8 ans [
FEMDist	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 8 ans [
HUMProx	< 8 ans	> 7 ans	] 2 ans 1/4 - 13 ans [
RADDist	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 8 ans [
ULNDist	< 10 ans	> 3 ans	] 3 ans - 10 ans [
TIBProx	< 8 ans	> 3 ans	] 2 ans 1/4 - 13 ans [
COXIlion	< 11 ans 1/2	> 8 ans	] 3 ans - 17 ans [
COXIsch	< 11 ans 1/2	> 7 ans 1/2	] 3 ans - 17 ans [
COXPub	< 13 ans	> 8 ans	] 7 ans 1/2 - 17 ans [
ATLVentr	< 3 ans 1/4	> 11 mois	] 1 mois 1/2 - 3 ans 1/4 [
ATLDors	< 3 ans 1/4	> 1 mois	] 1 mois - 7 ans [
AXIVentr	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 1 mois 1/2 - 8 ans [
AXICaud	< 8 ans	> 7 ans	] 2 mois 3/4 - 8 ans [

Tableau 4.9. Table récapitulative pour l'estimation de l'âge individuel d'après le stade de fusion des principaux éléments postcrâniens de bouquetin (mâles et femelles).

CENTRE	FUSION		
	Pas commencée	Terminée	En cours
MTTFus	< 1 mois 1/4	> 2 ans 1/4	] 5 jours - 3 ans [
MTCFus	< 1 mois 1/4	> 2 ans 1/4	] 5 jours - 3 ans [
NAVFus	< 1 mois 1/4	> 5 mois 3/4	(naissance) - 11 mois
RADProx	< 11 mois	> 5 mois	] 5 mois - 2 ans 1/4 [
HUMTroC	< 11 mois	> 5 mois	] 5 mois - 2 ans 1/4 [
HUMDist	< 11 mois	> 11 mois	] 5 mois - 2 ans 1/4 [
COXAcét	< 2 ans 1/4	> 11 mois	] 11 mois - 2 ans 1/4 [
SCAProx	< 2 ans 1/4	> 11 mois	] 5 mois - 2 ans 1/4 [
PH2	< 2 ans 1/4	> 11 mois	] 11 mois - 2 ans 1/4 [
PH1	< 7 ans	> 2 ans 1/4	] 11 mois - 7 ans [
FEMMin	< 2 ans 1/4	> 2 ans 1/4	] 11 mois - 3 ans [
TIBDist	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 3 ans [
HUMTub	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2ans 1/4 - 3 ans [
MTCDist	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2ans 1/4 - 3 ans [
MTTDist	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2ans 1/4 - 3 ans [
TIBTub	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 3 ans [
FEMTub	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2ans 1/4 - 3 ans [
CALProx	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2ans 1/4 - 3 ans [
FEMProx	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2ans 1/4 - 3 ans [
ULNProx	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 3 ans [
FEMDist	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 3 ans [
HUMProx	< 3 ans	> 7 ans	] 2 ans 1/4 - 7 ans 1/2 [
RADDist	< 3 ans	> 2 ans 1/4	] 2 ans 1/4 - 3 ans [
ULNDist	< 7 ans	> 3 ans	] 3 ans - 7 ans [
TIBProx	< 3 ans	> 3 ans	] 2 ans 1/4 - 7 ans [
COXIlion	< 7 ans	> 8 ans	] 3 ans - 17 ans [
COXIsch	< 7 ans	> 7 ans 1/2	] 3 ans - 17 ans [
COXPub	< 17 ans	> 8 ans	] 7 ans 1/2 - 17 ans [
ATLVentr	< 2 ans 1/4	> 11 mois	] 11 mois - 2 ans 1/4 [
ATLDors	< 11 mois	> 1 mois	] 1 mois - 11 mois [
AXIVentr	< 8 ans	> 2 ans 1/4	] 11 mois - 8 ans [
AXICaud	(< 8 ans)	(> 8 ans)	-

CENTRE	FUSION		
	Pas commencée	Terminée	En cours
MTTFus	< 3 jours	> 3 ans 1/4	(naissance) - 7 ans [
MTCFus	< 1 mois 1/2	> 3 ans 1/4	] 3 jours - 7 ans [
NAVFus	< 2 mois 3/4	> 1 mois 1/2	] 1 mois 1/2 - 2 mois 3/4 [
RADProx	< 2 mois 3/4	> 1 an 1/4	] 1 mois 1/2 - 3 ans 1/4 [
HUMTroC	< 1 an 1/4	> 1 an 1/4	] 1 mois 1/2 - 3 ans 1/4 [
HUMDist	< 1 an 1/4	> 1 an 1/4	] 9 mois - 3 ans 1/4 [
COXAcét	< 3 ans 1/4	> 3 ans 1/4	] 1 an 1/4 - 7 ans [
SCAProx	< 3 ans 1/4	> 3 ans 1/4	] 1 an 1/4 - 7 ans [
PH2	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
PH1	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
FEMMin	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
TIBDist	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
HUMTub	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
MTCDist	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
MTTDist	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
TIBTub	< 7 ans	> 3 ans 1/4	] 3 ans 1/4 - 7 ans [
FEMTub	< 8 ans	> 7 ans	] 7 ans - 8 ans [
CALProx	< 7 ans	> 7 ans	] 7 ans - 8 ans [
FEMProx	< 8 ans	> 7 ans	] 7 ans - 11 ans 1/2 [
ULNProx	< 8 ans	> 7 ans	] 7 ans - 8 ans [
FEMDist	< 8 ans	> 7 ans	] 7 ans - 8 ans [
HUMProx	< 8 ans	> 8 ans	] 7 ans - 13 ans [
RADDist	< 8 ans	> 7 ans	] 7 ans - 8 ans [
ULNDist	< 10 ans	> 8 ans	] 8 ans - 10 ans [
TIBProx	< 8 ans	> 7 ans	] 7 ans - 13 ans [
COXIlion	< 11 ans 1/2	> 8 ans	] 7 ans
COXIsch	< 11 ans 1/2	> 8 ans	] 8 ans - 13 ans [
COXPub	< 13 ans	> 8 ans	] 8 ans - 14 ans [
ATLVentr	< 3 ans 1/4	> 1 an 1/4	] 1 mois 1/2 - 3 ans 1/4 [
ATLDors	< 3 ans 1/4	> 3 ans 1/4	] 1 an 1/4 - 7 ans [
AXIVentr	< 3 ans 1/4	> 3 ans 1/4	] 1 mois 1/2 - 7 ans [
AXICaud	< 8 ans	> 7 ans	] 2 mois 3/4 - 8 ans [

Tableau 4.10. Table récapitulative pour l'estimation de l'âge individuel d'après le stade de fusion des principaux éléments postcrâniens de bouquetin femelle.

Tableau 4.11. Table récapitulative pour l'estimation de l'âge individuel d'après le stade de fusion des principaux éléments postcrâniens de bouquetin mâle.

Le type d'information qui peut être obtenue à partir des tableaux 4.8–4.11 dépend du stade de fusion du centre considéré. Lorsque la fusion n'a pas débuté, on obtient une limite d'âge maximum; par exemple, un calcanéus non épiphysé est attribuable à un chamois âgé de moins de 3 ans et demi. Lorsque le processus d'ossification est terminé, il indique un âge individuel minimum: un calcanéus totalement épiphysé donne un âge supérieur à 1 an et demi. Lorsque le processus de fusion est en cours, on obtient une fourchette d'âge, donc une information plus précise. Dans le cas du calcanéus, l'intervalle ouvert, compris entre 1 an et demi et 3 ans et demi, permet d'estimer un âge de 2 à 3 ans environ. Avec un os long entier – situation certes peu fréquente en archéozoologie – on peut parfois obtenir une assez grande précision. Dans le cas d'un tibia de chamois dont le distum est épiphysé (estimation de l'âge individuel: supérieur à deux ans et demi) mais dont la fusion du proximum avec la diaphyse n'a pas encore débuté (estimation de l'âge individuel: inférieur à trois ans et demi), on obtient un intervalle ouvert compris entre 2 ans et demi et 3 ans et demi, soit un âge approximatif de 3 ans.

Pour le bouquetin, nous pouvons comparer nos données avec celles de COUTURIER (1962), mais cela requiert quelques précisions. D'après ce que dit cet auteur, nous déduisons que les informations qu'il présente concernent exclusivement les bouquetins mâles, mais le nombre de spécimens observés nous est inconnu. COUTURIER exprime les âges auxquels les éléments "se soudent" ou "sont soudés", en évoquant généralement que cela se produit, par exemple, "vers la sixième année". Nous avons interprété "sixième année" comme un âge compris entre 5 et 6 ans, sachant que COUTURIER s'exprime en termes cynégétiques (dès qu'un animal a atteint l'âge de cinq ans, il est dans sa sixième année). Les résultats de cette comparaison, présentés dans le **tableau 4.12**, montrent que les données de COUTURIER et les nôtres ne sont généralement pas contradictoires, si l'on considère uniquement les mâles. Mais le distum fémoral, le proximum huméral et les distums radial et ulnaire font notablement exception. Dans ces cas, la fusion doit être réalisée vers l'âge de 6 ans d'après COUTURIER, alors qu'elle ne commence qu'après 7 ou 8 ans selon nos données. On peut probablement estimer, pour les centres sus-mentionnés, que l'essentiel de la fusion a lieu autour de l'âge de 7 ans. Pour les proximums huméral et tibial, nos dates s'étendent au-delà de celles de COUTURIER; cela s'explique par le fait que nous avons considéré la fusion terminée seulement après la disparition totale de la ligne de soudure, ce que COUTURIER n'a vraisemblablement pas pris en compte.

OSSIFICATION DES ÉLÉMENTS POSTCRÂNIENS CHEZ <i>C. ibex</i>			
CENTRE	FEMELLES	MALES	COUTURIER (MALES)
COXAcét	] 11 mois - 2 ans 1/4[	] 1 an 1/4 - 7 ans [	3 ans - 4 ans
FEMMin	] 11 mois - 3 ans [	] 3 ans 1/4 - 7 ans [	4 ans - 5 ans
TIBDist	] 2 ans 1/4 - 3 ans [	] 3 ans 1/4 - 7 ans [	5 ans - 7 ans
MTCDist	] 2ans 1/4 - 3 ans [	] 3 ans 1/4 - 7 ans [	6 ans - 7 ans
MTTDist	] 2ans 1/4 - 3 ans [	] 3 ans 1/4 - 7 ans [	6 ans - 7 ans
TIBTub	] 2 ans 1/4 - 3 ans [	] 3 ans 1/4 - 7 ans [	5 ans - 7 ans
CALProx	] 2ans 1/4 - 3 ans [	] 7 ans - 8 ans [	pas avant 4 ans
ULNProx	] 2 ans 1/4 - 3 ans [	] 7 ans - 8 ans [	5 ans - 6 ans
FEMDist	] 2 ans 1/4 - 3 ans [	] 7 ans - 8 ans [	6 ans - 7 ans
HUMProx	] 2 ans 1/4 - 7 ans 1/2[	] 7 ans - 13 ans [	5 ans - 6 ans
RADDist	] 2 ans 1/4 - 3 ans [	] 7 ans - 8 ans [	5 ans - 6 ans
ULNDist	] 3 ans - 7 ans [	] 8 ans - 10 ans [	5 ans - 6 ans
TIBProx	] 2 ans 1/4 - 7 ans [	] 7 ans - 13 ans [	7 ans - 8 ans

Tableau 4.12. Comparaison des résultats obtenus pour le bouquetin avec les données de COUTURIER (1962).

Intérêt et utilisations potentielles des données présentées

Bien que les données présentées soient encore lacunaires et que les effectifs utilisés ne permettent pas de bien cerner la variabilité individuelle, les tables de fusion du squelette postcrânien réalisées pour le chamois et le bouquetin constituent les premiers référentiels de base pour ces deux espèces. L'usage de tels référentiels trouve son intérêt dans les études réalisées en paléontologie et en archéozoologie. A titre d'exemple, PAILHAUGUE (1998) extrapole les dates de soudures épiphysaires de la chèvre pour les appliquer au bouquetin, dans le cadre de l'analyse des saisons d'occupation d'une grotte riche en restes de bouquetin.

Nous ne nous lancerons pas dans une comparaison des résultats obtenus pour le chamois et le bouquetin avec les données disponibles pour les caprinés domestiques, puisqu'un survol de ces dernières (SMITH 1956; CURGY 1965; SILVER 1969; NODDLE 1974; RAJTOVA 1974; GARCIA-GONZALEZ 1981; HATTING 1983; CLUTTON-BROCK et al. 1990; MORAN & O'CONNOR 1994; DAVIS 2000) nous a permis de constater l'existence de disparités parfois importantes. La synthèse réalisée par MORAN & O'CONNOR (1994) pour le mouton révèle en effet que les données de la littérature sont "contradictoires et ambiguës". Parmi les facteurs responsables de ces divergences, on peut citer la méthode utilisée (radiographies ou observation directe), la définition imprécise des stades de fusion, la variabilité due à l'existence de différentes races (diversité génétique), au sexe ou encore aux conditions de vie de l'animal.

La connaissance des âges de décès des animaux trouve deux applications essentielles en archéozoologie: la réalisation de courbes d'abattage et les informations sur la

La connaissance des âges de décès des animaux trouve deux applications essentielles en archéozoologie: la réalisation de courbes d'abattage et les informations sur la saisonnalité. L'apport potentiel des tables de fusion réalisées aux questions touchant à la saisonnalité nous semble minime, car les estimations obtenues sont généralement trop imprécises. Certaines fusions précoces, concernant les rayons des métapodes, les os naviculaire et cuboïde, de même que le proximum radial et le distum huméral, font notablement exception. Mais se pose alors le problème de la détermination spécifique des restes appartenant aux plus jeunes individus. Pour les caprinés sauvages, il est probable que la mise en commun des résultats obtenus pour le chamois et le bouquetin (tab. 4.8 et 4.9) peut permettre une estimation correcte de l'âge, et ce d'autant plus que les dates de fusion des éléments précoces sont assez ressemblantes.

Les tables réalisées nous semblent pouvoir être d'une grande utilité pour l'estimation de l'âge individuel et les réalisations de courbes d'abattage même si, dans ce cas également, on peut souhaiter une meilleure précision¹³⁵. Une application particulière concerne les estimations des NMI (nombres minimums d'individus). Par exemple, un os coxal dont l'acétabulum est complètement ossifié (< 1 an et demi) et un fémur dont la tête et le grand trochanter sont soudés ensemble – mais pas forcément à la diaphyse – (> 1 an et demi) ne sont pas attribuables au même individu.

Dans le contexte de découvertes, dans des cavités naturelles, de squelettes assez complets de chamois ou de bouquetin, la combinaison de deux ou plusieurs éléments que l'on sait appartenir au même individu peut aboutir à une estimation de l'âge très précise. Par exemple, en présence d'un distum radial épiphysé (> 2 ans et demi) et d'un proximum huméral non épiphysé (< 3 ans et demi), on obtient, pour le chamois, un intervalle ouvert compris entre 2 ans et demi et 3 ans et demi; l'âge individuel peut alors être estimé à 3 ans environ.

¹³⁵ Qui devrait pouvoir être obtenue en ajoutant des données supplémentaires, ce qui peut d'ailleurs être réalisé par d'autres auteurs puisque les résultats "bruts" sont présentés dans les tableaux 4.5 à 4.7.

5. DONNEES SUR LE CHAMOIS

ACTUEL ET FOSSILE

5.1. Distribution géographique et diachronique du chamois

5.1.1. Répartition géographique

La **figure 136** montre l'aire de distribution du chamois actuel, pour les deux espèces et dix sous-espèces actuellement reconnues. La **figure 137** présente la répartition géographique du chamois au Pléistocène, d'après les découvertes de restes fossiles attribués au genre *Rupicapra*.

5.1.2. Paléontologie du chamois

Le genre *Rupicapra* apparaît au Pléistocène moyen (GUERIN & PATHOU-MATHIS 1996). Les restes les plus anciens ont été découverts sur le versant nord-est des Pyrénées (Caune de l'Arago) (CREGUT 1980); les niveaux archéologiques correspondent au complexe mindélien moyen et sont datés de 450.000 ans environ (MONCHOT 1998). L'appartenance spécifique de ces restes n'est toujours pas connue (CREGUT-BONNOURE & GUERIN 1996).

Le genre est également présent pendant le Mindel dans le sud-ouest de la France (Camp de Peyre) (DELPECH et al. 1978; GREGUT-BONNOURE 1992a), (Grotte de L'Eglise) (GRIGGO 1992). Au Riss, des populations dont l'appartenance spécifique est toujours incertaine sont connues depuis l'ouest du Massif Central jusqu'en Hongrie (MASINI & LOVARI 1988). Pour la France, CLOT & MARSAN (1986) mentionnent Combe Grenal et le Pech de l'Azé I (Dordogne), l'abri Suard (Charente), la Fage (Corrèze) et le Lazaret (Alpes-Maritimes). A partir de la fin du Pléistocène moyen, l'isard se rencontre dans les Pyrénées et le chamois dans les Alpes (CREGUT-BONNOURE & GUERIN 1996). *R.pyrenaïca* est présent sur le versant nord des Pyrénées centrales au milieu du Riss (La Niche) (TAVOSO et al. 1990) et à la fin du Riss (Nestier) (CLOT & MARSAN 1986). Seul le matériel de la grotte des Cèdres indique que, à cette époque, *R.rupicapra* était déjà différencié dans le sud de l'Europe (DEFLEUR et al. 1989).

Au Würm, les restes de chamois sont beaucoup plus nombreux et montrent une extension géographique plus large que la répartition actuelle (HARLE 1896, COUTURIER

1938, PRAT 1966; MASINI 1985). On trouve ces restes surtout dans des sites de basse altitude des principaux massifs montagneux de même que dans des reliefs mineurs isolés. Ce type de distribution suggère que le climat rigoureux du Würm aurait provoqué le déplacement du chamois depuis les hautes altitudes (MASINI & LOVARI 1988). Au début du Würm, *R.pyrenaica* et *R.rupicapra* étaient déjà présents: on peut donc dire que les deux espèces se sont différenciées avant la glaciation du Würm (MASINI & LOVARI 1988).

L'origine du genre, son histoire et les migrations qui ont permis la différenciation des nombreuses sous-espèces sont encore bien mystérieuses. CREGUT-BONNOURE (1992a, 1992b, 1992c) a avancé quelques hypothèses migratoires et évolutives. D'après MASINI (1985) et MASINI & LOVARI (1988), les premiers chamois (Riss) appartenaient au type *R.pyrenaica*; cette forme, qui serait la plus ancienne, se serait différenciée directement en Europe de l'ouest à partir de représentants plus anciens du genre. La forme *R.rupicapra* se serait différenciée dans l'est de l'Europe (ou le nord-est) environ 100.000 ans plus tard. Au plus tard au début du Würm, *R.rupicapra* aurait migré en direction de l'ouest le long de l'arc alpin. Cette espèce, adaptée au froid, n'aurait pas pu s'étendre jusqu'aux régions les plus méridionales d'Europe qui auraient ainsi constitué une aire de refuge pour *R.pyrenaica*. Diverses données d'ordre morphologique, éthologique et génétique soutiennent l'existence d'une divergence relativement importante entre les espèces *R.pyrenaica* et *R.rupicapra* (LOVARI 1987).

5.1.3. Sites qui ont livré du chamois fossile

A l'exception de quelques sites (comme Equi en Italie: MASINI 1985), les restes de chamois sont rares dans les gisements paléontologiques et archéologiques, ce qui est probablement lié à l'éco-éthologie du groupe (CREGUT-BONNOURE & GUERIN 1996).

Afin d'aborder la question des dimensions du squelette postcrânien du chamois au cours de différentes périodes (cf. § 5.4), nous avons consulté, à la recherche de données métriques, de nombreuses références bibliographiques. Nous livrons ci-dessous une liste, certes non exhaustive, de sites qui ont livré du chamois; dans la plupart des cas, les auteurs donnent les mesures individuelles des restes osseux, mais d'autres ne font que signaler la présence de l'espèce.

Alpes (Hongrie): plusieurs sites datant du Pléistocène moyen (Mindel-Riss) jusqu'au Würm récent (JANOSSY 1986)

Alpes (Tchécoslovaquie): *Grotte de Certova díra* (Würm ancien) (MUSIL 1963).

Alpes (Autriche): *Pfahlbauten des Mondsees* (Néolithique) (WOLFF 1977; PUCHER & ENGL 1997); *Magdalensberg* (âge du Fer et Gallo-romain) (FRUTH 1966; HORNBERGER 1970); *Bernhardsthal* (Gallo-romain) (WOLFF 1979).

Alpes (Liechtenstein): *Lutzengüetle* (Néolithique) (HARTMANN-FRICK 1959); *Burg Alt-Schellenberg* (Néolithique et Moyen-Age) (MITTELHAMMER 1982); *Burg Neu-Schellenberg* (Moyen Age) (SCHÜLKE 1965); *Kastell Schaan* (Gallo-romain) (WÜRGLER 1959).

Alpes (Suisse): *Wildkirchli* (Paléolithique inférieur) (RÜTIMEYER 1861); *Château-d'Oex* (Mésolithique) (CROTTI & PIGNAT 1993); *Robenhausen* (Néolithique) (RÜTIMEYER 1861); *Thun* (Néolithique) (STEHLIN 1930); *Feldmeilen-Vorderfeld* (Néolithique) (FÖRSTER 1974); *Burgruine Niederrealta* (Moyen Age) (KLUMPP 1967); *Burg Schiedelberg* (Moyen Age) (KÜPPER 1972).

Alpes (France): *Grotte du Lazaret* (Riss) (BONIFAY 1969; PATOU 1984; VALENSI & ABBASSI); *baume de Néron* (Moustérien) (DEFLEUR et al. 1994); *abri Moula* (Moustérien) (CREGUT-BONNOURE & GUERIN 1986); *grotte de l'Adaouste* (Moustérien) (CREGUT 1989); *grotte des Cèdres* (Moustérien) (DEFLEUR et al. 1989, 1991); *abri Marcq* (Mésolithique) (CREGUT-BONNOURE 1993); *Balme-de-Thuy* (Mésolithique) (GINESTET et al. 1984); *Saint-Thibaud-de-Couz* (Mésolithique) (CHAIX 1994; LEQUATRE 1994); *Aulp du Seuil* (Mésolithique et Néolithique) (CHAIX 1998; PELLETIER et al. 2000); *abri des Corréardes* (Néolithique) (CHAIX 1999).

Alpes (Monaco): *Grotte de l'Observatoire* (Pléistocène supérieur) (BOULE & VILLENEUVE 1927).

Alpes (Italie): *Grotte du Prince* (Pléistocène moyen et supérieur) (BOULE 1910); *Grotte des Enfants* (Pléistocène supérieur) (BOULE 1910); *Grotte de Fumane* (Paléolithique moyen et supérieur) (CASSOLI & TAGLIACOZZO 1994); *Abri Villabruna* (Paléolithique supérieur) (AIMAR et al. 1992); *Abri Tagliente* (Tardiglaciaire) (CAPUZZI & SALA 1980); *Abri Soman* (Epigravettien, Mésolithique) (TAGLIACOZZO & CASSOLI 1994); *Abri Pradestel* (Mésolithique) (BOSCATO & SALA 1980); *Abri Biarzo* (Mésolithique-Néolithique) (ROWLEY-CONWY 1996); *Ledro* (âge du Bronze) (RIEDEL 1976).

Jura (Suisse): *Grotte de Cotencher* (Moustérien) (STEHLIN 1933); *Risliisberghöhle* (Magdalénien) (STAMPFLI 1983); *Birsmatten-Grotte* (Mésolithique) (SCHMID 1964), *Abri Tschäppperfels* (Mésolithique) (STAMPFLI & GERBER 1971); *Twann* (Néolithique) (GRUNDBACHER & STAMPFLI 1977; BECKER & JOHANSSON 1981); de nombreux sites qui ont livré du chamois à différentes périodes sont mentionnés par SALZMANN (1975), pour l'ensemble du Jura suisse et français ainsi que pour d'autres régions de Suisse.

Jura (Allemagne): *Brillenhöhle* (Magdalénien et Aurignacien) (BOESSNECK & VON DEN DRIESCH 1973); *Zivilsiedlung in Hüfingen* (Gallo-romain) (SAUER-NEUBERT 1968).

Jura (France): *Col des Roches* (Mésolithique ou Néolithique) (PIROUTET 1927); *gouffre des Foules* (Néolithique) (FERNANDEZ & LE PENNEC 1999).

Apennins (Italie): *Grotta di Monte Cucco* (Würm) (CAPASSO BARBATO et al. 1985); *grotta di Latronico* (Mésolithique et Néolithique), *grotta Continenza* (Mésolithique et Néolithique), *grotta dei Piccioni* (Néolithique) (MLKENS 1987); de nombreux sites à chamois (la plupart des Apennins et quelques-uns des Alpes et du sud de l'Italie) sont mentionnés par MASINI (1985) (Würm à Holocène).

Sud-Ouest (France): *grotte de l'Eglise* (Mindel) (GRIGGO 1992); plusieurs sites comportant du chamois sont mentionnés dans DELPECH (1984).

Pyrénées (France): *Caune de l'Arago* (Mindel) (CREGUT 1980); *Cap de la Bielle* (Riss) (CLOT & MARSAN 1986); *La Niche* (Riss) (TAVOSO et al. 1990); *Isturitz* (Aurignacien) (BOUCHUD 1951); *caverne de la Vache* (Magdalénien) (KOBAYASHI 1964; PAILHAUGUE 1998); *abri Gandil* (Magdalénien) (GRIGGO 1997).

Pyrénées (Espagne): *Ekain* (Würm) (ALTUNA & MARIEZKURRENA 1984); *cueva de los Casares* (Moustérien) (ALTUNA 1973); *Guipúzcoa* (*Aitzbitarte, Marizulo, Ermittia, Urtiaga, Lezetxiki*) (Paléolithique supérieur) (ALTUNA 1972); *Burgos* (Magdalénien) (SCHLOSSER 1929); *Rascaño* (Magdalénien–Azilien) (ALTUNA 1981).

Sud de l'Espagne: *Cueva del Nacimiento* (Fin du Würm-début Holocène) (ALFEREZ et al. 1981).

5.2. Données morphométriques sur les différentes populations de chamois

Les dimensions du crâne et des cornes (surtout les étuis cornés) du chamois ont fait l'objet de nombreuses études morphométriques. Certains travaux ont été consacrés à une sous-espèce particulière: *R.r.rupicapra* (SÄGESSER 1967; NIETHAMMER 1971; SALZMANN 1977; PFLIEGER 1978; HRABE & KOUBEK 1982, 1983), *R.r.tatrica* (KOUBEK & HRABE 1984; HRABE & KOUBEK 1984, 1985), *R.r.carpatica* (KOUBEK et al. 1985; HRABE et al. 1986); *R.r.caucasica* (KOUBEK & HRABE 1983); *R.r.balcanica* (MASSEI et al. 1993, 1994, 1997; MARKOV et al. 1998); *R.p.parva* (PEREZ-BARBERIA et al. 1996). Les mêmes auteurs ou d'autres ont abordé la comparaison de deux ou plusieurs sous-espèces (BOURDELLE & DEZILIERE 1951; LOVARI & SCALA 1980; MASSEI et al. 1993; LOVARI & SCALA 1984; SCALA & LOVARI 1984; FERNANDEZ-LOPEZ & GARCIA-GONZALEZ 1983; MASINI 1985; MARKOV et al. 1998). Les données comparatives ne manquent pas pour ces éléments.

Ces études ont permis de mettre en évidence des différences de taille entre les sous-espèces mais également entre différentes populations d'une même sous-espèce. Certains travaux révèlent également des différences dans le degré de dimorphisme sexuel (NIETHAMMER 1971, SALZMANN 1977). SALZMANN (1977) a constaté que les crânes des chamois jurassiens adultes sont en moyenne plus grands que ceux des chamois alpins, et que leurs dimensions sont à peu près équivalentes à celles d'autres populations non autochtones, comme celles de la région de l'Eibsandstein (Allemagne de l'Est) (BRIEDERMANN & STILL 1979) ou de Nouvelle-Zélande (NIETHAMMER 1971). Autrement dit, les sujets issus de populations colonisatrices possèdent des mensurations supérieures à celles de sujets provenant de populations stables (GAUTHIER et al. 1991). Les différences de taille concernent bien entendu également les dimensions corporelles. Plusieurs auteurs font remarquer l'existence d'une différence, au sein d'un même massif montagneux, entre les chamois dits "de rochers" et les chamois "de forêt", les seconds étant plus imposants que les premiers (KNAUS & SCHRÖDER 1975; VAUCHER 1988). On peut citer HAINARD (1988): "Les montagnards distinguent les chamois de rochers, des régions élevées, plus petits, des chamois de forêts. En réalité, les chamois passent d'un milieu à l'autre, mais il semble bien qu'il existe des populations assez localisées, un peu spécialisées dans un certain milieu, et que cela influe sur leur développement."

Toutes ces données montrent l'existence de variations géographiques au sein d'une même sous-espèce. Plusieurs facteurs peuvent être responsables des différences

observées, parmi lesquels le climat et la nourriture mais aussi la compétition intraspécifique, l'isolement de petites populations, etc.

Seules quelques-unes des études morphométriques sus-mentionnées ont porté sur les chevilles osseuses (FERNANDEZ-LOPEZ & GARCIA-GONZALEZ 1983; KOUBEK & HRABE 1984; MASINI 1985; HRABE et al. 1986) mais deux grands corpus, ceux de CAMERANO (1913-1916) et de COUTURIER (1938), ont fourni des données individuelles. Les chevilles osseuses constituent les restes de chamois les plus nombreux puisqu'ils sont typiques de l'espèce et donc facilement déterminés. Une étude comparative des dimensions des chevilles osseuses reste encore à faire.

Pour le squelette postcrânien, il n'existe pas d'étude comparative à l'exception de celle de CREGUT-BONNOURE (1992c) concernant les métapodes de l'isard (*R.p.pyrenaica*) et du chamois (*R.r.rupicapra*), basée sur huit spécimens actuels de chacune des deux sous-espèces.

5.3. Dimensions squelettiques du chamois: comparaisons diachroniques et synchroniques

Les restes de chamois – et *a fortiori* les éléments postcrâniens identifiés comme tels – ne sont pas abondants dans les sites archéologiques ou paléontologiques. Pour aborder l'étude comparative des dimensions squelettiques du chamois, il nous a fallu collecter des données de-ci de-là.

Nous avons ainsi sélectionné les variables pour lesquelles nous pouvions disposer du plus grand nombre de spécimens. Faute de données, nous n'avons pas pu utiliser les longueurs des os longs, qui sont les mieux corrélées à la hauteur au garrot et qui, combinées aux mesures des diamètres transverses, permettent d'estimer la gracilité des os.

Les périodes étudiées ont également été choisies en fonction des données disponibles, et nous avons ainsi rassemblé des mesures pour le Pléistocène supérieur (Würm), le Mésolithique et le Néolithique (éventuellement regroupés), le Moyen Age et la période actuelle. Ces périodes sont de durées très variables: la glaciation würmienne s'étend sur près de 70.000 ans (de 80.000 BP à 10.000 BP)¹³⁶, et les périodes mésolithique (de 10.000 BP à 7.000 BP) et néolithique (de 7.000 BP à 4.000 BP¹³⁷) sur 3.000 ans environ. Le Moyen

¹³⁶ La majorité des spécimens datent toutefois du Paléolithique supérieur (35.000 BP–12.000 BP).

¹³⁷ En incluant la période de transition entre le Mésolithique et le Néolithique (7.000 BP–6.000 BP).

Age comprend près de cent siècles (de 500 AD à 1.453 AD), alors que les chamois actuels datent des cent dernières années.

Idéalement, le type de comparaisons réalisées (variations de la taille en fonction des périodes ou des aires géographiques) devrait porter sur des populations, à savoir des groupes d'individus vivant ou ayant vécu à un moment donné dans une aire géographique donnée. On pourrait ainsi comparer deux populations pour une même période et pour des aires géographiques distinctes, ou deux populations ayant vécu à des périodes différentes dans une même région. Mais la notion de population est adaptable: l'étendue géographique considérée peut considérablement varier, de même que l'approche diachronique peut se faire pour des intervalles temporels très différents. Dans le cas de cette étude, nous avons dû considérer comme "population" un échantillon de représentants d'une sous-espèce donnée ayant vécu dans un intervalle temporel donné qui, nous l'avons vu, correspond à des durées diverses.

Il nous faut également évoquer différents biais possibles. Le premier est inhérent à l'utilisation de très petits échantillons: dans ce cas, la probabilité d'obtenir des différences dues au hasard est d'autant plus importante. En outre, l'échantillonnage réalisé n'est pas forcément aléatoire. Dans le cas d'une espèce comme le chamois, on peut imaginer une sélection des plus beaux spécimens, en particulier des mâles (chasse pour le trophée), ou au contraire une chasse ciblée sur les individus les plus vulnérables.

Un autre type de biais, qui peut influencer les résultats en atténuant ou au contraire en accentuant des différences entre les groupes comparés, concerne la composition des échantillons. Le problème de l'influence de l'âge est limité par l'utilisation exclusive de parties d'os n'incluant que des épiphyses complètement ossifiées. Concernant l'influence éventuelle du sex-ratio, l'étude du dimorphisme sexuel (§ 3.4) a montré qu'il existe des différences significatives entre les chamois mâles et femelles pour la plupart des dimensions, mais qu'elles sont relativement faibles. En cas de déséquilibre important de la composition sexuelle des échantillons, le dimorphisme sexuel pourrait toutefois biaiser les résultats.

Nous avons résumé dans le **tableau 5.1** le degré de dimorphisme sexuel calculé à partir des valeurs de chamois mâles et femelles actuels, pour les variables testées. Ces données montrent que, théoriquement, la variable DAPmC de la scapula serait la plus fiable, car la moins influencée par le sexe de l'animal. Malheureusement, ce n'est pas celle pour laquelle nous disposons forcément des meilleurs corpus de comparaison.

	Variable	Test de U	IDS
SCAPULA	DAPmC	Non significatif	98.0%
HUMERUS	DTdM	M>F**	95.8%
RADIUS	DTpM	M>F***	95.2%
TIBIA	DTdM	M>F***	95.2%
CALCANEUS	LM	M>F***	94.5%
METATARSE	DTdM	M>F***	95.0%

Tableau 5.1. Dimorphisme sexuel des variables utilisées pour la comparaison de taille (NS=test non significatif, **= $p < 0.01$, ***= $p < 0.001$). IDS = indice de dimorphisme sexuel: (moyenne des femelles/moyenne des mâles) x 100.

Notre corpus de chamois des Alpes actuels est constitué exclusivement de spécimens adultes (la fusion épiphysaire est complètement terminée pour l'os dans son ensemble); si l'on obtient des valeurs significativement inférieures à celles d'un autre échantillon, on peut donc exclure le fait que cela soit dû à la présence de spécimens subadultes. Le sex-ratio du corpus est en faveur des femelles (2 femelles pour 1 mâle environ). Ce déséquilibre peut être responsable d'un biais qui sous-estime la taille des chamois actuels. Pour les corpus préhistoriques, nous ne savons rien *a priori* sur la stratégie d'obtention des spécimens et la possibilité d'une éventuelle sélection. En outre, ces stratégies ne sont pas forcément les mêmes pour les différents échantillons.

Pour toutes les raisons évoquées, auxquelles on peut ajouter le fait que la composition des échantillons préhistoriques dépend également des variables testées, nous avons considéré les tendances globales qui ressortent des comparaisons réalisées, sans trop nous arrêter aux particularités émergeant pour l'une ou l'autre des dimensions testées.

En fonction des données disponibles, nous avons finalement pu comparer *i)* les dimensions des chamois alpins pour différentes périodes (Pléistocène supérieur, Néolithique, Moyen Age et période actuelle) et *ii)* les dimensions de différentes sous-espèces géographiques de chamois à une période donnée (pour la période méso-néolithique, la comparaison concerne les chamois des Alpes et des Abruzzes; pour le Pléistocène supérieur, elle concerne les chamois alpin et pyrénéen). Lorsque les effectifs le permettaient, les comparaisons statistiques ont été réalisées à l'aide du test U de Mann-Whitney.

5.3.1. Dimensions du chamois des Alpes (*R.r.rupicapra*) à différentes périodes

Sources

La plupart des spécimens de cette sous-espèce proviennent de sites des Alpes; quelques-uns, dont les valeurs sont précisées en notes de bas de page, sont originaires du Jura.

Les spécimens du Pléistocène supérieur proviennent de différents sites: la grotte de Fumane (Vénétie, Italie) (CASSOLI & TAGLIACOZZO 1994), l'abri Tagliente (Vénétie, Italie) (CAPUZZI & SALA 1980), la grotte de Certova díra (Tchécoslovaquie) (MUSIL 1963) et le site de Brillenhöhle¹³⁸ (Jura Souabe, Allemagne) BOESSNECK & VON DEN DRIESCH (1973).

Pour le Néolithique, la plupart des spécimens proviennent du site de Mondsee (Autriche) (WOLFF 1977; PUCHER & ENGL 1997), alors que d'autres sites ont livré chacun un ou deux spécimens supplémentaires: Feldmeilen (Zürich, Suisse) (FÖRSTER 1974), Burg Alt-Schellenberg (Liechtenstein) (MITTELHAMMER 1982), Petit-Chasseur (Valais, Suisse) (faune étudiée par Patricia CHIQUET, données inédites); Saint-Claude¹³⁹ (Jura, France) (FERNANDEZ & LE PENNEC 1999); Twann¹⁴⁰ (Berne, Suisse) (BECKER & JOHANSSON 1981).

Pour le Moyen Age, les sites sont: Burg Neu-Schellenberg (Liechtenstein) (SCHÜLKE 1965), Burg Alt-Schellenberg (Liechtenstein) (MITTELHAMMER 1982), Burgruine Niederrealta (Grisons, Suisse) (KLUMPP 1967) et Burg Schiedelberg (Grisons, Suisse) (KÜPPER 1972).

Résultats (fig. 138)

Les diagrammes en boîte montrent que les valeurs correspondant à notre échantillon de chamois du Pléistocène supérieur – malheureusement réduit – sont supérieures à celles des chamois néolithiques et actuels. Pour le DTdM du tibia, qui est la dimension la mieux représentée (n=7), le test de U indique des différences significatives par rapport aux spécimens actuels (p<0.001) et néolithiques (p<0.05), mais pas par rapport aux chamois du Moyen Age.

¹³⁸ radius (32.0) et tibia (31.0) (toujours dans la marge de variation inférieure de l'échantillon correspondant)

¹³⁹ radius (34.4), calcaneus (71.2) et métatarse (31.4) (toujours le plus grand de l'échantillon correspondant)

¹⁴⁰ scapula (21.7 et 21.7), humérus (34.4), tibia (29.5 et 31.2), calcaneus (69.0) et métatarse (31.5 et 31.5) (plutôt dans la marge de variation supérieure de l'échantillon correspondant)

Pour toutes les variables, les effectifs permettent de tester l'existence d'une différence entre les chamois néolithiques et actuels. Il ressort que les valeurs des spécimens néolithiques sont significativement supérieures à celles des actuels¹⁴¹ sauf pour le DTdM de l'humérus. Il existe toujours un recouvrement des intervalles de variation entre les deux groupes, et les valeurs des chamois néolithiques se situent dans la partie supérieure de la marge de variation des spécimens actuels.

Pour le Moyen Age, les échantillons les plus fournis ont été obtenus pour le radius (n=12) et le tibia (n=8). Pour les deux dimensions correspondantes, les spécimens médiévaux sont significativement plus grands que les actuels ($p < 0.001$ et $p < 0.01$ respectivement). En revanche, la différence entre les chamois du Néolithique et ceux du Moyen Age est moins claire: ces derniers sont significativement plus grands pour le radius ($p < 0.01$) mais pas pour le tibia. Pour les autres variables, les effectifs pour le Moyen Age sont trop réduits pour permettre l'application des tests statistiques. En outre, la variabilité semble importante pour le calcanéus, la scapula et, dans une moindre mesure, l'humérus.

Les données disponibles montrent donc que les spécimens de chamois alpin de la période würmienne étaient plus grands que les représentants néolithiques et actuels de la sous-espèce. Par ailleurs, il semble que les chamois néolithiques étaient généralement de la taille des grands spécimens actuels. Il n'est pas possible de donner une conclusion définitive sur la taille du chamois au Moyen Age. Il est clair que certains spécimens de cette époque sont très grands, et dépassent la taille des plus grands spécimens actuels de notre échantillon. Mais à côté de ces grands individus, il y en a également de taille beaucoup plus réduite, similaire à celle des petits spécimens actuels. D'après l'origine des restes médiévaux (châteaux), il s'agit probablement d'un contexte de chasse "sportive"; on peut supposer que, à travers la recherche des plus beaux trophées, il y aurait eu sélection des individus mâles les plus robustes.

Il n'est donc pas possible d'affirmer que le chamois a subi une réduction de taille progressive depuis la période néolithique. En fait, la taille relativement réduite des spécimens actuels pourrait aussi bien relever d'un phénomène récent, voire localisé à certaines régions. Il nous faudrait, pour tester cette hypothèse, disposer de données pour un plus grand nombre de spécimens actuels et subactuels de différentes régions des Alpes.

¹⁴¹ calcanéus ($p < 0.001$), métatarses ($p < 0.01$), scapula ($p < 0.05$), radius ($p < 0.05$), tibia ($p < 0.05$)

5.3.2. Dimensions du chamois des Alpes (*R.r.rupicapra*) et de l'isard des Pyrénées (*R.p.pyrenaica*) au Pléistocène supérieur

Sources

L'échantillon de chamois des Alpes du Pléistocène supérieur est le même que celui utilisé pour la comparaison précédente (cf. § 5.3.1). La plupart des isards (*R.p.pyrenaica*) de cette même période proviennent de la grotte de La Vache (Ariège, France) (KOBY 1964) et de plusieurs sites de la région de Guipúzcoa (Pays Basque, Espagne) (ALTUNA 1972; ALTUNA & MARIEZKURRENA 1984). Quelques spécimens supplémentaires proviennent des sites de Rascaño¹⁴² (Santander, Espagne) (ALTUNA 1981) et de Cueva de Los Casares¹⁴³ (Guadalajara, Espagne) (ALTUNA 1973).

Résultats (fig. 139)¹⁴⁴

Les effectifs d'isard sont assez importants, du moins pour certaines variables; pour l'humérus, le calcanéus et le métatarse, nous avons comparé les distributions des échantillons des Pyrénées françaises (KOBY 1964) et espagnoles (ALTUNA 1972, ALTUNA & MARIEZKURRENA 1984): elles sont similaires pour l'humérus (DTdM) et le métatarse (DTdM), mais les valeurs de KOBY sont plus élevées que celles d'ALTUNA pour le calcanéus (LM)¹⁴⁵. Dans tous les cas, les valeurs du chamois des Alpes sont supérieures à celles de son homologue pyrénéen, bien qu'il existe un recouvrement des intervalles de variation. Pour le tibia, qui comprend les meilleurs effectifs de chamois alpin (n=7), le test de U donne une différence très significative ($p < 0.01$).

D'après les données disponibles, nous pouvons dire que, à l'époque de la dernière glaciation, le chamois des Alpes était dans l'ensemble plus imposant que son homologue pyrénéen, mais que les grands isards atteignaient facilement la taille des chamois. En outre, la comparaison des figures 138 et 139 révèle que le chamois des Pyrénées de l'époque würmienne avait une taille approchant celle des chamois alpins actuels, quoique dans l'ensemble un peu plus élevée.

¹⁴² Monts Cantabriques (humérus=32.0, radius=32.0, tibia=27.5, calcanéus=70.5 et 65.0)

¹⁴³ Meseta castillane (radius=31.0)

¹⁴⁴ La médiane pour le DTdM huméral de *R.r.pyrenaica* est égale à 32.0 (non visible sur le graphe).

¹⁴⁵ Ces différences pourraient provenir de la présence de mesures de calcanéus de bouquetin dans l'échantillon de KOBY, qui admet se baser exclusivement sur les dimensions pour discriminer les deux espèces (ce qui est également le cas pour l'humérus et le métatarse). Dans ce cas, les dimensions de l'isard seraient un peu surestimées.

La différence de taille entre les deux populations existe encore actuellement. D'après COUTURIER (1938), l'isard est très sensiblement plus petit que le chamois, et même un isard mâle est beaucoup moins puissant et d'une taille inférieure à celle d'un chamois femelle¹⁴⁶. Cependant, l'étude comparative réalisée par CREGUT-BONNOURE (1992c) révèle des valeurs similaires, chez les deux espèces, de la longueur et du diamètre transverse diaphysaire du métacarpe. Ce résultat soulève la question de la relation existant entre les dimensions squelettiques et corporelles (notamment, entre la longueur d'un os long et la hauteur au garrot de l'animal)¹⁴⁷.

Ainsi, les chamois des Alpes, qui subissent un climat plus froid, sont plus grands que ceux des Pyrénées. En outre, il semble bien que les deux espèces ont subi parallèlement une diminution de taille depuis la dernière période glaciaire¹⁴⁸. Ces constatations évoquent bien sûr la loi de Bergmann (voir p.ex. BLACKBURN et al. 1999), suivant laquelle la taille corporelle des Vertébrés homéothermes est inversement proportionnelle à la température¹⁴⁹. Mais d'autres facteurs doivent également être pris en compte¹⁵⁰, et une discussion plus poussée dépasserait le cadre de notre étude.

5.3.3. Dimensions du chamois des Alpes (*R.r.rupicapra*) et du chamois des Apennins (*R.p.ornata*) aux périodes mésolithique et néolithique

Sources

Les chamois des Apennins (Italie) proviennent de plusieurs sites des Abruzzes et de Basilicate dont la datation recouvre les périodes mésolithique et néolithique (WILKENS 1987). Nous avons donc considéré globalement ces deux périodes. Pour le chamois des Alpes, nous avons ajouté au corpus de spécimens néolithiques utilisé au § 5.3.1 quelques ossements datant du Mésolithique, provenant des sites de Château-d'Oex¹⁵¹ (Vaud, Suisse)

¹⁴⁶ La longueur totale du corps est de 105 à 110 cm chez l'isard, soit 10 à 12.5 cm de moins que chez le chamois; la hauteur au garrot est de 69 cm (12 à 15 cm de moins que le chamois) (COUTURIER 1938, p.303).

¹⁴⁷ Les métapodes ne sont pas considérés comme de bons estimateurs de la taille corporelle (SCOTT 1983, 1985).

¹⁴⁸ Ce phénomène a déjà été observé pour d'autres espèces comme le bouquetin (CHAIX & DESSE 1983; DESSE & CHAIX 1983, 1991; FERNANDEZ & MONCHOT en préparation) et le cerf (PIETSCHMANN 1977).

¹⁴⁹ Une variation clinale de la taille en fonction de la température, en accord avec la loi de Bergmann, a notamment été mise en évidence pour le mouflon (PFEFFER 1967).

¹⁵⁰ Pour une critique de la loi de Bergmann, voir GEIST (1987).

¹⁵¹ radius (26.9) et tibia (28.1) (dans la marge de variation inférieure de l'échantillon correspondant)

(faune étudiée par Anne BRIDAULT et Louis CHAIX, données inédites) et de Pradestel¹⁵² (Vénétie, Italie) (BOSCATO & SALA 1980).

Résultats (fig. 140)

La comparaison des échantillons représentant les deux sous-espèces de chamois révèle que les valeurs du chamois alpin sont plus élevées pour le DTdM de l'humérus ($p < 0.05$) et la LM du calcaneus ($p < 0.001$), mais pas pour les autres variables. Il n'est donc pas possible d'affirmer que le chamois des Alpes holocène se différencie de celui des Apennins par une taille plus imposante. Tout ce que nous pouvons dire c'est que le chamois alpin était de taille similaire voire un peu plus grande que son homologue des Apennins. D'après COUTURIER (1938, p.320), la taille des spécimens actuels de la sous-espèce des Abruzzes est "sensiblement la même" que celle des chamois des Alpes.

¹⁵² tibia (26.0) et calcaneus (66.0) (dans la marge de variation inférieure de l'échantillon correspondant)

6. CONCLUSION GENERALE

Les résultats des études des caractères morphoscopiques et métriques ont déjà fait l'objet de discussions, au § 2.11 pour la morphologie et au fur et à mesure de la présentation des résultats (§ 3.2.2, § 3.3.3, § 3.4.4 et § 3.5.9) pour la métrique. Dans cette dernière partie; nous ne reviendrons donc que sur les bilans très généraux et nous évoquerons certains points qui n'ont pas pu être abordés, ou à peine, mais qui nous semblent particulièrement intéressants dans le cadre de possibles développements ultérieurs.

Approche morphologique

L'étude des caractères morphoscopiques a permis de mettre en évidence un grand nombre de critères utiles à la diagnose des espèces étudiées; il s'agit de caractères qui présentent le plus de variation possible entre les espèces mais aussi qui sont les plus constants possible au sein d'une même espèce.

Les résultats obtenus ont confirmé la grande ressemblance qui existe – au niveau de la morphologie du squelette appendiculaire – entre les espèces de caprinés, alors que celles-ci se différencient davantage du chevreuil, phylogénétiquement plus éloigné. Nous avons en effet pu constater que de nombreux caractères qui permettent de distinguer le chevreuil des caprinés correspondent aux différences qui existent entre les Cervidés et les Bovidés (d'après le travail de HEINTZ 1970). Mais ce n'est pas le cas de tous les caractères, et nous en verrons un exemple plus loin.

La quantification des caractères nous a également permis d'objectiver l'importance de la variabilité individuelle. En effet, il est rare qu'un caractère ne présente qu'un seul aspect (caractère constant), et les différences entre espèces se manifestent généralement en termes de fréquences relatives des différents états. Il ressort donc que la diagnose, pour être fiable, doit reposer sur la combinaison de plusieurs caractères distincts.

La question des différences ou ressemblances entre sous-espèces ou espèces proches n'a pas été discutée, en raison de trop faibles effectifs pour les représentants des sous-espèces de chamois (*pyrenaica* et *ornata*) et de bouquetin (*sibirica* et *nubiana*) autres que les formes alpines, de même que pour les chèvres égagres et mouflons. Dans certains cas cependant, nous avons relevé des disparités entre les représentants des ces sous-espèces

ou espèces proches et ceux des espèces qui constituent nos corpus de comparaison. De même, faute de disposer d'un corpus adéquat, la question des différences qui peuvent se manifester entre les diverses races domestiques n'a que très ponctuellement été évoquée pour le mouton, et celle de la variabilité qui peut exister au sein d'une même race reste également à explorer.

Une autre question qui n'a pu être qu'effleurée concerne le rôle de l'environnement dans la détermination des caractères. La comparaison d'un corpus de bouquetins issus de captivité avec des spécimens sauvages n'a pas révélé de différences sensibles dans les fréquences des états des caractères morphoscopiques¹⁵⁹.

Au cours de notre recherche, nous avons eu l'occasion d'examiner d'assez nombreux restes osseux archéologiques, sur lesquels nous avons pu "tester" nos critères et, éventuellement, établir des déterminations. Bien entendu, nous avons constaté que la fragmentation réduit parfois considérablement les possibilités d'utilisation des critères, et donc de diagnose. Mais une application systématique des résultats obtenus sur des ensembles fauniques reste à réaliser.

Approche métrique

L'étude des caractères métriques a révélé l'existence de variations concernant les proportions des segments de membres, de même que la gracilité des os longs; ces différences, qui se manifestent entre les genres de caprinés étudiés (*Capra*, *Ovis* et *Rupicapra*), ont pu – dans une certaine mesure – être mises en relation avec le mode de locomotion et le type de milieu; mais d'autres facteurs interviennent, et ces questions dépassent le cadre de notre travail. Chez le mouton, nous avons également mis en évidence l'existence de variations intraspécifiques dues à la race, qui reflètent probablement des caractéristiques physiques de l'animal comme le poids, le cornage et le mode de sélection appliqué, et dont le rôle reste à préciser. Chez le bouquetin, nous avons constaté que les différences de taille corporelle et de poids entre mâles et femelles se répercutent au niveau des dimensions squelettiques, mais se manifestent également par des différences de proportion et de gracilité des segments.

Par ailleurs, de nombreux exemples ont montré que les différences morphologiques entre espèces peuvent être exprimées à l'aide d'indices métriques; l'utilisation des caractéristiques mesurables permet alors une bonne description de la variabilité et du recouvrement des

intervalles de variation. Dans certains cas, nous avons également pu mettre en évidence l'existence de différences entre diverses populations ovines, de même qu'entre mâles et femelles de bouquetin.

Perspectives

Interprétations fonctionnelles

Un exemple intéressant nous permet d'illustrer la relation qui existe entre la morphologie du squelette et le mode de vie de l'animal. HEINTZ (1970, p.49) a fait remarquer que les caractères concernant la forme de la tête fémorale (critère FEMa1) et de la trochlée distale (critères FEMe3 et FEMf1) sont étroitement liés: "un fémur dont la tête articulaire est cylindrique possède toujours une trochlée distale symétrique et au contraire, un fémur à tête articulaire sphérique possède toujours une trochlée approximativement symétrique". Dans le contexte de notre étude, nous avons effectivement constaté que cette distinction s'applique au chevreuil (à tête cylindrique et trochlée dissymétrique) et aux caprinés (à tête plus arrondie et trochlée à peu près symétrique). Mais, selon HEINTZ, l'existence de ces deux types morphologiques ne s'inscrit pas dans le cadre des différences entre Cervidés et Bovidés, mais possède une signification fonctionnelle. Le type "cylindrique-dissymétrique" (Cervidés et certains Bovidés) serait l'apanage des ruminants à locomotion rapide (terrains plats), alors que le type "sphérique-symétrique" correspondrait aux ruminants "grimpeurs" (Caprinés¹⁶⁰) habitant les terrains escarpés¹⁶¹. KÖHLER (1993, p.35) reconnaît la même distinction à propos de la forme de la tête fémorale et l'explique également par des adaptations locomotrices différentes. Il constate que la plupart des ruminants possèdent une tête allongée transversalement et que cette configuration représente une adaptation à la course et aux bonds¹⁶², car la morphologie de la tête fémorale limite les mouvements dans le plan sagittal. En revanche, les espèces qui vivent sur un sol caillouteux comme les caprinés doivent avoir la possibilité de bouger leurs membres également dans une direction transversale, de manière à obtenir une position plus stable sur un sol inégal. Ces espèces possèdent une tête fémorale plus arrondie.

/ Elle

¹⁵⁹ Exceptionnellement, des différences ont été relevées; toutefois, nous n'avons pas examiné le risque qu'elles résultent d'un problème de subjectivité du critère.

¹⁶⁰ "Ovi-Rupi-Caprinés"

¹⁶¹ Selon HEINTZ, le premier type morphologique pourrait être qualifié de spécialisé par rapport au second.

¹⁶² Il s'agit d'espèces de milieux ouverts ("open country fast runners"); c'est par exemple le cas de *Gazella*.

La grande majorité des caractères morphoscopiques étudiés, sinon tous, peuvent être considérés à la lumière d'une interprétation fonctionnelle. En outre, loin d'être une structure inerte, le squelette est en constant remodelage, et sa plasticité a été démontrée (MOSS 1980). Ainsi, la forme des os reflète les contraintes mécaniques qui s'exercent sur eux et le développement plus ou moins important de caractères tels que les arêtes, crêtes, sillons et tubérosités, qui correspondent à des attaches musculaires ou ligamenteuses, est en relation avec les mouvements exercés par les muscles de l'animal. Nous ne sommes pas entrée en matière sur ces questions, qui requièrent des connaissances en arthrologie et en myologie que nous n'avons pas, et qui dépassent largement le cadre de notre étude. Les résultats que nous avons obtenus pourraient toutefois servir de base à ce genre d'interprétations, et permettre ainsi de mieux comprendre l'influence respective des facteurs génétiques et épigénétiques sur la morphologie du squelette.

La comparaison des caractères morphoscopiques et métriques chez les représentants d'une même espèce vivant en liberté ou au contraire dans des conditions de captivité permettrait également de préciser le rôle de l'environnement dans la détermination de la forme des os. Il en va de même de la comparaison d'espèces ou sous-espèces proches qui vivent dans des habitats différents (bouquetins de Nubie, de Sibérie ou des Alpes, par exemple).

Caractérisation des populations

La quantification des caractères morphoscopiques que nous avons réalisée nous a permis d'exprimer, pour une espèce donnée, la fréquence relative des différents états de chacun des caractères étudiés. D'une manière générale, cette approche permet donc de caractériser la variabilité morphologique d'un échantillon, qui peut représenter une espèce mais également une population ou une race domestique.

Dans le cas du chamois des Alpes, l'application des mêmes caractères sur un échantillon différent de celui utilisé pour notre étude – et réalisée par un autre auteur – pourrait permettre de tester l'objectivité des critères établis. En effet, compte tenu de l'importance des échantillons utilisés dans le cadre de notre étude (> 50 individus), on peut avoir une bonne confiance statistique dans les résultats obtenus. Par ailleurs, une étude comparative portant sur différentes sous-espèces de chamois permettrait de révéler le degré de ressemblance à l'intérieur de cette espèce. Nous ne sommes pourtant pas très optimiste sur les possibilités de distinction entre sous-espèces, compte tenu des difficultés que présente la discrimination des espèces de caprinés. La combinaison de quelques caractères morphoscopiques et métriques pourrait toutefois permettre une meilleure caractérisation du squelette postcrânien

des différentes sous-espèces. Ces résultats pourraient contribuer, en association avec les avancées récentes de la génétique moléculaire, à une meilleure compréhension de l'histoire des espèces comme, par exemple, celle de la différenciation entre le chamois et l'isard.

D'autres perspectives concernent la caractérisation de la variation morphologique des différentes formes domestiques. Les résultats de l'étude des caractères morphoscopiques ont révélé l'existence d'une variabilité importante chez les deux formes domestiques; probablement, cela s'explique en partie par la composition hétérogène de nos corpus (présence de races très différentes). En effet, la comparaison des fréquences que nous avons obtenues avec les résultats de l'étude de CLUTTON-BROCK (1990) sur les moutons soay révèle la plus grande homogénéité de ces derniers¹⁶³. La réalisation d'autres études portant sur une ou plusieurs races actuelles est donc souhaitable, afin de permettre une meilleure connaissance des variations intraspécifiques¹⁶⁴. Outre les caractères discrets, dont nous avons vu un exemple concernant la position du trou nourricier sur les fémurs de mouton (critères FEMc4 et FEMc5), de nombreux critères sont disponibles grâce à ce travail, à condition de leur appliquer une définition précise et de quantifier les résultats obtenus.

La combinaison de ces caractères morphoscopiques avec les caractères métriques, dont nous avons vu qu'ils permettent également de refléter des différences entre races, permettrait ainsi de caractériser des populations et de définir différents "types" de moutons (ou de chèvres). En fin de compte, une meilleure connaissance de la variabilité morphologique des espèces domestiques permettrait d'améliorer les possibilités de discrimination entre la chèvre et le mouton, de même qu'elle pourrait participer à une meilleure compréhension de l'histoire des races domestiques.

¹⁶³ Dans certains cas, une interprétation différente du critère pourrait également être à l'origine des différences constatées entre les moutons de notre corpus et les soay.

¹⁶⁴ Il faut être conscient que genre d'études requiert, idéalement, des corpus dont le nombre et la composition des individus permettent une bonne représentativité des différentes classes d'âge et de sexe pour chaque population.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIMAR, A., ALCIATI, G., BROGLIO, A., CASTELLETTI, L., CATTANI, L., D'AMICO, C., GIACOBINI, G., MASPERO, A. & PERESANI, M. 1992. Les Abris Villabruna dans la vallée du Cismòn. *Preistoria Alpina*, 28(1): 227-254.

ALFEREZ DELGADO, F., MOLERO GUTIERREZ, G., BUSTOS PRETEL, V. 1981. Los restos fósiles más meridionales de *Rupicapra rupicapra* hallados en Europa. *COL-PA (Publicaciones del Departamento de Paleontología)*, 36: 53-59.

ALTUNA, J. 1972. Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa. *Munibe*, 1-4: 1-464.

ALTUNA, J. 1973. Fauna de mamíferos del yacimiento prehistórico de Los Casares (Guadalajara). *In*: BARANDIARAN, I., ALTUNA, J., BASABE, J.M., ALBERTO, F., ALEIXANDRE, T. & GARCIA DE JALON, A. La cueva de los Casares (en Riba de Saelices, Guadalajara). *Excavaciones Arqueológicas en España*, 76: 97-116.

ALTUNA, J. 1978. Dimorphisme sexuel dans le squelette postcéphalique de *Capra pyrenaica* pendant le Würm final. *Munibe*, 4: 201-214.

ALTUNA, J. 1981. Restos oseos del yacimiento prehistórico del Rascaño. *In*: GONZALEZ ECHEGARAY, J. & BARANDIARAN, I. El Paleolítico superior de la cueva del Rascaño (Santander). *Monografías (Altamira)*, 3: 221-269.

ALTUNA, J. & MARIEZKURRENA, K. 1984. Bases de subsistencia, de origen animal, de los pobladores de Ekain. *In*: ALTUNA, J. & MERINO, J.M. 1984. **El yacimiento prehistórico de la cueva de Ekain (Deba, Guipúzcoa)**. Sociedad de Estudios Vascos & Sociedad de Ciencias Aranzadi, Guipúzcoa, p.211-280.

BAILON, S. 1999. Différenciation ostéologique des Anoures (Amphibia, Anura) de France. *Fiches d'Ostéologie Animale pour l'Archéologie, série C: Varia, n° 1*. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, APDCA, Antibes, 41 pp.

BARONE, R. 1976. **Anatomie comparée des Mammifères domestiques, I: ostéologie**. Vigot, Paris (2 vol.), 296 pp. et 428 pp.

BARONE, R. 1980. **Anatomie comparée des Mammifères domestiques, II: arthrologie et myologie.** Vigot, Paris, 984 pp.

BAUMANN, F. 1949a. Alpensteinbock (*Capra ibex*). In: BAUMANN, F. **Die freilebenden Säugetiere der Schweiz.** Hans Huber, Bern, p.394-408.

BAUMANN, F. 1949b. Gemse (*Rupicapra rupicapra*). In: BAUMANN, F. **Die freilebenden Säugetiere der Schweiz.** Hans Huber, Bern, p.377-394.

BECKER, C. 1981. **Tierknochenfunde (3. Bericht): unteres Schichtpaket (US) der Cortaillod-Kultur sowie eine zusammenfassende Betrachtung über das gesamte Knochenmaterial aus Twann (Cortaillod- und Horgener Kultur).** Staatlicher Lehrmittelverlag (Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann; 16), Bern, 73 pp.

BECKER, C. & JOHANSSON, F. 1981. **Tierknochenfunde (2. Bericht): mittleres und oberes Schichtpaket (MS und OS) der Cortaillod-Kultur.** Staatlicher Lehrmittelverlag (Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann; 11), Bern, 206 pp.

BLACKBURN, T.M., GASTON, K.J. & LODER, N. 1999. Geographic gradients in body size: a clarification of Bergmann's rule. **Diversity and Distributions**, 5: 165-174.

BOESSNECK, J. 1969. Osteological differences between sheep (*Ovis aries* Linné) and goat (*Capra hircus* Linné). In: BROTHWELL, D. & HIGGS, E. (eds). **Science in Archaeology.** Thames & Hudson, London (2nd edition), p.331-358.

BOESSNECK, J., MÜLLER, H.-H. & TEICHERT, M. 1964. Osteologische Unterscheidungsmerkmale zwischen Schaf (*Ovis aries* Linné) und Ziege (*Capra hircus* Linné). **Kühn-Archiv (Berlin)**, 74: 1-129.

BOESSNECK, J. & MEYER-LEMPPEAU, U. 1966. Geschlechts- und Gattungsunterschiede am Kreuzbein der kleineren mitteleuropäischen Wiederkäuer. **Säugetierkundliche Mitteilungen**, 14: 28-36.

BOESSNECK, J., VON DEN DRIESCH, A., MEYER-LEMPPEAU, U. & WECHSLER-VON OHLEN, E. 1971. **Die Tierknochenfunde aus dem Oppidum von Manching.** Steiner (Die Ausgrabungen in Manching; 6), Wiesbaden, 332 pp.

- BOESSNECK, J. & VON DEN DRIESCH, A. 1973. Die jungpleistozänen Tierknochenfunde aus der Brillenhöhle. *In*: RIEK, G. (ed.). **Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb)**, II. Müller & Gräff, Stuttgart, 131 pp.
- BONIFAY, M.-F. 1969. Capridés: *Rupicapra rupicapra*. *In*: LUMLEY, H. de (ed.). Une cabane acheuléenne dans la grotte du Lazaret (Nice). **Mémoires de la Société Préhistorique Française**, 7: 71.
- BOSCATO, P. & SALA, B. 1980. Dati paleontologici, paleoecologici e cronologici di tre depositi epipaleolitici in Valle dell'Adige (Trento). **Preistoria Alpina**, 16: 45-61.
- BOSOLD, K. 1968. Geschlechts- und Gattungsunterschiede an Metapodien und Phalangen mitteleuropäischer Wildwiederkäuer. **Säugetierkundliche Mitteilungen**, 16: 93-153.
- BOUCHUD, J. 1951. Etude paléontologique de la faune d'Isturitz. **Mammalia**, 15(4): 184-203.
- BOULE, M. 1910. **Les grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé)**, II: géologie et paléontologie, 1(3): 157-236.
- BOULE, M. & VILLENEUVE, L. de. 1927a. La grotte de l'Observatoire à Monaco. **Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine**, 1: 1-113.
- BOURDELLE, E. & DEZILIERE, M. 1951. Caractères ostéologiques et ostéométriques de la tête de l'Isard, comparativement à la tête du Chamois. **Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse**, 86: 117-121.
- BOURLIERE, F. & SPITZ, F. 1975. Les critères d'âge chez les Mammifères. *In*: LAMOTTE, M. & BOURLIERE, F. (eds). **Problèmes d'écologie: la démographie des populations de Vertébrés**. Masson, Paris, p.53-75
- BOUVIER, G. 1966. Einige Unterscheidungsmerkmale am Skelett von Reh und Gemse. **Zeitschrift für Jagdwissenschaft**, 12: 11-15.
- BRIEDERMANN, L. & STILL, V. 1979. **Die Gemse des Elbsandsteingebietes (*R.r.rupicapra*)**. Die Neue Brehm-Bücherei & A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 136 pp.

BUITENHUIS, H. 1995. A quantitative approach to species determination of Ovicapridae. *In*: BUITENHUIS, H. & UERPMANN, H.-P. (eds). **Archaeozoology of the Near East, II. Proceedings of the second international symposium on the archaeozoology of southwestern Asia and adjacent areas**. Backhuys Publishers, Leiden (The Netherlands), p.140-155.

CAMERANO, L. 1913-16. Ricerche in torno ai camosci. **Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino**, serie 2, 64(4): 1-82, 64(14): 1-88, 65(12): 1-82.

CAPASSO BARBATO, L., CUGGIANI, M.C. & PETRONIO, C. 1985. I macromammiferi del Pleistocene superiore della grotta di Monte Cucco (Sigillo-Perugia). **Bolletino del Servizio Geologico d'Italia**, 103(1982): 105-132.

CAPUZZI, P. & SALA, B. 1980. Il riparo Tagliente. Analisi delle faune, biostratigrafia e cronologia dei livelli tardiglaciali. *In*: FASANI, L. (ed.). **Il territorio veronese dalle origini all'età Romana**, Fiorini, Verona, p.130-136.

CASSOLI, P.F. & TAGLIACOZZO, A. 1994. Considerazioni paleontologiche, paleoecologiche e archeozoologiche sui macromammiferi e gli uccelli dei livelli del Pleistocene superiore del Riparo di Fumane (VR) (Scavi 1988-91). **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona**, 18 (1991): 349-445.

CHAIX, L. 1994. La faune de Saint-Thibaud dans son cadre régional. *In*: BINTZ, P. (éd.). **Les grottes Jean-Pierre 1 et 2 à Saint-Thibaud-de-Couz (Savoie)**. *Gallia Préhistoire*, 36: 232-234.

CHAIX, L. 1998. La faune de l'Aulp du Seuil 1. *In*: BINTZ, P. (ed.). **Les sites archéologiques de Aulp du Seuil à St. Bernard du Touvet (Chartreuse, Isère)**. Rapport de fouilles, Université Joseph Fourier, Grenoble, p.40-43.

CHAIX, L. 1999. L'abri des Corréardes à Lus-La-Croix-Haute (Drôme): étude de la faune. *In*: BEECHING, A. (ed.). **Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire: matériaux pour une étude**. Travaux du Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence, n° 2, p.373-380.

CHAIX, L. & DESSE, J. 1983. Les bouquetins de l'Observatoire (Monaco) et des Baoussé Roussé (Grimaldi, Italie), I: cranium, atlas, epistropheus. **Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco**, 26: 41-74.

CHAIX, L. & GRANT, A. 1987. A study of prehistoric population of sheep (*Ovis aries* L.) from Kerma (Sudan): archaeozoological and archaeological implications. *In: Actes du 5e Congrès International d'Archéozoologie* (Bordeaux, 1986). **Archaeozoologia**, 1(1): 77-92.

CHENORKIAN, R. 1996. **Pratique archéologique statistique et graphique**. Editions Errance & Adam, Paris, 162 pp.

CLOT, A. & MARSAN, G. 1986. La grotte du Cap de la Bielle à Nestier (Hautes-Pyrénées), fouilles M. Debeaux, 1960. **Gallia Préhistoire**, 29(1): 63-141.

CLUTTON-BROCK, J., DENNIS-BRYAN, K., ARMITAGE, P.L. & JEWELL, P.A. 1990. Osteology of the Soay sheep. **Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)**, 56(1): 1-56.

CORBET, G.B. 1978. **The Mammals of the Palaearctic Region: a Taxonomic Review**. British Museum (Natural History) Cornell University Press, London, 314 pp.

CORNEVIN, Ch. & LESBRE, F. 1891. Caractères ostéologiques différentiels de la Chèvre et du Mouton. **Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon**, 10: 47-72.

COUTURIER, M.A.J. 1938. **Le Chamois**. Arthaud, Grenoble, 855 pp.

COUTURIER, M.A.J. 1958. Parallèle anatomique, physiologique et écologique entre le pied du Bouquetin des Alpes (*Capra aegagrus ibex ibex*) et celui du Chamois (*Rupicapra rupicapra*) en rapport avec l'adaptation à la montagne de ces deux espèces. **Mammalia**, 22(1): 76-89.

COUTURIER, M.A.J. 1962. **Le Bouquetin des Alpes**. Edité par l'auteur, Grenoble, 1564 pp.

CREGUT, E. 1980. La faune de Mammifères du gisement Pléistocène moyen anté-rissien de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales, France). **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série D**, 290: 751-754.

CREGUT-BONNOURE, E. 1987. Caractères distinctifs du carpe et du tarse d'*Hemitragus* et de *Capra* (Mammalia, Bovidae, Caprinae). **Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco**, 30: 43-94.

CREGUT-BONNOURE, E. & GUERIN, C. 1986. La faune de Mammifères de l'Abri Moula (Soyons, Ardèche). **Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles de Vaucluse**: 41-87.

CREGUT-BONNOURE, E. 1992a. Dynamics of Bovid migration in Western Europe during the middle and late Pleistocene. **Courier Forschungsinstitut Senckenberg**, 153: 177-185.

CREGUT-BONNOURE, E. 1992b. Les Caprinae (Mammalia, Bovidae) du Pléistocène d'Europe: intérêt biostratigraphique, paléoécologique et archéologique. **Mémoires de la Société Géologique de France**, 160: 85-93.

CREGUT-BONNOURE, E. 1992c. Pleistocene tahrs, ibexes and chamois of France. *In*: SPITZ, F., JANEAU, G., GONZALEZ, G. & AULAGNIER, S. (eds). **Ongulés/Ungulates 91. Proceedings of the International Symposium (Toulouse, 2-6 sept. 1991)**. S.F.E.P.M.-I.R.G.M., Paris, p.49-56.

CREGUT-BONNOURE, E. 1993. La faune des grands Mammifères de l'Abri Marcq (Sorgues, Vaucluse). **Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles de Vaucluse**: 39-52.

CREGUT-BONNOURE, E. & GUERIN, C. 1996. Ordre des Artiodactyles: famille des Bovidae. *In*: GUERIN, C. & PATOU-MATHIS, M. (eds). **Les grands Mammifères plio-pléistocènes d'Europe**. Masson, Paris, p.62-95.

CROTTI, P. & PIGNAT, G. 1993. L'abri sous bloc de Château-d'Oex (Vaud, Suisse). **Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie**, 76: 141-143.

CURGY, J.J. 1965. Apparition et soudure des points d'ossification des membres chez les Mammifères. **Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle (nouvelle série). Série A, Zoologie**, 32(3): 173-307.

DAVIS, S.J.M. 1996. Measurements of a group of adult female Shetland sheep skeletons from a single flock: a baseline for zooarchaeologists. **Journal of Archaeological Science**, 23: 593-612.

DAVIS, S.J.M. 2000. The effect of castration and age on the development of the ~~sh~~ Shetland sheep skeleton and a metric comparison between bones of males, females and castrates. **Journal of Archaeological Science**, 27: 373-390. 15

DEFLEUR, A., CREGUT-BONNOURE, E. & RADULESCU, C. 1989. Nouvelles données stratigraphiques et fauniques sur la grotte des Cèdres (Le Plan d'Aups, Var, France): un nouveau gisement d'âge rissien à *Hemitragus*. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série II**, 308: 259-264.

DEFLEUR, A., CREGUT-BONNOURE, E. & RADULESCU, C. 1991. Excavation at the Grotte des Cèdres (Le Plan d'Aups, Var, France), 1987: evidence for a late Rissian episode. **Theoretical and Applied Karstology**, 4: 205-210.

DEFLEUR, A., BEZ, J.-F., CREGUT-BONNOURE, E., FONTUGNE, M., JEANNET, M., MAGNIN, F., TALON, B., THINON, M. & COMBIER, J. 1994. Industries, biostratigraphie, restes humains et datation du gisement moustérien de la Baume Néron (Soyons, Ardèche). **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série II**, 318: 1409-1414.

DELPECH, F. 1984. Les Ongulés en Périgord et Nord-Ouest du Quercy durant le Würm III: chronoclimatologie, paléobiogéographie, paléontologie. **Geobios**, 17(5): 531-548.

DELPECH, F. 1988. Les réponses des Ongulés du Pléistocène supérieur aux changements climatiques en Aquitaine (Sud-Ouest de la France): quelques exemples. **Geobios**, 21(4): 495-503.

DELPECH, F. 1990. The range distributions of some ungulate mammals during the Dryas I (recent Würm) in Aquitaine: paleoecological implications. **Geobios**, 23(2): 221-230.

DELPECH, F., LE TENSORER, J.-M., PINEDA, R. & PRAT, F. 1978. Un nouveau gisement du Pléistocène moyen: Camp-de-Peyre à Sauveterre-la-Lémance (Lot-et-Garonne). **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série D**, 286: 1101-1103.

DENNLER de LA TOUR, G. 1968. Zur Frage der Haustier-Nomenklatur. **Säugetierkundliche Mitteilungen**, 16: 1-20.

DESSE, J. & CHAIX, L. 1983. Les bouquetins de l'Observatoire (Monaco) et des Baoussé Roussé (Grimaldi, Italie), II: métapodes et phalanges. **Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco**, 27: 21-49.

DESSE, J. & CHAIX, L. 1991. Les bouquetins de l'Observatoire (Monaco) et des Baoussé Roussé (Grimaldi, Italie), III: stylopede, zeugopode, calcanéus et talus. **Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco**, 34: 51-73.

DESSE, J., CHAIX, L. & DESSE-BERSET, N. 1986. "Ostéo": **base-réseau de données ostéométriques pour l'archéozoologie**. Editions du CNRS (Centre de Recherches Archéologiques: Notes et Monographies Techniques; 20), Paris, 161 pp.

DOLAN, J.M. 1963. Beitrag zur systematischen Gliederung des Tribus Rupicaprini Simpson, 1945. **Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, 1: 311-407.

EPSTEIN, H. 1971. **The origin of the domestic animals of Africa, II.** Africana Publishing Corporation, New York, 719 pp.

FAIRBAIN, D.J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 28: 659-687.

FERNANDEZ, H. & LE PENNEC, R. 1999. Découverte d'un chamois primitif dans le Haut-Jura. **Bulletin de l'Association Spéléologique de Saint-Claude (Jura, Franche-Comté)**, 6: 27-34.

FERNANDEZ, H. & MONCHOT, H. Mise en évidence du dimorphisme sexuel chez le bouquetin (*Capra ibex*) par la méthode de l'analyse des mélanges: application à des corpus de spécimens actuels et fossiles (**en préparation**).

FERNANDEZ-LOPEZ, J.M. & GARCIA-GONZALEZ, R. 1986. Crâniométrie comparée entre le chamois pyrénéen et cantabrique. **Mammalia**, 50: 87-97.

FÖRSTER, W. 1974. **Die Tierknochenfunde aus der neolithischen Station Feldmeilen-Vorderfeld am Zürichsee, II: die Wiederkäuer.** Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 130 pp.

FRUTH, M. 1966. Tierknochenfunde aus der Stadt auf dem Magdalensberg bei Klagenfurt in Kärnten, IV: die Wiederkäuer ohne die Bovini. **Kärnter Museumschriften**, 41: 1-127.

GABLER, K.-O. 1985. **Osteologische Unterscheidungsmerkmale am postkranialen Skelett zwischen Mährenspringer (*Ammotragus lervia*), Hausschaf (*Ovis ammon*) und Hausziege (*Capra hircus*).** Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 127 pp.

GAMBARYAN, P.P. 1974. **How mammals run: anatomical adaptations.** John Wiley (Israel Program for Scientific Translations), New York, 367 pp.

GARCIA-GONZALEZ, R. 1981. Estudio de la osificación postnatal en ovinos de raza rasa aragonesa. **Munibe**, 33(3/4): 259-279.

GAUTHIER, D., MARTINOT, J.-P., CHOISY, J., MICHALLET, J., VILLARET, J.-C. & FAURE, E. 1991. Le Bouquetin des Alpes. **Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)**, suppl. 6 (Les Ongulés sauvages de France: bilan des recherches récentes): 233-275.

GAUTIER, A. 1993. What's in a name? A short history of the Latin and other labels proposed for domestic animals. *In*: CLASON, A.T., PAYNE, S. & UERPMANN, H.-P. (eds). 1993. **Skeletons in her cupboard. Festschrift for Juliet Clutton-Brock**. Oxbow Books (Oxbow Monograph; 34), Oxford, p.91-98.

GAUTIER, A. 1997. Once more: the names of domestic animals. **Anthropozoologica**, 25/26: 113-118.

GEIST, V. 1987. Bergmann's rule is invalid. **Canadian Journal of Zoology**, 65: 1035-1038.

GENTRY, A., CLUTTON-BROCK, J. & GROVES, C.P. 1996. Proposed conservation of usage of 15 mammal specific names based on wild species which are antedated by or contemporary with those based on domestic animals. **Bulletin of Zoological Nomenclature**, 53(1): 28-37.

GILBERT, N. 1989. **Biometrical interpretation: making sense of statistics in biology**. Oxford University Press, Oxford (2nd edition), 146 pp.

GINESTET, J.-P., BINTZ, P., CHAIX, L., EVIN, J. & OLIVE, C. 1984. L'abri sous roche de la Vieille Eglise La Balme de Thuy (Haute-Savoie): premiers résultats. **Bulletin de la Société Préhistorique Française**, 81(10/12): 320-342.

GÖTZE, G. 1998. **Die Osteologie des Blauschafes, *Pseudois nayaur* (Hodgson, 1833)**. Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 232 pp.

GRIGGO, C. 1992. Etude paléontologique du locus III de la grotte de l'Eglise (Dordogne). **Paléo**, 4: 35-48.

GRIGGO, C. 1997. La faune magdalénienne de l'abri Gandil (Bruniquel, Tarn-et-Garonne): étude paléontologique, taphonomique et archéozoologique. **Paléo**, 9: 279-294.

GRUBB, P. 1993. Family Bovidae. *In*: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (eds). **Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference**. Smithsonian Institution Press, Washington (2nd edition), p.393-414.

GRUNDBACHER, B. & STAMPFLI, H.R. 1977. **Tierknochenfunde (1. Bericht): unteres Schichtpaket der Cortailod-Kultur, Abschnitte 4 bis 7.** Staatlicher Lehrmittelverlag (Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann; 2), Bern, 68 pp.

GUERIN, C. & PATOU-MATHIS, M. 1996. Limites et problèmes de chronologie. *In:* GUERIN, C. & PATOU-MATHIS, M. (eds). 1996. **Les grands Mammifères plio-pléistocènes d'Europe.** Masson, Paris, p.1-11.

HAAK, D. 1965. **Metrische Untersuchungen an Röhrenknochen bei Deutschen Merinolandschafen und Heidschnucken.** Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 90 pp.

HABERMEHL, K.-H. 1985. **Alterbestimmung bei Wild- und Pelztieren.** Paul Parey, Hamburg (2. Auflage), 223 pp.

HAINARD, R. 1988. Le chamois. *In:* HAINARD, R. **Mammifères Sauvages d'Europe, II: Pinnipèdes, Ongulés, Rongeurs, Cétacés.** Delachaux & Niestlé, Neuchâtel (4e ed.), p.103-121.

HARLE, E. 1896. Le Chamois quaternaire des Pyrénées. **Bulletin de la Société Géologique de France**, 3(24): 712-713.

HARTL, G.B., BURGER, H., WILLING, R. & SUCHENTRUNK, F. 1990. On the biochemical systematics of the Caprini and the Rupicaprini. **Biochemical Systematics and Ecology**, 18(2/3): 175-182.

HARTMANN-FRICK, H. 1959. Die Tierwelt des prähistorischen Siedlungsplatzes auf dem Eschner Lutzengüetle Fürstentum Liechtenstein (Neolithikum bis La Tène). **Jahrbuch des Historischen Vereins für das Fürstentum Liechtenstein**, 59: 5-223.

HATTING, T. 1983. Osteological investigations on *Ovis aries* L. **Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorik Forening**, 144: 115-135.

HEINTZ, E. 1970. Les Cervidés Villafranchiens de France et d'Espagne. **Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle (nouvelle série), série C: Sciences de la Terre**, 22 (2 vol.): 1-303, 1-206.

HELMER, D. 1992. **La Domestication des Animaux par les Hommes Préhistoriques.** Masson (Collection Préhistoire), 184 pp.

HELMER, D. & ROCHETEAU, M. 1994. Atlas du squelette appendiculaire des principaux genres holocènes de petits ruminants du nord de la Méditerranée et du Proche-Orient. **Fiches d'Ostéologie Animale pour l'Archéologie, série B: Mammifères, n° 4**. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, APDCA, Juan-les-Pins, 21 pp.

HILLSON, S. 1986. **Teeth**. Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology; 2), Cambridge, 376 pp.

HORNBERGER, M. 1970. Gesamtbeurteilung der Tierknochenfunde aus der Stadt auf dem Magdalensberg in Kärnten (1948-1966). **Kärnter Museumschriften**, 49: 1-144.

HRABE, V. & KOUBEK, P. 1982. Craniometric characteristics of the introduced population of chamois (*Rupicapra rupicapra*) in the Jeseníky mountains. **Folia Zoologica**, 31(3): 227-241.

HRABE, V. & KOUBEK, P. 1983. Horns of the chamois, *Rupicapra rupicapra rupicapra*, from the Jeseníky mountains (Czechoslovakia). **Folia Zoologica**, 32(1): 23-31.

HRABE, V. & KOUBEK, P. 1984. Craniometrical characteristics of *Rupicapra rupicapra tatrica* (Mammalia, Bovidae). **Folia Zoologica**, 33(1): 73-84.

HRABE, V. & KOUBEK, P. 1985. Notes on the taxonomy of the Tatra chamois (*Rupicapra rupicapra tatrica* Blahout). In: LOVARI, S. (ed.). **The Biology and Management of Mountain Ungulates**. Croom Helm, London, p.51-55.

HRABE, V., WEBER, P. & KOUBEK, P. 1986. The morphometrical characteristics and the dynamics of horn growth in *Rupicapra rupicapra carpatica* (Mammalia, Bovidae). **Folia Zoologica**, 35(1): 43-54.

JANOSSY, D. 1986. **Pleistocene vertebrate faunas of Hungary**. Elsevier, Amsterdam, 208 pp.

KLUMPP, G. 1967. Die Tierknochenfunde aus der mittelalterlichen Burgruine Niederrealta, Gemeinde Cazis / Graubünden. **Schriftenreihe des Rätischen Museums Chur**, 3: 1-174.

KNAUS, W. & SCHRÖDER, W. 1975. **Das Gamswild**. Paul Parey, Hamburg (2. Aufl.), 234 pp.

KOBY, F. 1964. Ostéologie de *Rupicapra pyrenaica* d'après les restes de la caverne de la Vache. **Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège**, 19: 15-31.

KÖHLER, M. 1993. Skeleton and habitat of recent and fossil Ruminants. **Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A: Geologie und Paleontologie**, 25: 1-88.

KOUBEK, P. & HRABE, V. 1983. Craniometrical characteristics of *Rupicapra rupicapra caucasica*. **Folia Zoologica**, 32(3): 213-233.

KOUBEK, P. & HRABE, V. 1984. Morphometrical characteristics and horn growth dynamics in *Rupicapra rupicapra tatrica* (Mammalia, Bovidae). **Folia Zoologica**, 33(4): 289-302.

KOUBEK, P., WEBER, P. & HRABE, V. 1985. Craniometrical characteristics of *Rupicapra rupicapra carpatica* (Mammalia, Bovidae). **Folia Zoologica**, 34(3): 227-234.

KRATOCHVIL, Z. 1969. Species criteria of the distal section of the tibia in *Ovis ammon f. aries* L. and *Capra aegagrus f. hircus* L. **Acta veterinaria (Brno)**, 38: 483-490.

KÜPPER, W. 1972. **Die Tierknochenfunde von der Burg Schiedberg bei Sagogn in Graubünden, II: die kleinen Wiederkäuer, die Wildtiere und das Geflügel**. Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 172 pp.

LEGGE, A.J. & ROWLEY-CONWY, P.A. 1988. **Star Carr revisited: a re-analysis of the large mammals**. Centre for Extra-Mural Studies, Borbeck College, London, 145 pp.

LEINDERS, J.J.M. 1979. On the osteology and function of the digits of some ruminants and their bearing on taxonomy. **Zeitschrift für Säugetierkunde**, 44(5): 305-318.

LEMPPENAU, U. 1964. **Geschlechts- und Gattungsunterschiede am Becken mitteleuropäischen Wiederkäuer**. Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 40 pp.

LEQUATRE, P. 1994. Etude paléontologique de la faune des grottes Jean-Pierre 1 et 2. *In*: BINTZ, P. (éd.). Les grottes Jean-Pierre 1 et 2 à Saint-Thibaud-de-Couz (Savoie). **Gallia Préhistoire**, 36: 239-257.

LESBRE, M.F.X. 1897. **Contribution à l'étude de l'ossification du squelette des Mammifères domestiques**. Société d'Agriculture, Lyon (thèse), 98 pp.

LESSERTISSEUR, J. & SABAN, R. 1967. Squelette appendiculaire. *In*: GRASSE, P.-P. (ed.). **Traité de Zoologie, XVI: Mammifères, I: Téguments et Squelette**. Masson, Paris, p.709-1078.

LISTER, A.M. 1996. The morphological distinction between bones and teeth of fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*). **International Journal of Osteoarchaeology**, 6: 119-143.

LOVARI, S. 1987. Evolutionary aspects of the biology of chamois, *Rupicapra* spp. (Bovidae, Caprinae). *In*: SOMA, H. (ed.). **The Biology and Management of Capricornis and Related Mountain Antelopes**. Croom Helm, London, p.51-61.

LOVARI, S. & SCALA, C. 1980. Revision of *Rupicapra* genus, I: a statistical re-evaluation of Couturier's data on the morphometry of six chamois sub-species. **Bollettino di Zoologia**, 47: 113-124.

LOVARI, S. & SCALA, C. 1984. Revision of *Rupicapra* genus, IV: horn biometrics of *Rupicapra rupicapra asiatica* and its relevance to the taxonomic position of *Rupicapra rupicapra caucasica*. **Zeitschrift für Säugetierkunde**, 49: 246-253.

MANCEAU, V., DESPRES, L., BOUVET, J. & TABERLET, P. 1999. Systematics of the genus *Capra* inferred from mitochondrial DNA sequence data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 13(3): 504-510.

MANCEAU, V., BOUVET, J. & TABERLET, P. 1997. Apports de la génétique moléculaire à la clarification de la systématique du genre *Capra* et à la définition d'unités de conservation chez le bouquetin ibérique. **Bulletin de la Société Zoologique de France**, 122 (4): 440-441.

MARKOV, G., MASSEI, G. & GENOV, P. 1998. Craniometric characteristics and morphometric analyses of the Bulgarian population of chamois. **Acta Zoologica Bulgarica**, 50(2/3): 79-86.

MASINI, F. 1985. Würmian and Holocene chamois of Italy. *In*: LOVARI, S. (ed.). **The biology and management of mountain ungulates**. Croom Helm, London, p.31-44.

MASINI, F. & LOVARI, S. 1988. Systematics, phylogenetic relationships, and dispersal of the chamois (*Rupicapra* spp.). **Quaternary Research**, 30: 339-349.

MASSEI, G.A., MARKOV, G.G. & GENOV, P.V. 1997. Morphometric characteristics and growth rate of chamois horns (*Rupicapra rupicapra* L.) in Bulgaria. **Acta Zoologica Bulgarica**, 49: 20-24.

MASSEI, G., RANDI, E. & GENOV, P. 1994. The dynamics of the horn growth in Bulgarian chamois *Rupicapra rupicapra balcanica*. **Acta Theriologica**, 39(2): 195-199.

MASSEI, G., RANDI, E., MARKOV, G. & GENOV, P. 1993. Multivariate analysis of craniometric characters in Bulgarian chamois. **Hystrix (n.s.)**, 5(1/2): 17-29.

MCCUAIG BALKWILL, D. & CUMBAA, S.L. 1992. A guide to the identification of postcranial bones of *Bos taurus* and *Bison bison*. **Syllogeus**, 71: 1-277.

MENIEL, P. 1984. Contribution à l'histoire de l'élevage en Picardie: du Néolithique à la fin de l'âge du Fer. **Revue Archéologique de Picardie**, numéro spécial: 1-54.

MENIEL, P. 1987. Les dépôts d'animaux du fossé chasséen de Boury-en-Vexin (Oise). **Revue Archéologique de Picardie**, 1/2: 3-26.

MENIEL, P. & ARBOGAST, R.-M. 1991. Un programme de mesure sur les Moutons Soay de Buster Farm et ses applications à l'archéozoologie. *In*: **Archéologie expérimentale, II: la terre: l'os et la pierre, la maison et les champs. Actes du colloque international "Expérimentation en archéologie: bilan et perspectives"** (Beaune, 6-9 avril 1988). Errance (Archéologie Aujourd'hui), Paris, p. 211-217.

MINELLI, A. 1993. **Biological Systematics: the State of the Art**. Chapman & Hall, London, 387 pp.

MITTELHAMMER, R. 1982. **Die Tierknochenfunde von der Burg Alt-Schellenberg, Fürstentum Liechtenstein**. Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 160 pp.

MONCHOT, H. 1998. Les petits Bovidés de la Caune de l'Arago (Tautavel, France): intérêt biostratigraphique, archéozoologique et taphonomique. *In*: MISKOVSKY, J.-C. (ed.). Faune et Archéologie. Actes du colloque international organisé par l'UMR 5590 du CNRS (Tautavel, 5-7 juin 1997). **Quaternaire**, 9(4): 369-377.

MONCHOT, H. 1999. Mixture analysis and mammalian sex ratio among middle Pleistocene mouflon of Arago cave, France. **Quaternary Research**, 52: 259-268.

MORAN, N.C. & O'CONNOR, T.P. 1994. Age attribution in domestic sheep by skeletal and dental maturation: a pilot study of available sources. **International Journal of Osteoarchaeology**, 4(4): 267-285.

MOSS, M.L. 1980. The design of bones. *In*: OWEN, R., GOODFELLOW, J. & BULLOUGH, P. (eds). **Scientific foundations of orthopaedics and traumatology**. Heinemann Medical Books, London, p.59-66.

MUSIL, R. 1963. Die Gamsen der Höhle Certova Dirá. **Acta Musei Moraviae (Brünn)**, 48: 105-112.

NIETHAMMER, G. 1957. Alte Gamsgeiss mit breiten Jahresringen. **Zeitschrift für Jagdwissenschaft**, 3(2): 87-88.

NIETHAMMER, G. 1971. Die Gamsen Neuseelands. **Zeitschrift für Säugetierkunde**, 36: 228-238.

NODDLE, B. 1974. Ages of epiphyseal closure in feral and domestic goats and ages of dental eruption. **Journal of Archaeological Science**, 1: 195-204.

NODDLE, B. 1978. Some minor skeletal differences in sheep. *In*: BROTHWELL, D., THOMAS, K.D. & CLUTTON-BROCK, J. (eds). 1978. **Research problems in Zooarchaeology**. Institute of Archaeology (Occasional Publication; 3), London, p.133-139.

Nomina Anatomica Veterinaria. 1983. Revised by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and authorized by the Twelfth General Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists (Mexico City, 1980). International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, Ithaca, New-York (3rd ed.), 209 pp.

PAILHAUGUE, N. 1998. Faune et saisons d'occupation de la salle Monique au Magdalénien pyrénéen, grotte de la Vache (Alliat, Ariège, France). *In*: MISKOVSKY, J.-C. (ed.). Faune et Archéologie. Actes du colloque international organisé par l'UMR 5590 du CNRS (Tautavel, 5-7 juin 1997). **Quaternaire**, 9(4): 385-400.

PANISSET, L. 1906. A propos d'un caractère ostéologique différentiel des animaux des espèces ovine et caprine. **Revue Générale de Médecine Vétérinaire**, 7: 69-70.

PATOU, M. 1984. **Contribution à l'étude des Mammifères des couches supérieures de la grotte du Lazaret (Nice, Alpes-Maritimes): méthodes et résultats paléontologiques et paéthonographiques.** Université Pierre & Marie Curie (thèse de doctorat), Paris, 436 pp.

PAYNE, S. 1969. A metrical distinction between sheep and goat metacarpals. *In: UCKO, P.J. & DIMBLEBY, G.W. (eds.). The Domestication and Exploitation of Plants and Animals. Proceedings of a meeting of the Research Seminar in Archaeology and Related Subjects (Institute of Archaeology, London University).* Duckworth, London, p.295-305.

PELLETIER, D., NATON, H.-G., ARGANT, J., CHAIX, L., THIEBAULT, S., BRESSY, C., COUSSERAN, S. & BRISOTTO, V. 2000. L'Abri n° 1 de l'Aulp du Seuil (Isère, Chartreuse, St-Bernard-du-Touvet): synthèse des résultats préliminaires et discussion sur les modalités d'exploitation territoriale au Mésolithique et au Néolithique ancien. **Géologie Alpine** (mém. h.s.), 31: 165-177.

PEREZ-BARBERIA, F.J. & FERNANDEZ-LOPEZ, J.M. 1996. Using cementum annuli to estimate Cantabrian chamois age. **Journal of Wildlife Management**, 60(1): 62-67.

PEREZ-BARBERIA, F.J. & GORDON, I.J. 1999. The relative roles of phylogeny, body size and feeding style on the activity of temperate ruminants: a reanalysis. **Oecologia**, 120: 193-197.

PEREZ-BARBERIA, F.J., ROBLES, L. & NORES, C. 1996. Horn growth pattern in Cantabrian chamois *Rupicapra pyrenaica parva*: influence of sex, location and phaenology. **Acta Theriologica**, 41(1): 83-92.

PFEFFER, P. 1967. Le Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon* Schreber, 1782): position systématique, écologie et éthologie comparées. **Mammalia**, 31(suppl.): 1-262.

PFLIEGER, R. 1978. Poids et mensurations crâniennes du chamois vosgien. **Chasse en Alsace et en Lorraine**, numéro spécial: 2-5.

PIETSCHMANN, W. 1977. **Zur Grösse des Rothirsches (*Cervus elaphus* L.) in vor- und frühgeschichtlicher Zeit.** Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 153 pp.

PIROUTET, M. 1927. Sur la persistance du Chamois au Néolithique dans la Chaîne du Jura. **Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société Géologique de France**, 4(27): 183-184.

POPLIN, F. 1979. Origine du Mouflon de Corse dans une nouvelle perspective paléontologique: par marronnage. **Annales de Génétique et Sélection Animale**, 11(2): 133-143.

PRAT, F. 1966. Les Capridés. *In*: LAVOCAT, R. (ed.). **Atlas de préhistoire, III: faunes et flores préhistoriques d'Europe occidentale**. Boubée, Paris, p.279-322.

PRUMMEL, W. & FRISCH, H.-J. 1986. A guide for the distinction of species, sex and body side in bones of sheep and goat. **Journal of Archaeological Science**, 13: 567-577.

PUCHER, E. & ENGL, K. 1997. **Studien zur Pfahlbauforschung in Österreich, Materialien I: die Pfahlbaustationen des Mondsees: Tierknochenfunde**. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse (Mitteilungen der Prähistorischen Kommission; 33), Wien, 150 pp.

RAJTOVA, V. 1974. Die postnatale Entwicklung des Extremitätenskeletts bei Schaf und Ziege. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, 3: 29-39.

RIDE, W.D.L., SABROSKY, C.W., BERNARDI, G. & MELVILLE, R.V. 1985. **International Code of Zoological Nomenclature (adopted by the XVth International Congress of Zoology)**. International Trust for Zoological Nomenclature, London & University of California, Berkeley, 338 pp.

RIEDEL, A. 1976. La fauna del villaggio preistorico di Ledro. Archeo-zoologia e paleo-economia. **Studi Trentini di Scienze Naturali, nuova serie**, 53(5B): 3-120.

ROWLEY-CONWY, P. 1996. Resti faunistici del Tardiglaciale e dell'olocene. *In*: GUERRESCHI, A. (ed.). **Il sito preistorico del riparo di Biarzo (Valle del Natisone, Friuli)**. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale (39), p.61-80.

ROWLEY-CONWY, P. 1998. Improved separation of Neolithic metapodials of sheep (*Ovis*) and goats (*Capra*) from Arene Candide Cave, Liguria, Italy. **Journal of Archaeological Science**, 25: 251-258.

RÜTIMEYER, L. 1861. **Die Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz: Untersuchungen über die Geschichte der wilden und der Haus-Säugethiere von Mittel-Europa**. Bahnmaier's Buchhandlung, Basel, 248 pp.

RYDER, M.L. 1983. **Sheep & Man**. Duckworth, London, 846 pp.

SÄGESSER, H. 1967. Über die Schädelproportionen einer Gemspopulation aus dem Augstmatthornggebiet (Kanton Bern, Schweiz). **Jahrbuch des Naturhistorischen Museum der Stadt Bern**, 1963-1965: 204-221.

SALZMANN, H.C. 1975. Die Geschichte der Gemen im schweizerischen Jura. **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, neue Folge**, 32: 15-35.

SALZMANN, C. 1977. Gewicht, Schädelgrösse und Gehörnwachstum von Gemen aus dem Jura und ein Vergleich mit anderen Populationen. **Zeitschrift für Jagdwissenschaft**, 23: 69-80.

SARRION MONTAÑANA, I. 1988. Notas sobre una morfología diferenciada en los restos oseos de *Capra pyrenaica* y *Capra hircus*. **Archivo de Prehistoria Levantina**, 18: 129-134.

SAUER-NEUBERT, A. 1968. **Tierknochenfunde aus der römischen Zivilsiedlung in Hüfingen (Ldkrs. Donaueschingen), II: Wild- und Haustierknochen mit Ausnahme der Rinder**. Ludwig-Maximilians-Universität (Dissertation), München, 134 pp.

SCALA, C. & LOVARI, S. 1984. Revision of *Rupicapra* genus, II: a skull and horn statistical comparison of *Rupicapra rupicapra ornata* and *Rupicapra rupicapra pyrenaica* chamois. **Bollettino di Zoologia**, 51: 285-294.

SCHMID, E. 1964. Die Tierknochen. *In*: BANDI, H.-G. (ed.). **Birsmatten-Basisgrotte: eine mittelsteinzeitliche Fundstelle im unteren Birstal**. Stämpfli, Bern, p.93-100.

SCHÜLKE, H. 1965. Die Tierknochenfunde von der Burg Neu-Schellenberg, Fürstentum Liechtenstein. **Jahrbuch des Historischen Vereins für das Fürstentum Liechtenstein**, 64: 177-262.

SCHLOSSER, M. 1923. Neue Funde von fossilen Wirbeltieren in Spanien. **Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie**: 657-662.

SCHRÖDER, W. 1971. Untersuchungen zur Ökologie des Gamswildes (*Rupicapra rupicapra* L.) in einem Vorkommen der Alpen, I et II. **Zeitschrift für Jagdwissenschaft**, 17(3): 113-168; 17(4): 197-235.

SCHRÖDER, W. & VON ELSNER-SCHACK, I. 1985. Correct age determination in chamois. *In*: LOVARI, S. (ed.). **The Biology and Management of Mountain Ungulates**. Croom Helm, London, p.65-76.

SCOTT, K.M. 1983. Prediction of body weight of fossil Artiodactyla. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 77: 199-215.

SCOTT, K.M. 1985. Allometric trends and locomotor adaptations in the Bovidae. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 179: 197-288.

SILVER, J.A. 1969. The ageing of domestic animals. *In*: BROTHWELL, D. & HIGGS, E. (eds.). **Science in Archaeology**, Thames & Hudson, London (2nd ed.), p.283-302.

SIMPSON, G.G. 1945. The principles of classification and a classification of Mammals. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 85: 1-350.

SLOTT-MOLLER, R. 1987. Contribution à l'étude du basipode et de l'os malléolaire de l'Antilope saïga et de quelques autres Ruminants. **Société d'Anthropologie du Sud-Ouest**, 22(2): 103-121.

SMITH, R.N. 1956. Fusion of the epiphyses of the limb bones of the sheep. **The Veterinary Record**: 257-258.

SPIEGEL, M.R. 1972. **Statistique**. Mc Graw-Hill (série Schaum) (2^e ed.), New York, 432 pp.

STAMPFLI, H.R. 1983. Die grossen Säugetiere und das Schneehuhn als mögliche Jagdfauna. *In*: STAMPFLI, H.R. (ed). **Risliisberghöhle, I: Archäologie und Ökologie einer Fundstelle aus dem Spätmagdalénien bei Oensingen im Solothurner Jura**. Paul Haupt, Bern, p.37-67.

STAMPFLI, H.R. & GERBER, V. 1971. Knochenfunde und Molluskenreste aus dem Abri Tschäpperfels im Lützelal. **Jahrbuch des Bernischen Historischen Museums in Bern**, 47/48 (1967/1968): 142-145.

STEHLIN, H.G. 1930. Die Säugetierreste. *In*: BECK, P., RYTZ, W., STEHLIN, H.G. & TSCHUMI, O. Der neolithische Pfahlbau Thun. **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**: 20-23.

STEHLIN, H.G. 1933. Paléontologie des couches paléolithiques. *In*: DUBOIS, A. & STEHLIN, H.G. (eds). La grotte de Cotencher, station moustérienne. **Mémoires de la Société Paléontologique Suisse**, 52/53: 33-178.

STUDER, J. 1991. La faune de l'âge du Bronze final du site d'Hauterive-Champréveyres (Neuchâtel, Suisse). Université de Genève (thèse de doctorat), Genève, 318 pp.

TAGLIACOZZO, A. & CASSOLI, P.F. 1994. La macrofaune de l'Abri Soman (Val d'Adige, Italie). **Preistoria Alpina**, 28/1(1992): 181-192.

TAVOSO, A., CREGUT-BONNOURE, E., GUERIN, C., PERNAUD-ORLIAC, J. & CAMMAS, R. 1990. La Grotte de la Niche à Montmaurin (Haute-Garonne, France): nouvelles données biostratigraphiques et approche taphonomique. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série II**, 310: 95-100.

THOMAS, R.N.W. 1988. A statistical evaluation of criteria used in sexing cattle metapodials. **Archaeozoologia**, 2(1/2): 83-92.

UERPMANN, H.-P. 1993. Proposal for a separate nomenclature of domestic animals. *In*: CLASON, A.T., PAYNE, S. & UERPMANN, H.-P. (eds). 1993. **Skeletons in her cupboard. Festschrift for Juliet Clutton-Brock**. Oxbow Books (Oxbow Monograph; 34), Oxford, p.239-241.

VALENSI, P. & ABBASSI, M. 1998. Reconstitution de paléoenvironnements quaternaires par l'utilisation de diverses méthodes sur une communauté de mammifères: application à la grotte du Lazaret. *In*: MISKOVSKY, J.-C. (ed.). Faune et Archéologie. Actes du colloque international organisé par l'UMR 5590 du CNRS (Tautavel, 5-7 juin 1997). **Quaternaire**, 9(4): 291-302.

VAUCHER, C.-A. 1988. **Contribution à l'étude éco-éthologique du Chamois (*Rupicapra rupicapra* L.) au Mont Salève (Haute-Savoie)**. Université de Nancy 1 (diplôme de recherches doctorales), Nancy, 501 pp.

VIGNE, J.-D. 1988. **Les Mammifères post-glaciaires de Corse: étude archéozoologique**. XXVI^e supplément à Gallia Préhistoire. Editions du CNRS, Paris, 337 pp.

VIGNE, J.D. 1995. Détermination ostéologique des principaux éléments du squelette appendiculaire d'*Arvicola*, d'*Eliomys*, de *Glis* et de *Rattus*. **Fiches d'Ostéologie Animale pour l'Archéologie, série B: Mammifères, n° 6**. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, APDCA, Juan-les-Pins, 12 pp.

VON DEN DRIESCH, A. 1976. **A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites**. Harvard University (Peabody Museum Bulletin of Archaeology and Ethnology; 1), Cambridge, Massachusetts, 136 pp.

WAGENKNECHT, E. 1984. **Alterbestimmung des erlegten Wildes**. J. Neumann, Neudamm, 148 pp.

WEINSTOCK, J. 2000. Osteometry as a source of refined demographic information: sex-ratios of reindeer, hunting strategies, and herd control in the Late Glacial site of Stellmoor, Northern Germany. **Journal of Archaeological Science**, 27: 1187-1195.

WILKENS, B. 1987. **Il passaggio dal Mesolitico al Neolitico attraverso lo studio delle faune di alcuni siti dell' Italia centro-meridionale**. Università degli studi di Pisa (Tesi di dottorato), Pisa, 350 pp.

WOLFF, P. 1975. **Die Jagd- und Haustierfauna der spätneolithischen Pfahlbauten des Mondsees**. Universität Wien (Dissertation), Wien.

WOLFF, P. 1977. Die Jagd- und Haustierfauna der spätneolithischen Pfahlbauten des Mondsees. **Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines (Sonderdruck)**, 122(1): 269-347.

WOLFF, P. 1979. Ein frühgeschichtliches Gemsenvorkommen im nördlichen Weinviertel. **Fundberichte aus Österreich**, 17: 211 - 214.

WÜRGLER, F.E. 1959. Die Knochenfunde aus dem spätrömischen Kastell Schaan. **Jahrbuch des Historischen Vereins für das Fürstentum Liechtenstein**, 58: 255-282.

ZEDER, M.A. 1999. Animal domestication in the Zagros: a review of past and current research. **Paléorient**, 25(2): 11-25.

ZEDER, M.A. 2001. A metrical analysis of a collection of modern goats (*C.hircus aegagrus* and *C.h.hircus*) from Iran and Iraq: implications for the study of caprine domestication. **Journal of Archaeological Science**, 28(1): 61-79.

ZEDER, M.A. & HESSE, B. 2000. The initial domestication of the goats (*Capra hircus*) in the Zagros Mountains 10.000 years ago. **Science**, 287: 2254-2257.

ZIETZSCHMANN, O. & KRÖLLING, O. 1955. **Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere**. Paul Parey (2^e ed.), Berlin.

ANNEXE: PHYLOGENIE DES CAPRINES

UNIVERSITE DE GENEVE – FACULTE DES SCIENCES

Examen doctoral écrit

Février 2001

PHYLOGENIE DES CAPRINAE

(Mammalia, Artiodactyla, Bovidae):

SYNTHESE DES DIFFERENTES ETUDES BASEES SUR L'ANALYSE

DES CARACTERES

MORPHOLOGIQUES ET MOLECULAIRES

par

Helena FERNANDEZ



TABLE DES MATIERES

1. Présentation des Caprinae	A1
1.1. Position systématique des Caprinae	A1
1.2. Genres et espèces de Caprinae	A1
1.3. Distribution géographique et habitat	A5
1.4. Classification des Caprinae en tribus (SIMPSON 1945)	A6
2. Phylogénie des Caprinae d'après l'analyse des caractères morphologiques et moléculaires	A9
2.1. Monophylie des Caprinae	A9
2.2. Parenté avec d'autres Bovidae	A10
2.3. Tribu Saigini	A10
2.4. Tribu Ovibovini	A11
2.5. Tribu Rupicaprini	A12
2.6. Tribu Caprini	A14
3. Discussion: confrontation des données récentes au modèle d'évolution des Caprinae proposé par GEIST (1971, 1984, 1985, 1987a, 1987b)	A16
4. Conclusions	A18
5. Bibliographie	A19

1. Présentation des Caprinae

1.1. Position systématique des Caprinae

Au sein de la famille des Bovidae, qui représente actuellement le plus important groupe de Mammifères Artiodactyles Ruminants, les Caprinae constituent l'une des sous-familles les plus diversifiées (JANIS & SCOTT 1987). La présence de cornes, chacune étant constituée d'une cheville osseuse recouverte d'une gaine de kératine permanente et non ramifiée (étui corné), constitue le seul trait morphologique autapomorphique définissant la famille des Bovidae (JANIS & SCOTT 1988; GENTRY & HOOKER 1988). Selon la classification traditionnelle de SIMPSON (1945), les Bovidae se répartissent dans cinq sous-familles (tableau 1; figure 1).

Famille Bovidae	
Sous-familles	Tribus
Bovinae	Strepsicerotini, Boselaphini, Bovini
Cephalophinae	Cephalophini
Hippotraginae	Reduncini, Hippotragini, Alcelaphini
Antilopinae	Neotragini, Antilopini
Caprinae	Saigini, Rupicaprini, Ovibovini, Caprini

Tableau 1. Classification des Bovidae selon SIMPSON (1945).

1.2. Genres et espèces de Caprinae

Chez les Caprinae, les cornes sont presque toujours portées par les deux sexes et contribuent, avec d'autres caractéristiques crâniennes et dentaires, à la définition du groupe. Selon la classification traditionnelle de SIMPSON (1945), la sous-famille des Caprinae comprend treize genres actuels répartis dans quatre tribus (tableau 2; figure 2). Le nombre d'espèces varie autour de 30, en fonction des classifications (SCHALLER 1977; GEIST 1984; GRUBB 1993; SHACKLETON & LOVARI 1997) (tableau 3).

Sous-famille Caprinae	
Tribus	Genres
Saigini	<i>Pantholops, Saiga</i>
Rupicaprini	<i>Naemorhedus, Capricornis, Oreamnos, Rupicapra</i>
Caprini	<i>Hemitragus, Capra, Pseudois, Ammotragus, Ovis</i>
Ovibovini	<i>Budorcas, Ovibos</i>

Tableau 2. Classification des Caprinae selon SIMPSON (1945).

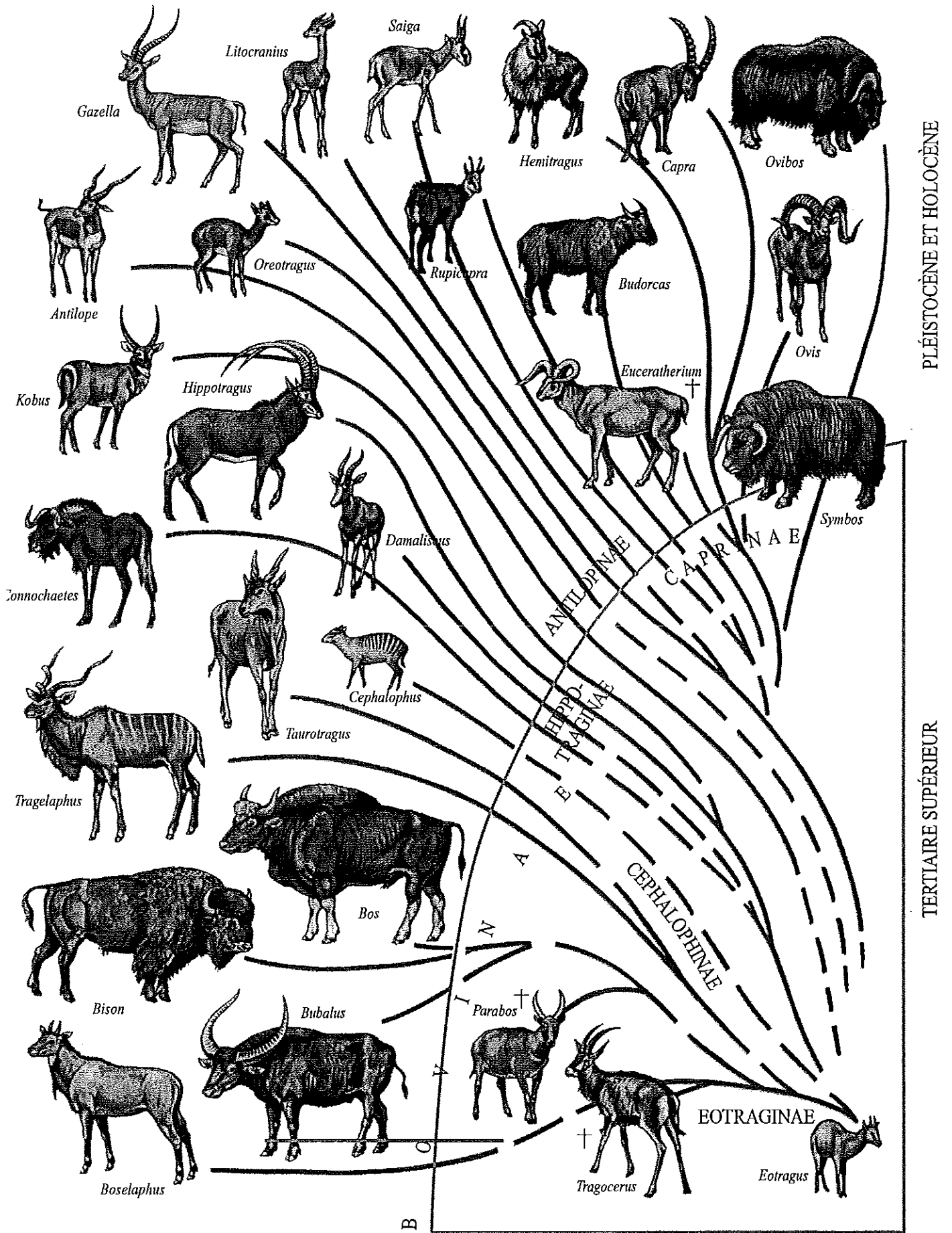


Figure 1. Phylogénie des Bovidae (d'après THENIUS in GRZIMEK & FONTAINE, 1972, modifié).

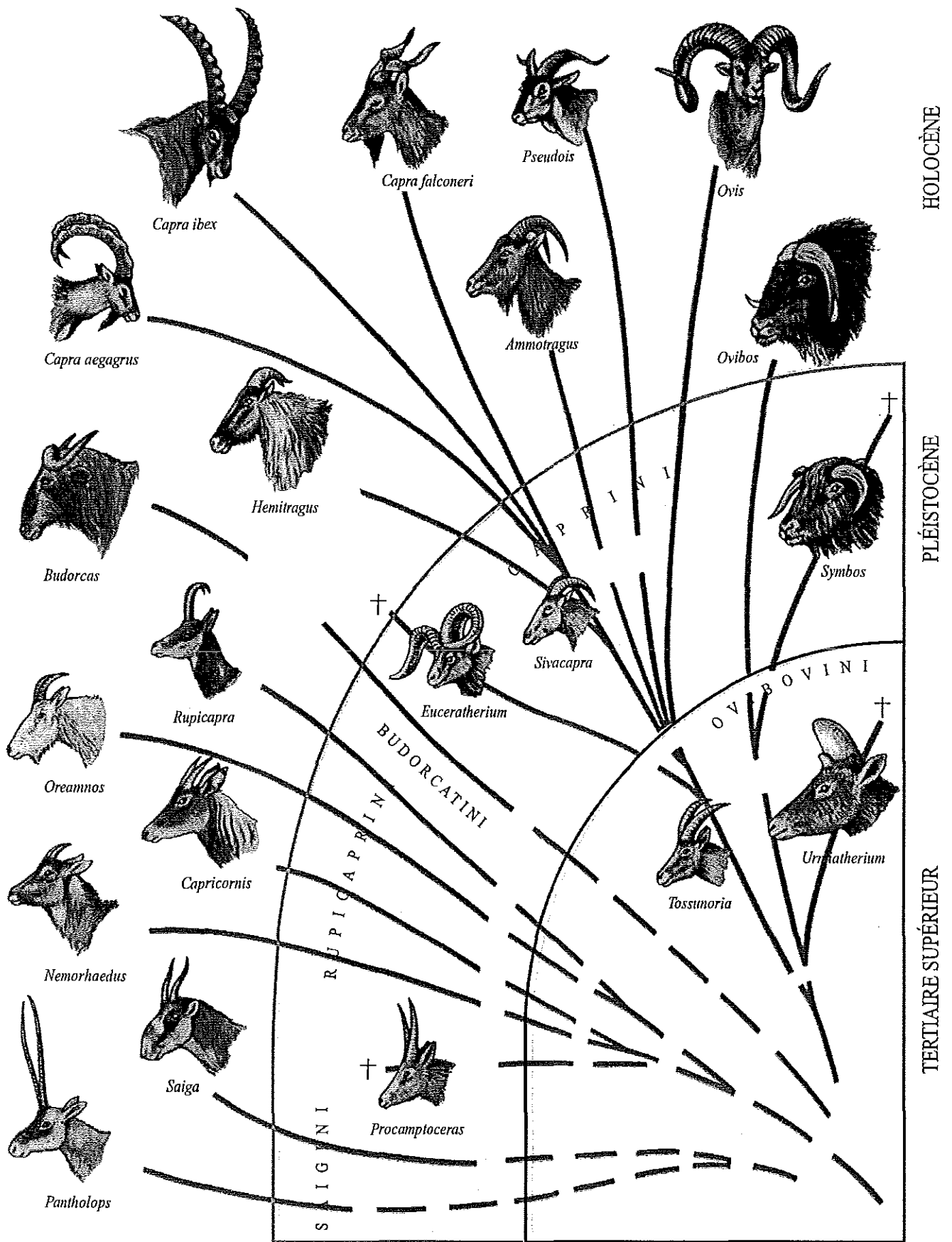


Figure 2. Phylogénie des Caprinae (d'après THENIUS in GRZIMEK & FONTAINE, 1972, modifié).

Saiga	<i>Saiga tatarica</i>	Saïga, Antilope saïga
Pantholops	<i>Pantholops hodgsoni</i>	Antilope du Tibet, Tchirou, Chiru
Ovibos	<i>Ovibos moschatus</i>	Boeuf musqué
Budorcas	<i>Budorcas taxicolor</i>	Takin
Capricornis	<i>Capricornis sumatraensis</i> <i>Capricornis crispus</i> <i>Capricornis swinhoei</i>	Serow de Sumatra Serow du Japon Serow de Taiwan
Naemorhedus	<i>Naemorhedus baileyi</i> <i>Naemorhedus caudatus</i> <i>Naemorhedus goral</i>	Goral rouge Goral à queue longue Goral de l'Himalaya
Oreamnos	<i>Oreamnos americanus</i>	Chèvre des Montagnes Rocheuses
Rupicapra	<i>Rupicapra rupicapra</i> <i>Rupicapra pyrenaica</i>	Chamois ("du nord") Chamois ("du sud")
Ammotragus	<i>Ammotragus lervia</i>	Mouflon à manchettes, Aoudad, Arrui
Capra	<i>Capra caucasica</i> ¹ <i>Capra cylindricornis</i> <i>Capra falconeri</i> <i>Capra aegagrus</i> <i>Capra pyrenaica</i> <i>Capra ibex</i> ¹ <i>Capra nubiana</i> ¹ <i>Capra sibirica</i> ¹ <i>Capra walie</i> ¹ <i>Capra hircus</i>	Tour du Caucase oriental Tour du Caucase occidental Markhor Chèvre sauvage, Egagre, Chèvre à bézoard Bouquetin des Pyrénées Bouquetin des Alpes Bouquetin de Nubie Bouquetin de Sibérie Bouquetin d'Abyssinie Chèvre domestique
Hemitragus	<i>Hemitragus hylocrius</i> <i>Hemitragus jayakari</i> <i>Hemitragus jemlahicus</i>	Tahr des Monts Nilgiri Tahr d'Arabie Tahr de l'Himalaya
Pseudois	<i>Pseudois nayaur</i> <i>Pseudois schaeferi</i>	Bharal Bharal nain
Ovis	<i>Ovis ammon</i> <i>Ovis orientalis</i> ² <i>Ovis canadensis</i> <i>Ovis dalli</i> <i>Ovis nivicola</i> <i>Ovis aries</i>	Argali, Mouflon de Marco Polo Mouflons et Uriaux Bighorn Mouflon de Dall Mouflon des neiges Mouton domestique

Tableau 3. Les différentes espèces de Caprinae (noms scientifiques d'après GRUBB 1993 et SHACKLETON & LOVARI 1997, modifié; noms vernaculaires d'après GRZIMEK & FONTAINE 1972 et GEIST 1990, modifié).

¹ plutôt que de considérer une espèce, *Capra ibex*, comportant plusieurs sous-espèces (*caucasica*, *ibex*, *nubiana*, *sibirica* et *walie*), le statut d'espèce accordé à chacun de ces taxa est davantage en accord avec les résultats des études les plus récentes (HARTL et al. 1990a; MANCEAU et al. 1997, 1999).

² inclut *musimon*, *ophion* et *vignei*.

1.3. Distribution géographique et habitat

Les Caprinae sauvages possèdent une vaste distribution naturelle qui s'étend, de l'Arctique à l'équateur, sur l'Eurasie, l'Amérique du Nord et l'Afrique du Nord (GEIST 1984; SHACKLETON 1997) (figure 3). C'est en Eurasie que l'on trouve la plus grande diversité puisque tous les genres sont présents sauf deux (*Oreamnos* et *Ammotragus*).

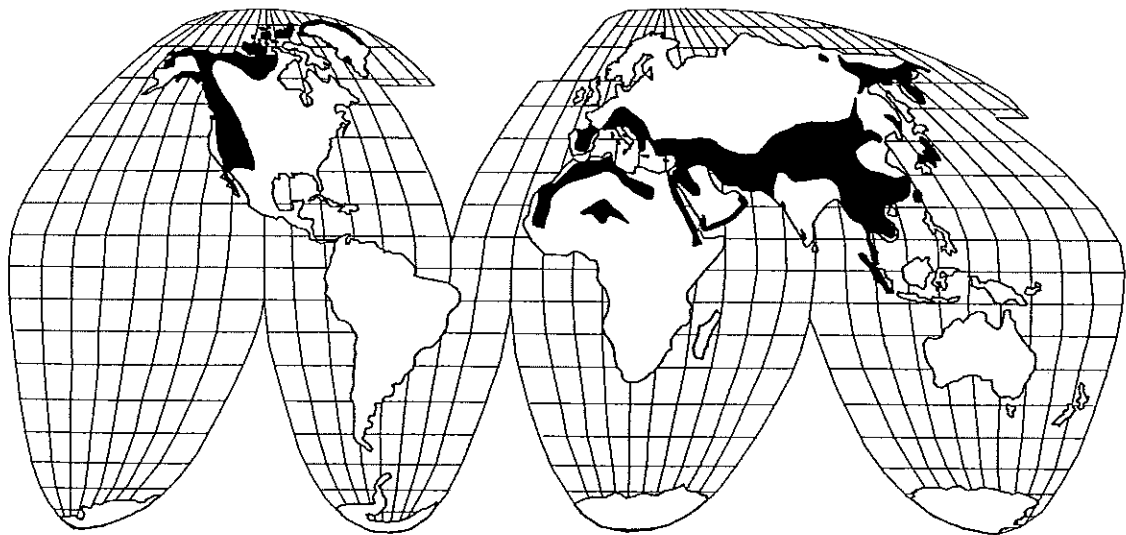


Figure 3. Distribution géographique actuelle des Caprinae sauvages (d'après SHACKLETON, 1997).

Les Caprinae occupent des habitats variés, allant des forêts tropicales (*Capricornis*) à la toundra alpine (*Capra ibex*) et arctique (*Ovibos*), en passant par les déserts (*Ammotragus*). La sous-famille comprend des Bovidés adaptés à des climats extrêmes et à des terrains difficiles; la plupart des espèces sont en effet associées à une topographie escarpée, généralement dans les régions montagneuses (GEIST 1984; SHACKLETON 1997).

1.4. Classification des Caprinae en tribus (SIMPSON 1945)

Bien que le nombre d'espèces soit relativement réduit, les membres de la sous-famille des Caprinae sont physiquement diversifiés; leur poids varie entre 30 kg (*Naemorhedus*) et plus de 350 kg (*Ovibos*) (SCHALLER 1977; SHACKLETON 1997). Les principaux critères morphologiques utilisés pour leur classification concernent les cornes (figure 4) et les différents types de glandes cutanées (LYDEKKER 1913; FRECHKOP 1955).

Saigini

La tribu Saigini comprend les genres monospécifiques *Saiga* (l'antilope Saiga) et *Pantholops* (le tchirou). On trouve la saiga dans les steppes froides, de l'Ukraine jusqu'en Chine, et le tchirou dans les hauts plateaux du Tibet (GEIST 1984; GRUBB 1993). Contrairement aux autres Caprinae, seuls les mâles possèdent des cornes; celles-ci sont dressées verticalement, de taille moyenne chez *Saiga* et très longues chez *Pantholops* (figure 4). Les deux espèces présentent des modifications de la région nasale, à savoir la présence de sacs gonflables situés de part et d'autre des narines chez *Pantholops*, et d'un nez charnu prolongé par une sorte de trompe chez *Saiga* (LYDEKKER 1914; GRZIMEK & FONTAINE 1972; SOKOLOV 1974).

Ovibovini

La tribu Ovibovini comporte elle aussi deux genres monospécifiques: *Ovibos* (le boeuf musqué) et *Budorcas* (le takin). Le boeuf musqué vit dans la toundra arctique³, en Alaska et au Groenland, alors que le takin habite les forêts alpines et subalpines de Chine et du nord-est de l'Inde (GEIST 1990; GRUBB 1993). Ces deux espèces représentent les deux plus grands Caprinés, au corps trapu et massif supporté par de courtes pattes vigoureuses. Leurs cornes sont relativement plus grandes que celles des Rupicaprini mais plus petites que celles des Caprini, fortement divergentes et enroulées vers l'arrière (GEIST 1984) (figure 4). Les femelles sont plus petites que les mâles (GEIST 1984; GRZIMEK 1988).

³ le boeuf musqué est l'un des rares Caprinae qui n'est pas associé à un écosystème montagnard (SHACKLETON 1997).

Rupicaprini

La tribu Rupicaprini comprend quatre genres: *Capricornis* (les serows) et *Naemorhedus* (les gorals) en Asie de l'Est et du Sud; *Rupicapra* (les chamois) en Europe et au Proche-Orient; *Oreamnos* (la chèvre des Rocheuses) en Amérique du Nord (GEIST 1984; GRUBB 1993). Les mâles et les femelles possèdent des cornes rapprochées, courtes et acérées, sans nodosités ni carène antérieure (FRECHKOP 1955; VIRET 1961; DOLAN 1963; GEIST 1984) (figure 4). Le dimorphisme sexuel est peu marqué tant au niveau des cornes que des dimensions corporelles (DOLAN 1963; SCHAFFER & REED 1972; GEIST 1984; TIKHONOV 1995).

Caprini

Au sein des Caprinae, les Caprini forment le groupe d'espèces le plus répandu (THENIUS & HOFER 1960). Cette tribu comprend les genres *Capra* et *Ovis*, parmi lesquels on trouve les ancêtres des chèvres et moutons domestiques, ainsi que trois genres supposés apparentés: *Ammotragus* (le mouflon à manchettes), *Pseudois* (le bharal) et *Hemitragus* (les tahrs). La plupart des membres de la tribu habitent les grandes chaînes montagneuses d'Eurasie; certaines espèces ont subséquemment colonisé les montagnes nord-africaines (mouflon à manchettes, bouquetins de Nubie et d'Abyssinie) et le continent américain (bighorn et mouflon de Dall) (GEIST 1984; GRUBB 1993; HASSANIN et al. 1998). Les Caprini sont caractérisés par un dimorphisme sexuel marqué; les mâles sont plus massifs et possèdent des cornes beaucoup plus développées que celles des femelles (SCHAFFER & REED 1972; GEIST 1984) (figure 4).

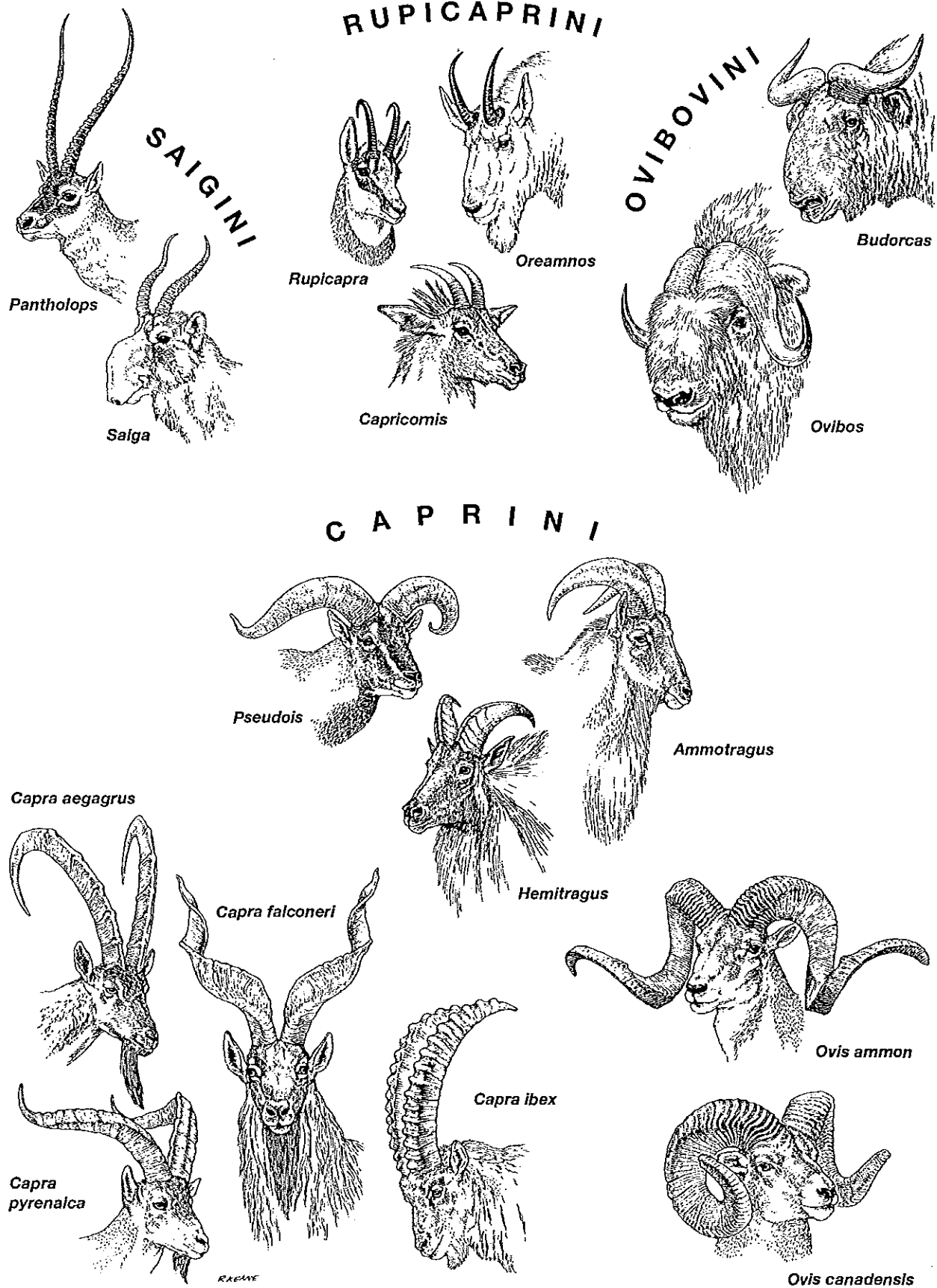


Figure 4. Les différents types de cornes chez les Caprinae (d'après SCHALLER 1977, modifié).

2. Phylogénie des Caprinae d'après l'analyse des caractères morphologiques et moléculaires

2.1. Monophylie des Caprinae

L'étude ostéologique de GENTRY (1992) inclut 27 espèces de Bovidés actuels représentant les différentes tribus (*sensu* SIMPSON). Les résultats des analyses cladistiques et phénétiques, basées sur une matrice de 112 caractères squelettiques crâniens (incluant les chevilles osseuses), dentaires et postcrâniens, attestent sans ambiguïté de la monophylie des Caprinae¹ à l'exclusion du genre *Saiga*.

Un examen attentif des caractères constituant la matrice de GENTRY (*ibid.*) met en évidence le fort taux d'homoplasie de presque toutes les synapomorphies définissant les Caprinae. "Compte tenu de l'importance des transformations homoplasiques dans l'histoire phylétique des Bovidés, il est inévitable que les caractères qui définissent maintenant les Caprinae soient quasiment tous des traits non exclusifs" (THOMAS 1994). L'homoplasie résulte de la réversion de certains caractères vers leur état primitif ou de leur évolution convergente chez différents taxons. La présence de cornes chez les femelles et le raccourcissement des métacarpiens sont des exemples de caractères convergents participant à la définition de la sous-famille des Caprinae. Cependant, les convergences apparaissent souvent entre taxons de Bovidae non apparentés, de telle sorte que la plupart de ces caractères homoplasiques sont malgré tout très pertinents au point de vue de l'information phylogénétique.

Deux importantes études, basées sur des caractères moléculaires et incluant des représentants de toutes les tribus de Bovidae, ont permis de tester de manière indépendante la monophylie des Caprinae. Ces analyses phylogénétiques basées sur des séquences d'ADN mitochondrial codant pour le cytochrome *b* (HASSANIN & DOUZERY 1999) ou les sous-unités 12S et 16S de l'ARN ribosomique (GATESY et al. 1997) soutiennent clairement la monophylie des Caprinae, à l'exclusion du genre *Saiga*. La position externe de *Saiga* ressort également de l'analyse des séquences du gène nucléaire de la *k*-caséine (CHIKUNI et al. 1995; CRONIN et al. 1996).

¹ du moins pour les taxons considérés, c'est-à-dire huit espèces de Caprinae comprenant deux représentants de chaque tribu (*Saiga tatarica*, *Pantholops hodgsoni*, *Ovibos moschatus*, *Budorcas taxicolor*, *Rupicapra rupicapra*, *Naemorhedus goral*, *Ovis orientalis* et *Capra aegagrus*).

2.2. Parenté avec d'autres Bovidae

Les relations phylogénétiques entre les différentes tribus de Bovidae sont loin d'être résolues dans les différentes analyses. Ce résultat est à mettre en relation avec une radiation rapide de la famille, datant du Miocène (env. 20 millions d'années) et à l'origine de l'extrême diversité de ses membres (ALLARD et al. 1992; GATESY et al. 1992, 1997; HASSANIN & DOUZERY 1999). Les Caprinae semblent toutefois pouvoir être rapprochés des "Antilopes africaines" représentées par les tribus Hippotragini et Alcelaphini (GENTRY 1992; GATESY et al. 1997; HASSANIN & DOUZERY 1999). Ces résultats remettent en question l'idée selon laquelle les Caprinae seraient plus étroitement apparentés aux Antilopinae (SIMPSON 1945; FRECHKOP 1955).

2.3. Tribu Saigini

La tribu Saigini, définie par SIMPSON (1945) et incluant les genres *Saiga* et *Pantholops*, a toujours fait l'objet de controverses. Plusieurs auteurs, dont SIMPSON lui-même, ont mis en doute le fait que ces deux genres forment un groupe naturel (LYDEKKER 1914; SIMPSON 1945; HALTENORTH 1963; WALTHER 1988). Les deux espèces présentant des caractères intermédiaires entre ceux des Caprinae et des Antilopinae, leur appartenance à la sous-famille des Caprinae est également discutée (SIMPSON 1945; WALTHER 1988; GATESY et al. 1997). Ainsi, *Saiga* et *Pantholops* ont été alternativement placés dans la sous-famille des Antilopinae (FRECHKOP 1955; SIMPSON (C.D.) 1984; GRUBB 1993; MACKENNA & BELL 1997) et dans celle des Caprinae (THENIUS & HOFER 1960; VIRET 1961; NOWAK 1991).

Le regroupement de *Saiga* et de *Pantholops* dans la tribu Saigini est contredit par les analyses des caractères ostéologiques (GENTRY 1992; THOMAS 1994) et moléculaires (GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998; HASSANIN & DOUZERY 1999), ce qui corrobore l'idée que la tribu a été érigée sur la base de caractères convergents (GATESY et al. 1997). D'après les études morphologiques et moléculaires, le genre *Saiga* est apparenté aux Antilopinae, auxquels il devrait être incorporé. Les mêmes données permettent de confirmer l'appartenance du genre *Pantholops* à la sous-famille des Caprinae (GENTRY 1992; GATESY et al. 1997; HASSANIN & DOUZERY 1999). Bien que les analyses morphologiques ne permettent pas d'élucider complètement la position de *Pantholops* au sein des Caprinae (GENTRY 1992; THOMAS 1994), plusieurs caractères soutiennent une position basale du genre. L'absence de certaines spécialisations, comme le raccourcissement des métapodes ou la présence de cornes chez les femelles, suggèrent que *Pantholops* représente, selon les termes de GENTRY (ibid.), "un survivant eurasiatique d'un stock caprin de base" (GENTRY 1992; GATESY et al. 1997). Cette position basale est partiellement confirmée par les études moléculaires: *Pantholops* est le groupe frère de tous les Caprinae dans les analyses du cytochrome *b* (HASSANIN et al. 1998) mais sa position n'est pas résolue dans celles de l'ADN ribosomique (GATESY et al. 1997).

2.4. Tribu Ovibovini

Monophylie

Des arguments d'ordre paléontologique, morphologique, écologique et cytogénétique soutiennent l'existence de la tribu Ovibovini *sensu* SIMPSON (THENIUS & HOFER 1960; VIRET 1961; GEIST 1987; PASITSCHNIAK-ARTS et al. 1994). Plusieurs auteurs ont cependant contesté les affinités des genres *Budorcas* et *Ovibos* sur des bases morphologiques et les ont séparés dans deux groupes distincts (LYDEKKER 1913; FRECHKOP 1955; HALTENORTH 1963; WALTHER 1988). GENTRY (1992) remarque que les deux genres diffèrent par de nombreux caractères², ce qui "suggère une longue histoire indépendante l'un de l'autre".

Les résultats des analyses cladistiques basées sur l'ostéologie suggèrent toutefois le maintien de la tribu Ovibovini au sein des Caprinae. Les genres *Ovibos* et *Budorcas* partagent plusieurs caractères crâniens et postcrâniens, comme la présence de chevilles osseuses fortement divergentes et insérées très en arrière des orbites (GENTRY 1992; THOMAS 1994). Par contre, les études moléculaires remettent en question la monophylie des Ovibovini car *Ovibos* et *Budorcas* ne forment un groupe monophylétique dans aucune des analyses du cytochrome *b* (GROVES & SHIELDS 1996, 1997; HASSANIN et al. 1998). Si l'on admet ces résultats, ils impliquent que les similarités morphologiques et éthologiques entre le takin et le boeuf musqué, qui sont à la base de leur regroupement dans une même tribu, résultent d'une évolution convergente plutôt que d'un héritage commun (GROVES & SHIELDS 1997).

Relations phylogénétiques avec les autres Caprinae

Les analyses moléculaires n'aboutissent pas à une résolution complète des relations phylogénétiques existant entre les différents genres de Caprinae. Plusieurs résultats suggèrent cependant une relation de proche parenté entre *Ovibos*, *Capricornis* et *Naemorhedus* (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998). Par ailleurs, les analyses du cytochrome *b* suggèrent le rapprochement des genres *Budorcas* et *Ovis* (GROVES & SHIELDS 1996; HASSANIN et al. 1998). Ainsi, d'après les résultats des études moléculaires, *Ovibos* serait apparenté aux Rupicaprini alors que *Budorcas* serait apparenté aux Caprini.

² concernant les chevilles osseuses, le crâne et les dents.

Ces résultats sont étonnants puisque, sur la base d'arguments morphologiques, *Ovibos* a parfois été rapproché des Caprini (GRZIMEK 1988) et *Budorcas* des Rupicaprini (LYDEKKER 1913; FRECHKOP 1955; GRZIMEK 1988), mais pas l'inverse. L'analyse des caractères ostéologiques de GENTRY (1992) permet cependant d'apporter un soutien au rapprochement entre *Ovibos* et *Naemorhedus* (et *Capricornis*) car ces genres présentent un certain nombre de spécialisations communes qui sont par ailleurs absentes chez *Budorcas*.

2.5. Tribu Rupicaprini

Monophylie

Si la plupart des auteurs s'accordent généralement sur la tribu Rupicaprini (THENIUS & HOFER 1960; VIRET 1961; DOLAN 1963; GEIST 1984), certains considèrent qu'il s'agit d'un assemblage polyphylétique (FRECHKOP 1955; MACKENNA & BELL 1997). Les membres de la tribu possèdent en commun certains caractères mais il s'agit en premier lieu de caractéristiques primitives telles que la présence de cornes rapprochées, courtes et acérées (GEIST 1987). En outre, les différents genres se distinguent les uns des autres tant par leur aspect physique que par la présence ou l'absence des divers types de glandes cutanées (SCHALLER 1977). La révision du groupe révèle une distribution mosaïque des caractères qui suggère que ses membres ont évolué indépendamment les uns des autres pendant une longue période de temps (DOLAN 1963).

Les analyses cladistiques basées sur les caractères ostéologiques ne soutiennent pas l'unité de la tribu puisque les genres *Naemorhedus*, *Capricornis* et *Rupicapra* ne forment un groupe monophylétique dans aucune des analyses (GENTRY 1992; THOMAS 1994). La monophylie des Rupicaprini est également remise en question par les analyses moléculaires basées sur les allozymes (HARTL et al. 1990a; RANDI et al. 1991) ainsi que sur les séquences d'ADN mitochondrial ribosomique (GATESY et al. 1997) et du cytochrome *b* (GROVES & SHIELDS 1996; HASSANIN et al. 1998). La définition de la tribu sur la base de caractéristiques primitives expliquerait son statut artificiel (MASINI & LOVARI 1988; GATESY et al. 1997).

Relations phylogénétiques

Naemorhedus* - *Capricornis

Au sein des Rupicaprini, les genres *Naemorhedus* et *Capricornis* se distinguent des genres *Rupicapra* et *Oreamnos* par la forme de leurs cornes et la présence de glandes préorbitales (DOLAN 1963). De nombreuses ressemblances morphologiques expliquent qu'ils aient été réunis par certains auteurs dans leur propre tribu, les Naemorhedini (HALTENORTH 1963; MCKENNA & BELL 1997), voire même dans un genre unique, *Naemorhedus* (GROVES & GRUBB 1985; GRUBB 1993).

Des analyses phénétiques et cladistiques ont été menées sur la base de 32 caractères éthologiques (socio-éthogramme) dans une étude incluant tous les Rupicaprini et Caprini (KURT & HARTL 1995). Les résultats de ces analyses attestent toujours de la proximité entre *Naemorhedus* et *Capricornis* par rapport aux autres genres qui sont plus éloignés. Cependant, les analyses basées sur les caractères ostéologiques ne permettent pas d'affirmer la monophylie des genres *Naemorhedus* et *Capricornis*, leurs relations phylogénétiques n'étant pas résolues (THOMAS 1994).

Les études moléculaires suggèrent une relation de proche parenté entre les deux genres mais ne permettent pas d'affirmer leur monophylie (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998). Concernant leurs relations avec les autres Caprinae, *Naemorhedus* et *Capricornis* sont associés à *Ovibos* dans les analyses moléculaires basées tant sur l'ADN ribosomique (GATESY et al. 1997) que sur le cytochrome *b* (HASSANIN et al. 1998; GROVES & SHIELDS 1996). Certains des résultats soutiennent plutôt l'existence d'un clade *Naemorhedus* - *Capricornis* (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997) alors que d'autres suggèrent que *Capricornis* serait plus proche de *Ovibos* que de *Naemorhedus* (HASSANIN et al. 1998) (figure 5).

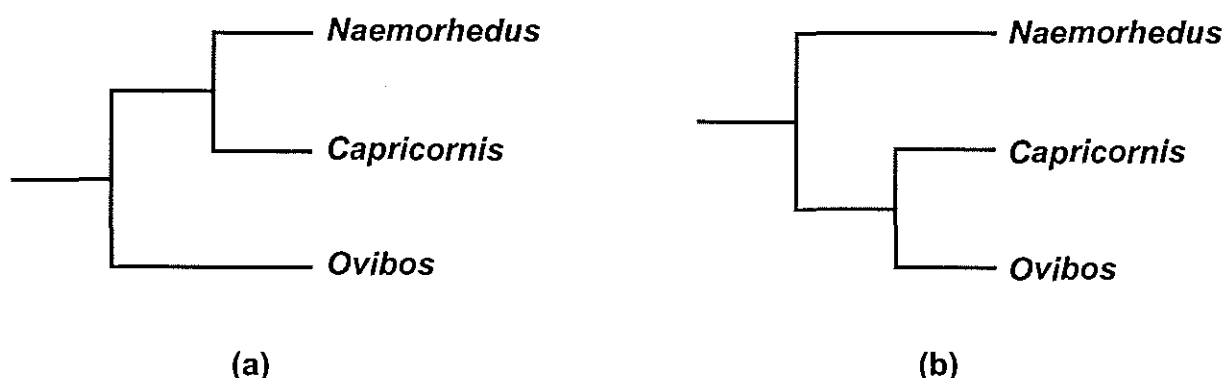


Figure 5. Relations phylogénétiques possibles entre *Naemorhedus*, *Capricornis* et *Ovibos*: (a) *Naemorhedus* et *Capricornis* sont plus proches entre eux qu'ils ne le sont du genre *Ovibos* ou (b) *Capricornis* et *Ovibos* forment un clade, *Naemorhedus* étant plus éloigné.

Oreamnos* - *Rupicapra

Les genres *Oreamnos* et *Rupicapra* se distinguent des genres *Naemorhedus* et *Capricornis* par la présence de glandes rétro-cornales (situées derrière les cornes) (DOLAN 1963). L'analyse des caractères éthologiques révèle également la proximité de ces deux genres par rapport aux autres Rupicaprini et Caprini (KURT & HARTL 1995). Cependant, la distance génétique entre *Oreamnos* et *Rupicapra*, calculée sur la base du polymorphisme des protéines, est semblable à celle qui les sépare de *Capra* (HARTL et al. 1990a). Les analyses basées sur les séquences du cytochrome *b* ne permettent pas non plus d'attester de l'existence d'un clade formé par *Oreamnos* et *Rupicapra* (HASSANIN et al. 1998).

La position phylogénétique du genre *Oreamnos* au sein des Caprinae varie en fonction des différentes études moléculaires et même des procédures d'analyse utilisées. Les analyses des séquences du cytochrome *b* suggèrent une relation de proche parenté du genre *Oreamnos* plutôt avec les genres *Capricornis*, *Naemohedus* et *Ovibos* (GROVES & SHIELDS 1996; HASSANIN et al. 1998) mais certaines topologies soutiennent l'association de *Oreamnos* avec *Ovis* (GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998). Les analyses du gène nucléaire de la *k-caséine* soutiennent le groupement de *Oreamnos* avec *Ovibos* plutôt qu'avec *Ovis* (CRONIN et al. 1996). Les analyses des séquences du cytochrome *b* n'ont pas non plus permis de résoudre la position phylogénétique de *Rupicapra* par rapport aux autres genres de Caprinae (HASSANIN et al. 1998).

2.6. Tribu Caprini

Monophylie

La tribu Caprini est généralement bien acceptée (VIRET 1961; HALTENORTH 1963; SCHALLER 1977; GEIST 1984). D'un point de vue ostéologique, les Caprini sont caractérisés par la combinaison de plusieurs synapomorphies concernant notamment le crâne et les cornes (GENTRY 1992; SCHAFFER & REED 1972). Cependant, l'étude ostéologique de GENTRY (ibid.) révèle que *Rupicapra* partage également un certain nombre de caractères dérivés avec les genres *Capra* et *Ovis*. En outre, d'après l'analyse des caractères éthologiques, les distances entre *Capra*, *Ovis* et *Rupicapra* sont similaires (KURT & HARTL 1995).

Les études portant sur le polymorphisme des protéines aboutissent également à la conclusion que les genres *Capra* et *Ovis* ne sont pas plus proches entre eux qu'ils ne le sont de *Rupicapra*. En effet, les distances génétiques calculées entre *Capra*, *Ovis* et *Rupicapra* sont soit très similaires (RANDI et al. 1991), soit la distance entre les genres *Ovis* et *Capra* est beaucoup plus grande qu'entre chacun d'entre eux et *Rupicapra* (HARTL et al. 1990b). Ces mêmes distances génétiques révèlent que les Rupicaprini (*Rupicapra* et *Oreamnos*) se trouvent en position intermédiaire entre *Ovis* et *Capra* (HARTL et al. 1990a). Tous ces résultats suggèrent que la séparation des différents genres respectivement dans les tribus Caprini et Rupicaprini n'est pas valide.

D'autres études moléculaires remettent également en question la monophylie des Caprini (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998). Ces résultats sont notamment dus à une plus grande divergence du genre *Ovis*, dont la position au sein des Caprinae varie en fonction des analyses: *Ovis* est associé à *Budorcas* dans les analyses du cytochrome *b* (GROVES & SHIELDS 1996; HASSANIN et al. 1998) mais à *Oreamnos* d'après les séquences d'ADN ribosomique (GATESY et al. 1997).

Relations phylogénétiques au sein des Caprini

Plusieurs études moléculaires révèlent donc la divergence existant entre *Ovis* et les autres genres de Caprini (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998; LUDWIG & FISCHER 1998). L'analyse des allozymes suggère également l'isolement du genre *Ovis* par une distance génétique plus importante (HARTL et al. 1990a, 1990b).

Sur la base de critères morphologiques, les genres *Hemitragus* et *Capra* sont généralement considérés comme étroitement apparentés (SCHALLER 1977; GENTRY 1992). Cette proximité est confirmée par les analyses phylogénétiques basées sur les caractères éthologiques (KURT & HARTL 1995). Dans les analyses moléculaires également, les deux genres forment un clade bien soutenu (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998).

D'un point de vue morphologique, les genres *Ammotragus* et *Pseudois* sont considérés comme des formes intermédiaires entre *Ovis* et *Capra* à différents égards³ (GEIST 1971; SCHALLER 1977; WANG & HOFFMANN 1987; CASSINELLO 1998; LUDWIG & FISCHER 1998). Les analyses de séquences d'ADN (GATESY et al. 1997; LUDWIG & FISCHER 1998; HASSANIN et al. 1998) et de données éthologiques (KURT & HARTL 1995) rattachent clairement le genre *Pseudois* à *Capra* plutôt qu'à *Ovis* (figure 6). *Ammotragus* est également plus proche de *Capra* d'après les analyses basées sur les allozymes (HARTL et al. 1990b) et les séquences d'ADN ribosomique (LUDWIG & FISCHER 1998), mais sa position phylogénétique reste incertaine d'après l'analyse du cytochrome *b* (HASSANIN et al. 1998).

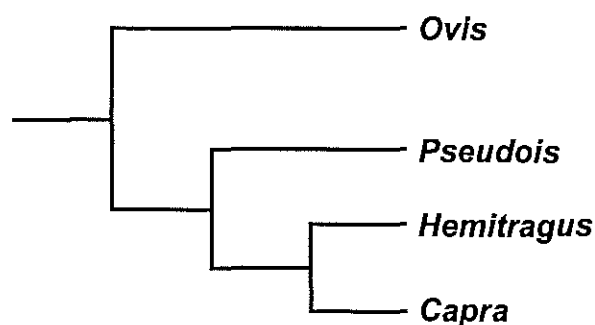


Figure 6. Relations phylogénétiques entre les genres *Ovis*, *Pseudois*, *Hemitragus* et *Capra*, corroborées par les analyses des caractères éthologiques (KURT & HARTL 1995) et moléculaires (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998; LUDWIG & FISCHER 1998).

³ développement des cornes, présence ou absence des différents types de glandes, d'une barbe.

La plus grande proximité des genres *Capra*, *Hemitragus*, *Pseudois* et *Ammotragus*, par rapport à *Ovis* qui est plus éloigné, est corroborée par des arguments concernant la reproduction. En captivité, il est en effet possible d'obtenir une descendance fertile par des croisements réalisés entre *Capra* et *Ammotragus*, *Pseudois* ou *Hemitragus*, alors que les tentatives d'hybridation avec *Ovis* ont échoué (VAN GELDER 1977). Toutefois, les genres *Pseudois* et *Ammotragus* ressemblent à *Ovis* par le nombre et l'aspect de leurs chromosomes (VAN GELDER 1977; LUDWIG & FISCHER 1998; CASSINELLO 1998); il faut alors faire l'hypothèse d'une évolution convergente.

3. Discussion: confrontation des données récentes au modèle d'évolution des Caprinae proposé par GEIST (1971, 1984, 1985, 1987a, 1987b)

Les Rupicaprini sont généralement considérés comme les Caprinés les plus primitifs (THENIUS 1972; GEIST 1971, 1984, 1985, 1987a, 1987b; SCHALLER 1977). Au sein du groupe, les serows et gorals (*Capricornis* et *Naemorhedus*) présentent des caractéristiques morphologiques et éco-éthologiques très primitives et représentent des formes plésiomorphes certainement proches des premiers représentants de la tribu (GEIST 1985; MASINI & LOVARI 1988). Le modèle évolutif proposé par GEIST (1971, 1984, 1985, 1987a, 1987b) sur la base d'arguments morphologiques, éco-éthologiques et zoogéographiques propose que les Rupicaprini représentent le groupe de Caprinés ancestral, à l'origine de deux radiations indépendantes (les Caprini et les Ovibovini) ayant évolué par dispersion depuis le centre d'origine tropical vers les régions tempérées et arctiques. A mesure que les Caprinae ont progressé dans des climats plus rudes, ils ont perdu les caractères du plan de base de leur groupe, leur taille augmentant et leur apparence se diversifiant (GEIST 1984).

Ce modèle implique que les genres *Ovis* et *Capra* sont étroitement apparentés et qu'ils sont plus distants des Rupicaprini. Or, certains résultats basés sur le polymorphisme des protéines (allozymes) indiquent des distances génétiques similaires entre les genres *Rupicapra*, *Capra* et *Ovis*; à moins d'admettre un taux d'évolution biochimique plus rapide chez *Capra* et *Ovis*, ces données impliquent que les trois genres ont évolué à partir d'un ancêtre commun à peu près contemporain (RANDI et al. 1991). En outre, les distances calculées à partir d'autres allozymes suggèrent que *Capra* et *Ovis* sont plus divergents l'un de l'autre qu'ils ne le sont de *Rupicapra* (HARTL et al. 1990b). Selon l'hypothèse proposée par les auteurs, *Rupicapra* serait le descendant d'une forme basale, génétiquement très variable, à partir de laquelle *Ovis* et *Capra* auraient évolué dans différentes directions. Ce scénario reste en accord avec l'idée que les Caprini sont une progression évolutive des Rupicaprini mais remet en question la validité des tribus Caprini et Rupicaprini.

Parmi les Caprini, le tahr (*Hemitragus*) est considéré par GEIST comme la forme la plus primitive, proche des Rupicaprini et faisant le lien entre ceux-ci et les autres genres de Caprini. Parmi ces derniers, c'est le mouflon à manchettes (*Ammotragus*) qui présente le plus de caractéristiques "rupicaprines" et serait à la base de l'évolution de *Capra* et *Ovis* (GEIST 1971). Les distances génétiques calculées à partir des allozymes corroborent le lien réalisé par *Hemitragus* et *Ammotragus* entre les Rupicaprini et les Caprini⁴. Cependant, les deux genres ne font pas le lien entre *Ovis* et *Capra* dans la succession suggérée par GEIST (1971, 1985, 1987a). Ce sont en effet les Rupicaprini (*Rupicapra* et *Oreamnos*) qui se trouvent en position intermédiaire entre *Ovis* et *Capra* et sont connectés à *Capra* par *Hemitragus* et *Ammotragus* (HARTL et al. 1990a) (figure 7).

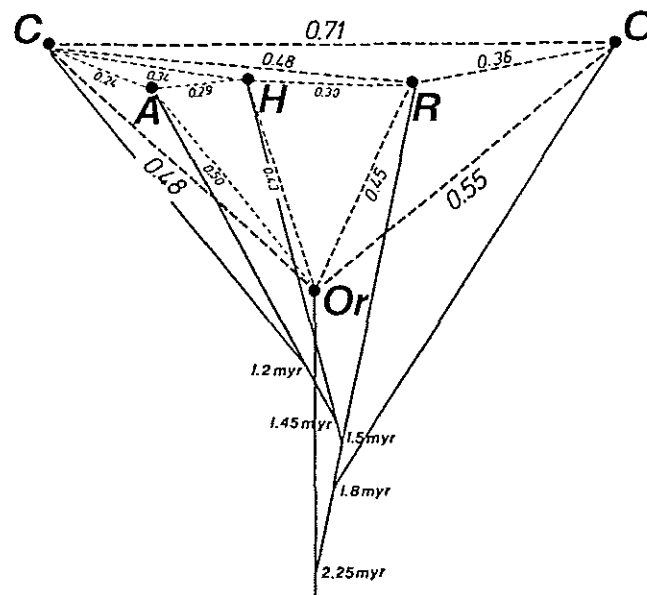


Figure 7. Distances génétiques (tirets) entre plusieurs genres de Caprini et Rupicaprini, calculées d'après le polymorphisme des protéines (A=*Ammotragus*, C=*Capra*, H=*Hemitragus*, O=*Ovis*, Or=*Oreamnos*, R=*Rupicapra*, myr=million years) (d'après HARTL et al. 1990a).

Les analyses phylogénétiques basées sur les séquences du cytochrome *b* et de l'ADN ribosomique soutiennent l'existence d'un clade formé par les genres *Hemitragus* et *Capra* (GROVES & SHIELDS 1996; GATESY et al. 1997; HASSANIN et al. 1998). Ces résultats remettent en question la position primitive - intermédiaire entre les Rupicaprini et les Caprini - de *Hemitragus* telle que suggérée par GEIST (ibid.) ainsi que par les distances génétiques calculées à partir des allozymes (HARTL et al. 1990a).

⁴ *Hemitragus* étant plus proche des premiers et *Ammotragus* des seconds.

4. Conclusions

D'après les résultats des analyses phylogénétiques des caractères ostéologiques et moléculaires, le genre *Saiga* devrait être exclu de la sous-famille des Caprinae et placé dans celle des Antilopinae (GENTRY 1992; THOMAS 1994; GATESY et al. 1997; HASSANIN & DOUZERY 1999). Ces études ont également bien établi la monophylie des autres genres au sein de la sous-famille des Caprinae, dans laquelle *Pantholops* occupe probablement une position basale.

Les études moléculaires les plus complètes, basées sur les analyses des allozymes (HARTL et al. 1990a, 1990b; RANDI et al. 1991) ainsi que des séquences des gènes codant pour le cytochrome *b* (CHIKUNI et al. 1995; GROVES & SHIELDS 1996, 1997; HASSANIN et al. 1998) et les ARN 12S et 16S (GATESY et al. 1997) ont toutes remis en question la monophylie des tribus Ovibovini, Rupicaprini et Caprini, ce qui suggère des relations phylogénétiques différentes de celles traditionnellement acceptées.

Les relations de parenté entre les différents genres et espèces de Caprinae ne sont pas résolues. L'étendue du parallélisme dans l'histoire des Bovidae (GENTRY 1992; THOMAS 1994) ainsi que la radiation rapide des Caprinae (GROVES & SHIELDS 1996; HASSANIN et al. 1998) ont probablement entraîné suffisamment d'homoplasie pour réduire le pouvoir de résolution des divers types d'analyses. Des taux d'évolution variables entre les différents taxons, et par conséquent des longueurs de branches inégales, seraient également responsables du manque de résolution des études moléculaires (GROVES & SHIELDS 1996).

5. Bibliographie

ALLARD, M.W., MIYAMOTO, M.M., JARECKI, L., KRAUS, F. & TENNANT, M.R. 1992. DNA systematics and evolution of the artiodactyl family Bovidae. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, 89: 3972-3976.

CASSINELLO, J. 1998. *Ammotragus lervia* : a review on systematics, biology, ecology and distribution. **Annales Zoologici Fennici**, 35: 149-162.

CHIKUNI, K., MORI, Y., TABATA, T., SAITO, M., MONMA, M. & KOSUGIYAMA, M. 1995. Molecular phylogeny based on the *k*-casein and cytochrome *b* sequences in the mammalian suborder Ruminantia. **Journal of Molecular Evolution**, 41: 859-866.

CRONIN, M.A., STUART, R., PIERSON, B.J. & PATTON, J.C. 1996. *k*-casein gene phylogeny of higher ruminants (Pecora, Artiodactyla). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 6(2): 295-311.

DOLAN, J.M. 1963. Beitrag zur systematischen Gliederung des Tribus Rupicaprini Simpson, 1945. **Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, 1: 311-407.

FRECHKOP, S. 1955. Sous-Ordre des Ruminants ou Sélénodontes. *In*: GRASSE, P.-P. (ed.). **Traité de Zoologie, XVII: Mammifères, I: les Ordres: Anatomie, Ethologie et Systématique**. Masson, Paris, p.568-667.

GATESY, J., YELON, D., DESALLE, R., VRBA, E.S. 1992. Phylogeny of the Bovidae (Artiodactyla, Mammalia), based on mitochondrial ribosomal DNA sequences. **Molecular Biology and Evolution**, 9(3): 433-446.

GATESY, J., AMATO, G., VRBA, E., SCHALLER, G. & DESALLE, R. 1997. A cladistic analysis of mitochondrial ribosomal DNA from the Bovidae. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 7(3): 303-319.

GEIST, V. 1971. **Mountain Sheep: a Study in Behavior and Evolution**. The University of Chicago Press, Chicago, 383 pp.

GEIST, V. 1984. Goat antelopes. *In*: MACDONALD, D. (ed.). **The Encyclopaedia of Mammals, II: Herbivores, Insectivores, Bats, Marsupials**. George Allen & Unwin, London, p.584-589.

GEIST, V. 1985. On evolutionary patterns in the Caprinae with comments on the punctuated mode of evolution, gradualism and a general model of mammalian evolution. *In*: LOVARI, S. (ed.). **The Biology and Management of Mountain Ungulates**. Croom Helm, London, p.15-30.

- GEIST, V. 1987a. On speciation in Ice Age mammals, with special reference to cervids and caprids. **Canadian Journal of Zoology**, 65: 1067-1084.
- GEIST, V. 1987b. On the evolution of the Caprinae. *In*: SOMA, H. (ed.): **The Biology and Management of *Capricornis* and Related Mountain Antelopes**. Croom Helm, London, p.3-40.
- GEIST, V. 1990. Les Caprinés. *In*: MACDONALD, D. (ed.). **Encyclopédie Solar des Animaux: les Ongulés et les Lapins**. Editions Solar, Paris, p.128-131.
- GENTRY, A.W. & HOOKER, J.J. 1988. The phylogeny of the Artiodactyla. *In*: BENTON, M.J. (ed.). **The Phylogeny and Classification of the Tetrapods, II: Mammals**. Clarendon Press, Oxford, p.235-272.
- GENTRY, A.W. 1992. The subfamilies and tribes of the family Bovidae. **Mammal Review**, 22(1): 1-32.
- GROVES, C.P. & GRUBB, P. 1985. Reclassification of the serows and gorals (*Nemorhaedus*: Bovidae). *In*: LOVARI, S. (ed.). **The Biology and Management of Mountain Ungulates**. Croom Helm, London, p.45-50.
- GROVES, P. & SHIELDS, G.F. 1996. Phylogenetics of the Caprinae based on cytochrome *b* sequence. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 5(3): 467-476.
- GROVES, P. & SHIELDS, G.F. 1997. Cytochrome *b* sequences suggest convergent evolution of the Asian takin and Arctic muskox. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 8(3): 363-374.
- GRUBB, P. 1993. Family Bovidae. *In*: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (eds). **Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference**. Smithsonian Institution Press, Washington (2nd edition), p.393-414.
- GRZIMEK, B. & FONTAINE, M. (eds). 1972. **Le Monde Animal en 13 Volumes: encyclopédie de la vie des bêtes, XIII: mammifères, IV**. Stauffacher, Zürich, 506 pp.
- GRZIMEK, B. (ed.). 1988. **Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere, V: Paarhufer, Haussäugetiere, Säugetiere im Zoo**. Kindler Verlag, München, 648 pp.
- HALTENORTH, Th. 1963. Klassifikation der Säugetiere: Artiodactyla I. **Handbuch der Zoologie**, 8(32): 1-167.

HARTL, G.B., BURGER, H., WILLING, R. & SUCHENTRUNK, F. 1990a. On the biochemical systematics of the Caprini and the Rupicaprini. **Biochemical Systematics and Ecology**, 18(2/3): 175-182.

HARTL, G.B., WILLING, R. & SUCHENTRUNK, F. 1990b. On the biochemical systematics of selected mammalian taxa: empirical comparison of qualitative and quantitative approaches in the evaluation of protein electrophoretic data. **Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, 28: 191-216.

HASSANIN, A., PASQUET, E. & VIGNE, J.-D. 1998. Molecular systematics of the subfamily Caprinae (Artiodactyla, Bovidae) as determined from cytochrome *b* sequences. **Journal of Mammalian Evolution**, 5(3): 217-236.

HASSANIN, A. & DOUZERY, E.J.P. 1999. The tribal radiation of the family Bovidae (Artiodactyla) and the evolution of the mitochondrial cytochrome *b* gene. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 13(2): 227-243.

JANIS, C.M. & SCOTT, K.M. 1987. The interrelationships of higher ruminant families with special emphasis on the members of the Cervoidea. **American Museum Novitates**, 2893: 1-85.

JANIS, C.M. & SCOTT, K.M. 1988. The phylogeny of the Ruminantia (Artiodactyla, Mammalia). *In*: BENTON, M.J. (ed.). 1988. **The Phylogeny and Classification of the Tetrapods, II: Mammals**. Clarendon Press, Oxford, p.273-282.

KURT, F. & HARTL, G.B. 1995. Socio-ethogram of adult males versus biochemical-genetic variation in assessing phylogenetic relationships of the Caprinae. **Acta Theriologica**, suppl.3: 183-197.

LUDWIG, A. & FISCHER, S. 1998. New aspects of an old discussion: phylogenetic relationships of *Ammotragus* and *Pseudois* within the subfamily Caprinae based on comparison of the 12S rDNA sequences. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, 36: 173-178.

LYDEKKER, R. 1913. **Catalogue of the Ungulate Mammals in the British Museum (Natural History), I: Artiodactyla, family Bovidae, subfamilies Bovinae to Ovibovinae**. British Museum, London, 249 pp.

LYDEKKER, R. 1914. **Catalogue of the Ungulate Mammals in the British Museum (Natural History), III: Artiodactyla, families Bovidae (subfamilies Aepycerotinae to Tragelaphinae), Antilocapridae and Giraffidae**. British Museum, London, 283 pp.

MACKENNA, M.C. & BELL, S.K. 1997. **Classification of Mammals above the Species Level**. Columbia University Press, New York, 631 pp.

MANCEAU, V., BOUVET, J. & TABERLET, P. 1997. Apports de la génétique moléculaire à la clarification de la systématique du genre *Capra* et à la définition d'unités de conservation chez le Bouquetin ibérique. **Bulletin de la Société Zoologique de France**, 122 (4): 440-441.

MANCEAU, V., DESPRES, L., BOUVET, J. & TABERLET, P. 1999. Systematics of the genus *Capra* inferred from mitochondrial DNA sequence data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 13(3): 504-510.

MASINI, F. & LOVARI, S. 1988. Systematics, phylogenetic relationships, and dispersal of the chamois (*Rupicapra* spp.). **Quaternary Research**, 30: 339-349.

NOWAK, R.M. 1991. **Walker's Mammals of the World, II**. John Hopkins University Press, Baltimore (5th edition), 1629 pp.

PASITSCHNIAK-ARTS, M., FLOOD, P.F., SCHMUTZ, M. & SEIDEL, B. 1994. A comparison of G-band patterns of the muskox and takin and their evolutionary relationship to sheep. **Journal of Heredity**, 85: 143-147.

RANDI, E., FUSCO, G., LORENZINI, R., TOSO, S. & TOSI, G. 1991. Allozyme divergence and phylogenetic relationships among *Capra*, *Ovis* and *Rupicapra* (Artiodactyla, Bovidae). **Heredity**, 67: 281-286.

SCHAFFER, W.M. & REED, C.A. 1972. The co-evolution of social behavior and cranial morphology in sheep and goats (Bovidae, Caprini). **Fieldiana (Zoology)**, 61(1): 1-88.

SCHALLER, G.B. 1977. **Mountain Monarchs: wild Sheep and Goats of the Himalaya**. The University of Chicago Press, Chicago, 425 pp.

SHACKLETON, D.M. (ed.). 1997. **Wild Sheep and Goats and their Relatives: Status Survey and Conservation Action Plan for Caprinae**. IUCN / SSC Caprinae Specialist Group, Gland, Switzerland, 390 pp.

SHACKLETON, D.M. & LOVARI, S. 1997. Classification adopted for the Caprinae survey. *In*: SHACKLETON, D.M. (ed.). **Wild Sheep and Goats and their Relatives: Status Survey and Conservation Action Plan for Caprinae**. IUCN / SSC Caprinae Specialist Group, Gland, Switzerland, p.9-14.

SIMPSON, C.D. 1984. Artiodactyls. *In*: ANDERSON, S. & KNOX JONES, J. (eds). **Orders and Families of recent Mammals of the World**. John Wiley, New-York, p.563-587.

SIMPSON, G.G. 1945. The principles of classification and a classification of Mammals. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 85: 1-350.

SOKOLOV, V.E. 1974. *Saiga tatarica*. **Mammalian Species**, 38: 1-4.

THENIUS, E. & HOFER, H. 1960. **Stammgeschichte der Säugetiere**. Springer Verlag, Berlin, 322 pp.

THOMAS, H. 1994. Anatomie crânienne et relations phylogénétiques du nouveau Bovidé (*Pseudoryx nghetinhensis*) découvert dans la cordillère annamitique au Vietnam. **Mammalia**, 58(3): 453-481.

TIKHONOV, A.N. 1995. Sexual dimorphism of Bovids from the tribe Rupicaprini (Artiodactyla, Bovidae). **Trudy Zoologicheskogo Instituta**, 263: 214-226.(En russe, résumé en anglais).

VAN GELDER, R.G. 1977. Mammalian hybrids and generic limits. **American Museum Novitates**, 2635: 1-25.

VIRET, J. 1961. Super-famille Bovoidea. *In*: PIVETEAU, J. (ed.). **Traité de Paléontologie, VI: Mammifères, I: Origine reptilienne, Evolution**. Masson, Paris, p.1038-1074.

WALTHER, F.R. 1988. Saiginae. *In*: GRZIMEK, B. (ed.). **Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere, V: Paarhufer, Haussäugetiere, Säugetiere im Zoo**. Kindler Verlag, München, p.485-494.

WANG, X. & HOFFMANN, R.S. 1987. *Pseudois nayaur* and *Pseudois schaeferi*. **Mammalian Species**, 278: 1-6.



FIGURES

1 - 140

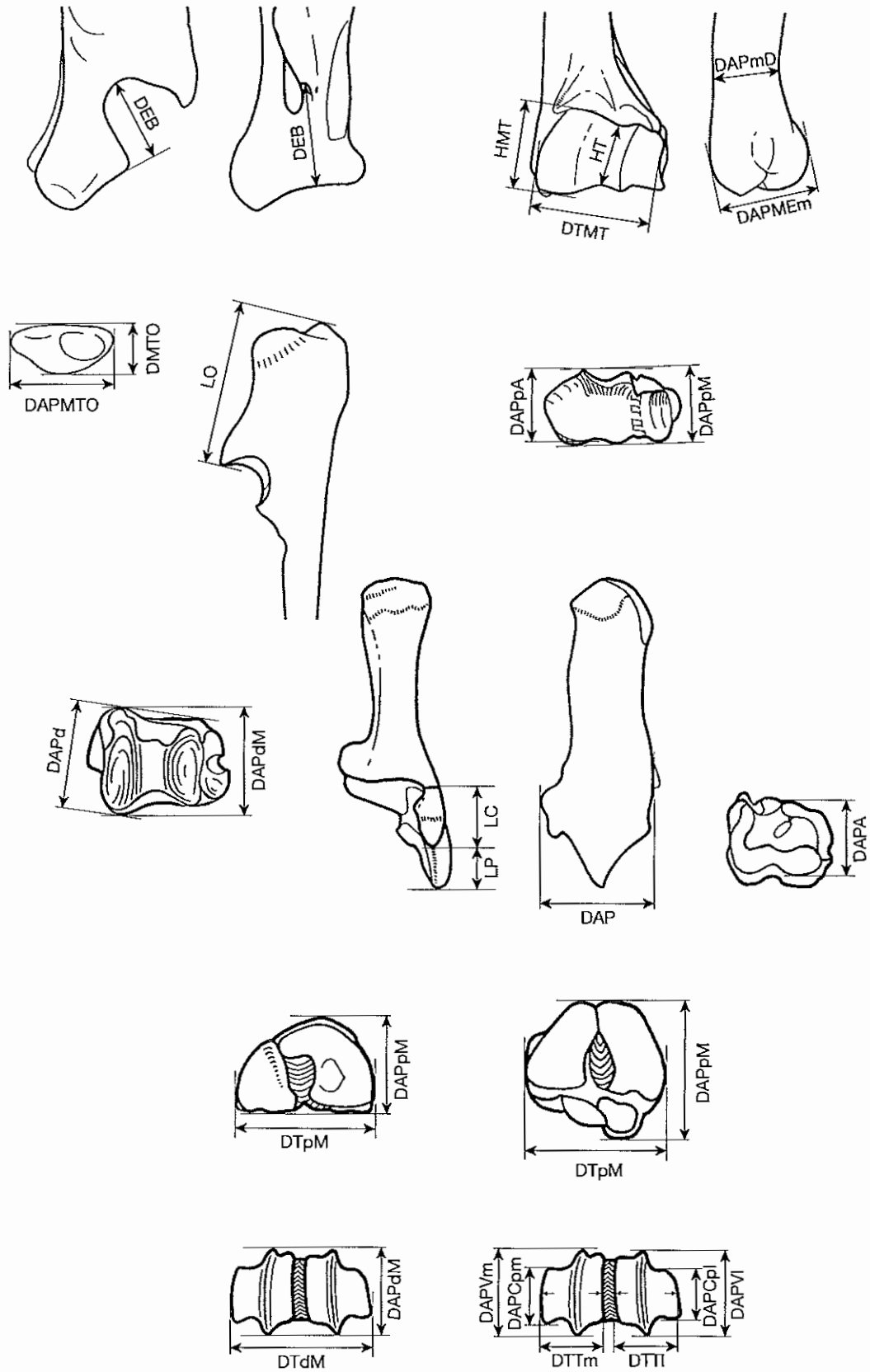


Figure 1. Mesures non décrites, ou incomplètement, par VON DEN DRIESCH (1976).

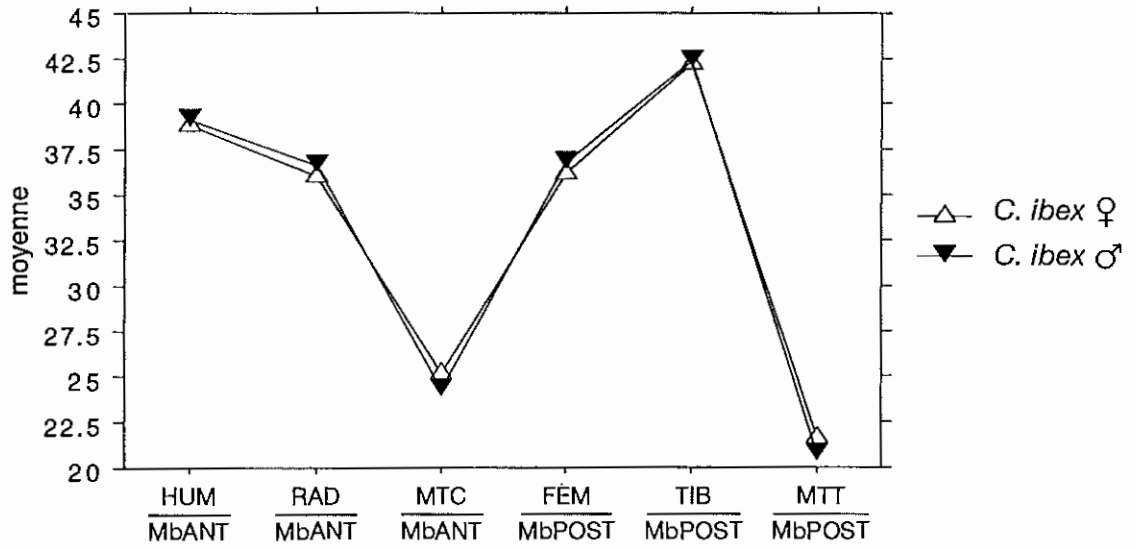


Figure 2. Moyennes des longueurs relatives des différents segments: mâles et femelles de bouquetin.

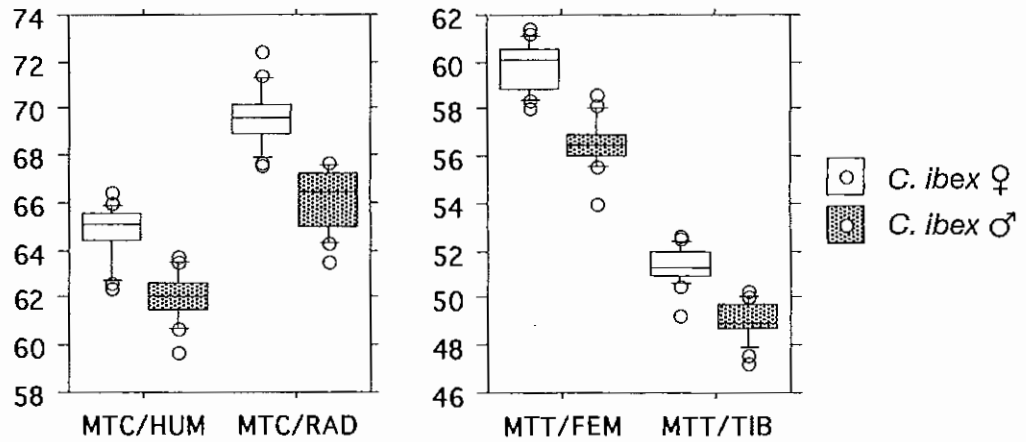


Figure 3. Rapports de longueur métapode/stylopede et métapode/zygopode: mâles et femelles de bouquetin.

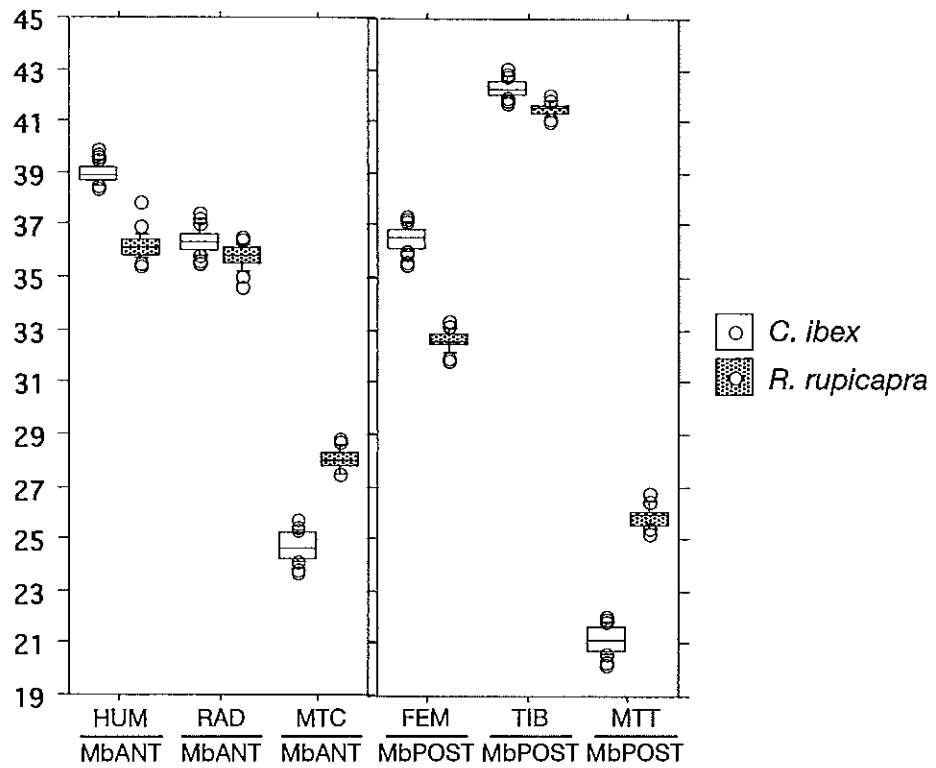


Figure 4. Longueurs relatives des différents segments: chamois et bouquetin.

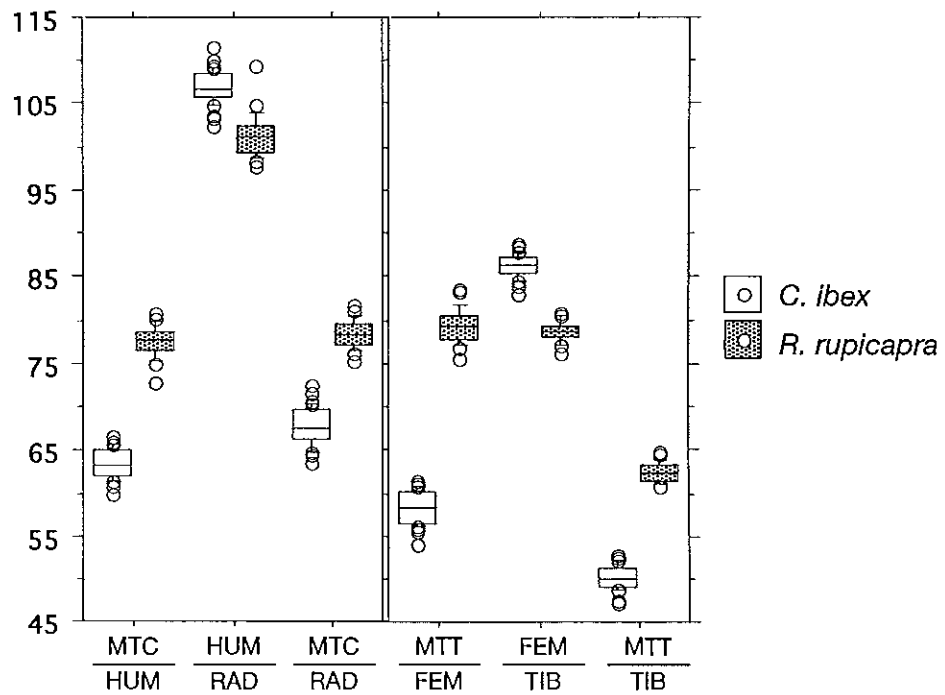


Figure 5. Rapports de longueur des différents segments: chamois et bouquetin.

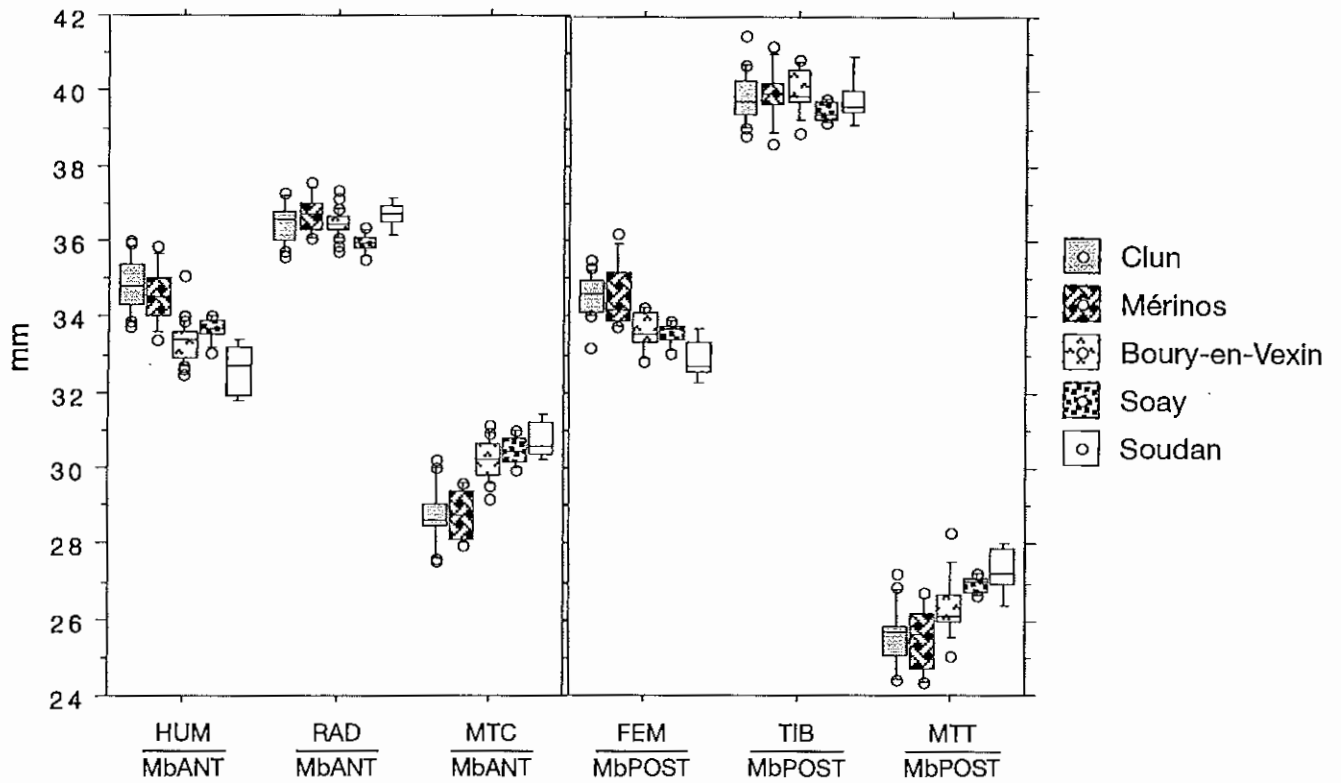


Figure 6. Intervalles de variation des longueurs relatives des différents segments: divers types de moutons.

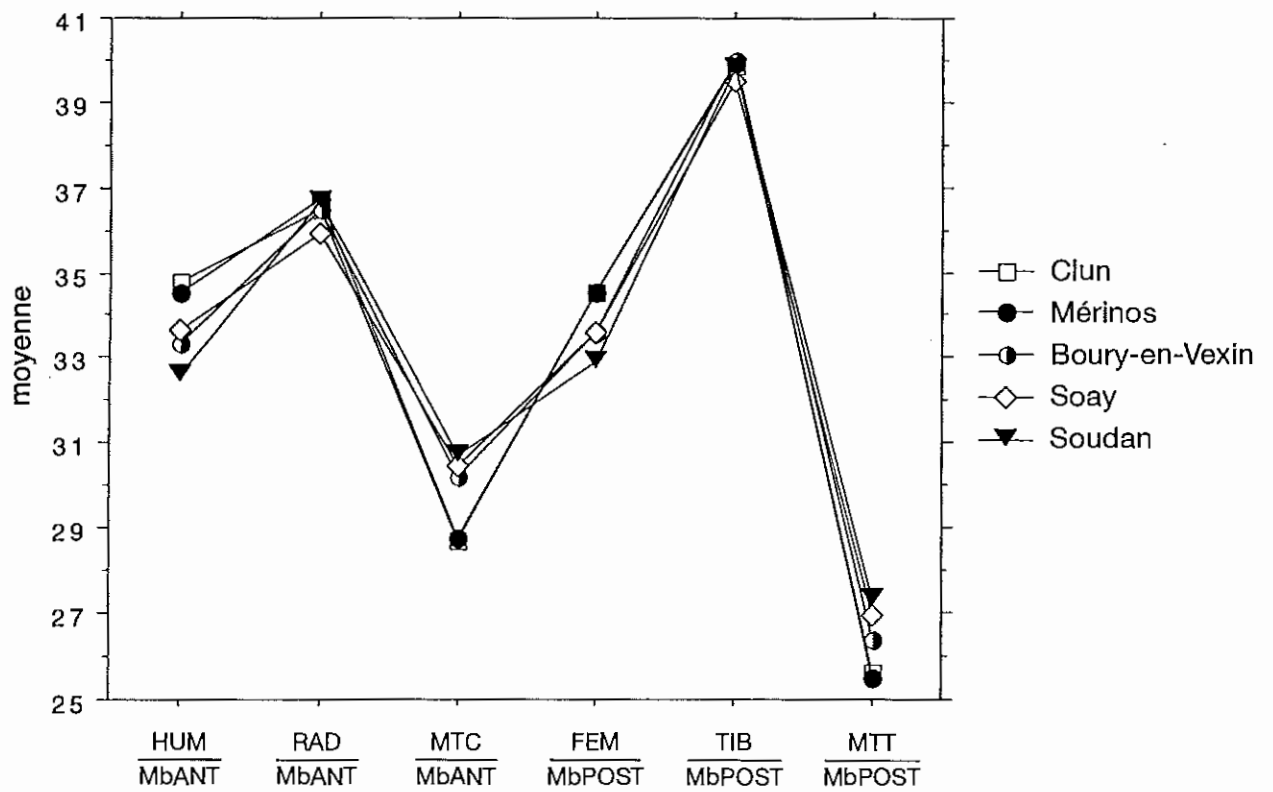


Figure 7. Moyennes des longueurs relatives des différents segments: divers types de moutons.

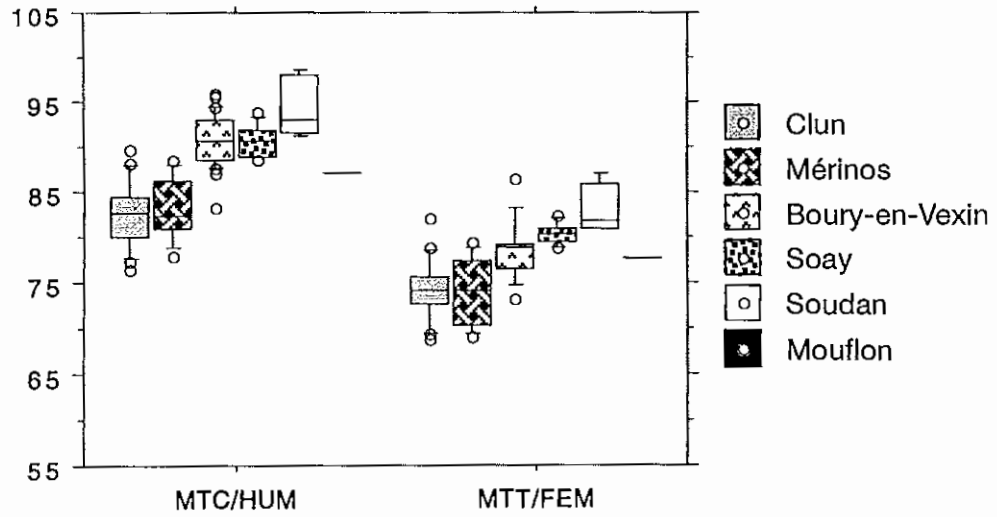


Figure 8. Proportions métapode/stylopede: différents types de moutons.

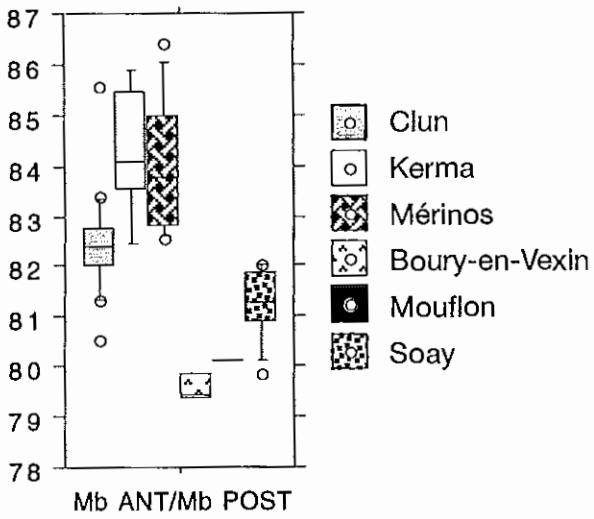


Figure 9. Proportions des membres antérieurs et postérieurs: divers types de moutons.

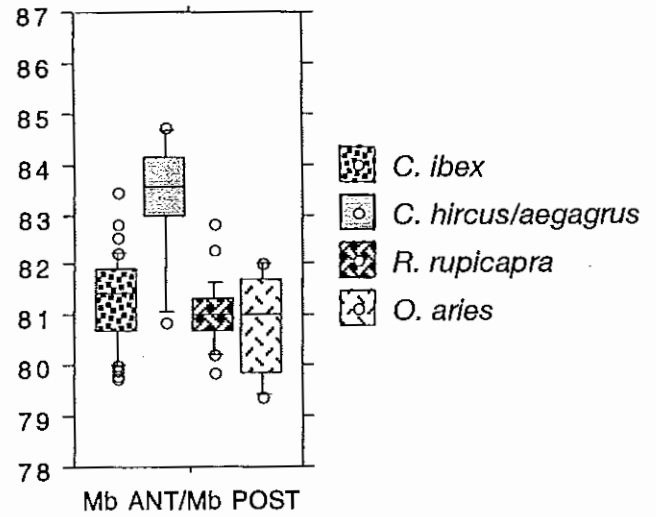


Figure 10. Proportions des membres antérieurs et postérieurs: caprinés.

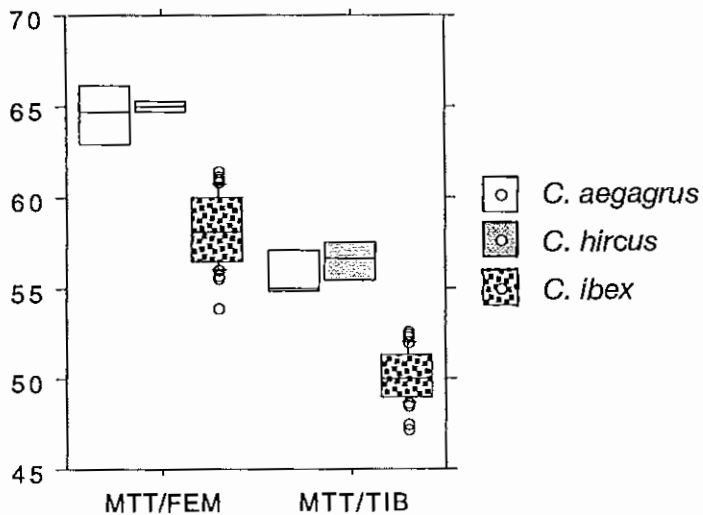


Figure 11. Rapports de longueur du métatarse relativement au fémur et au tibia: chèvres et bouquetin.

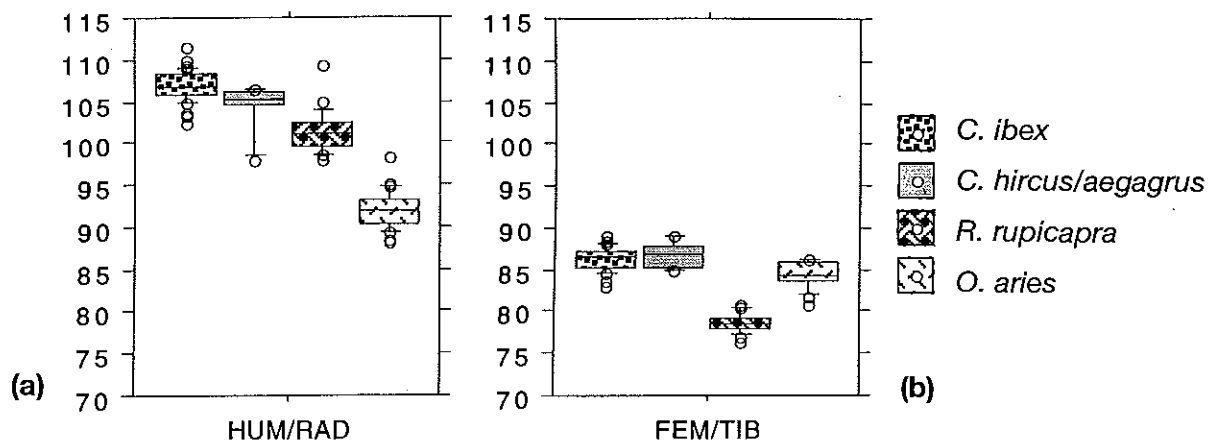


Figure 12. Indices a) huméro-radial et b) fémoro-tibial: caprinés.

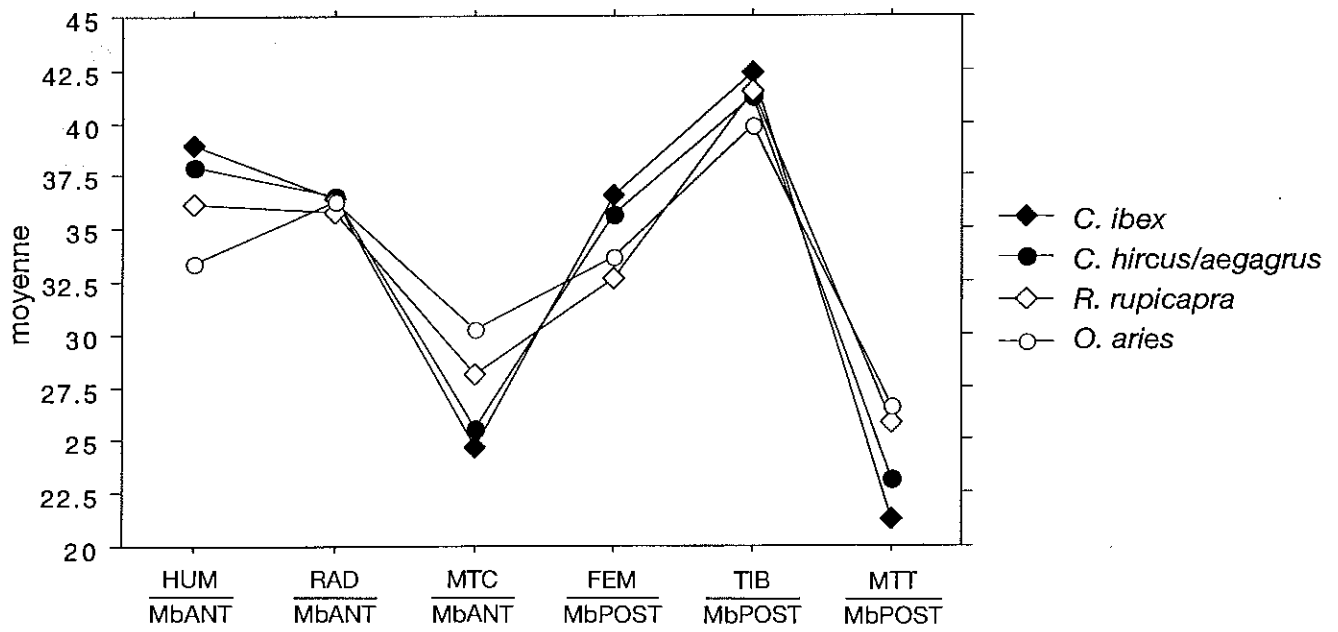


Figure 13. Comparaison des proportions relatives des différents segments: caprinés.

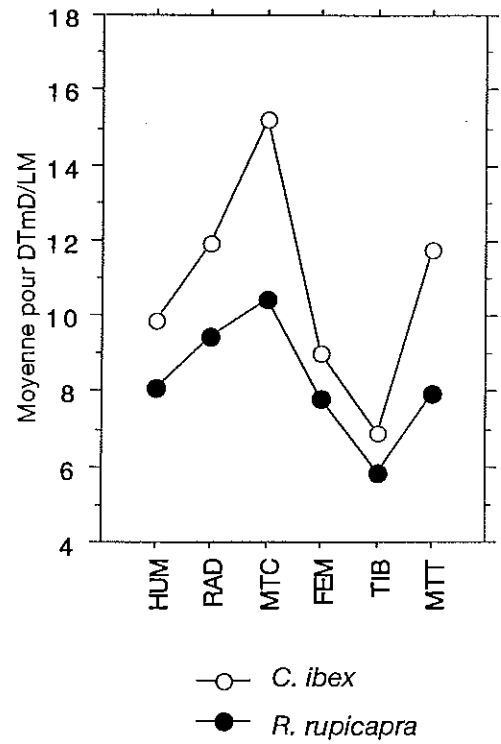
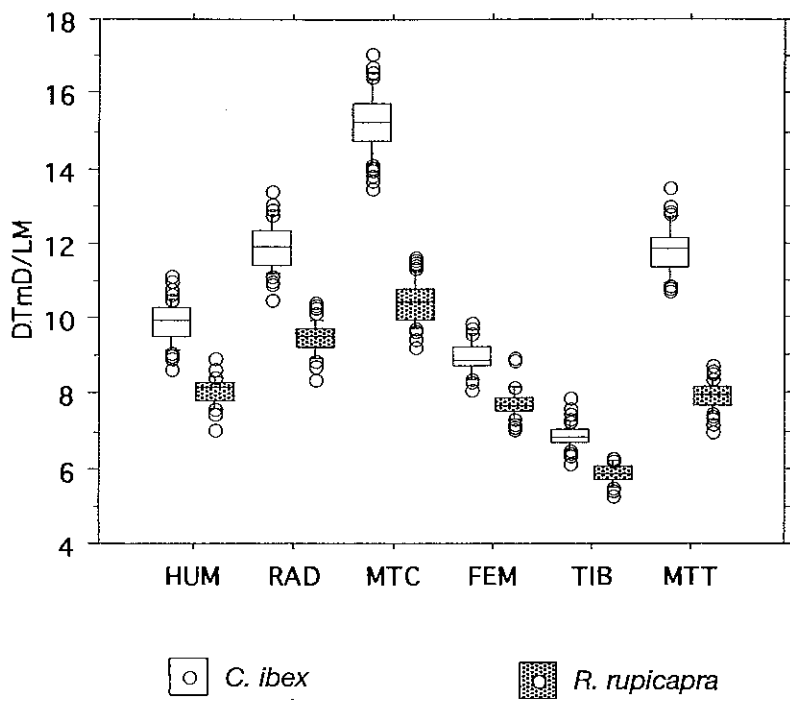


Figure 14. Indices de gracilité des différents os longs: bouquetin et chamois.

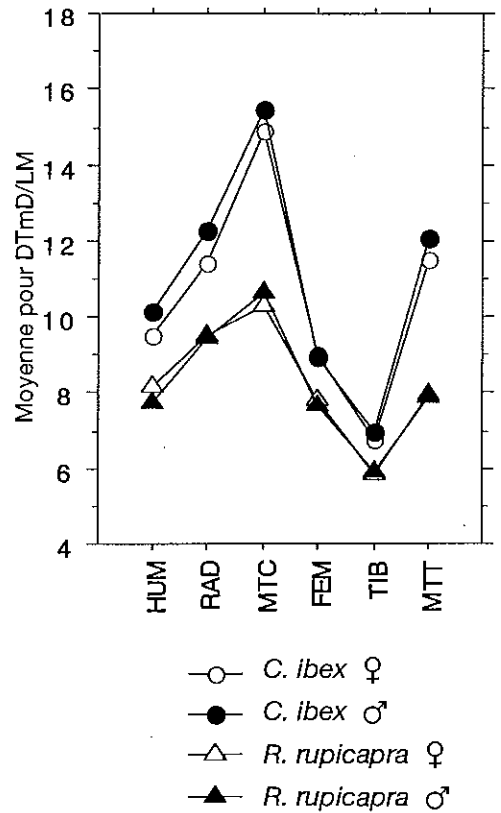
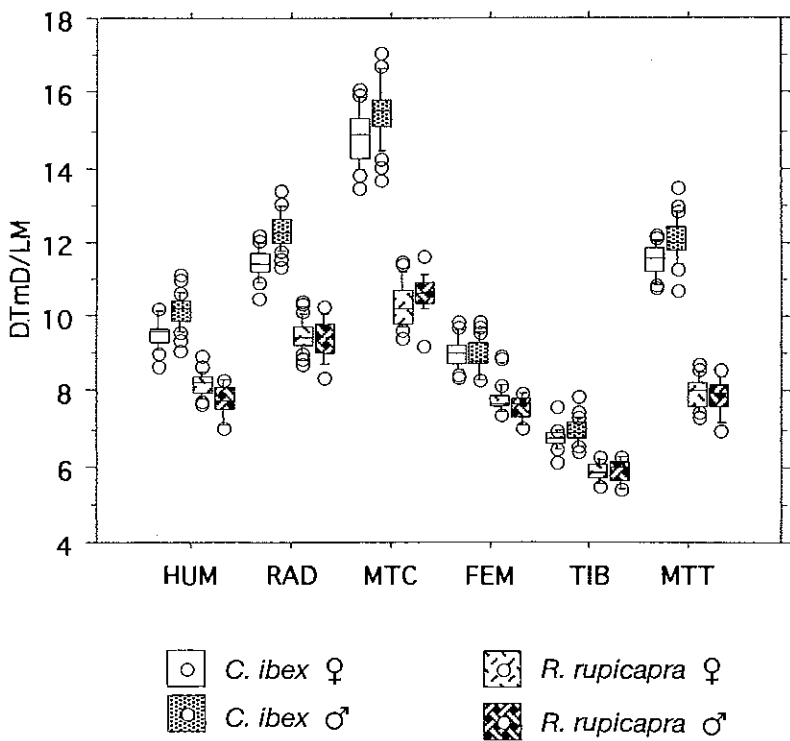


Figure 15. Indices de gracilité des différents os longs: mâles et femelles de bouquetin et de chamois.

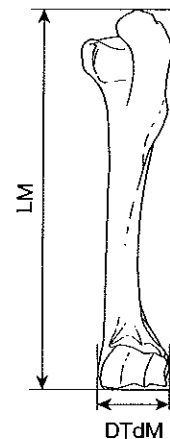
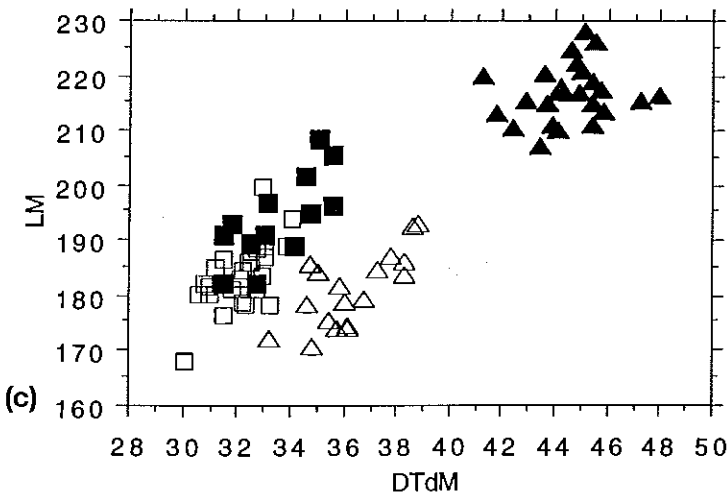
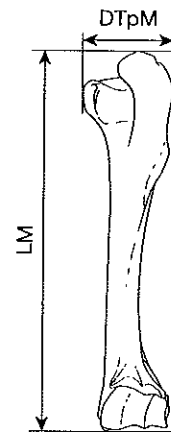
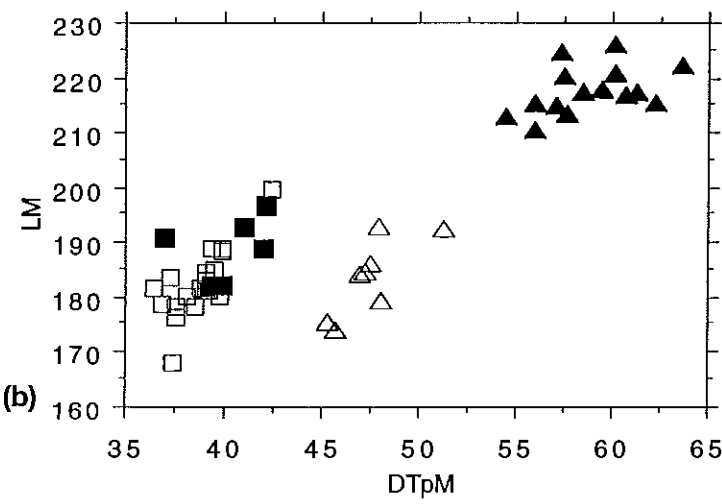
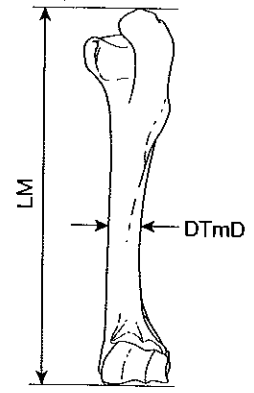
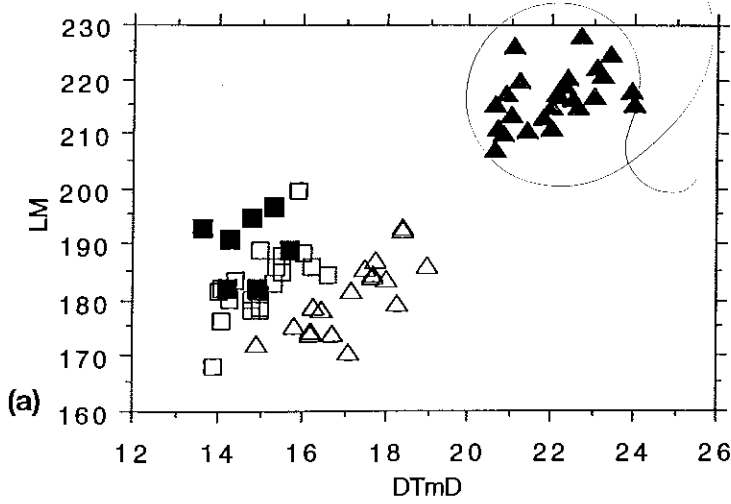


Figure 16. Humérus: indices de gracilité (spécimens adultes).

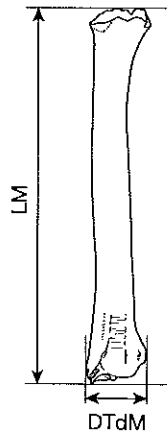
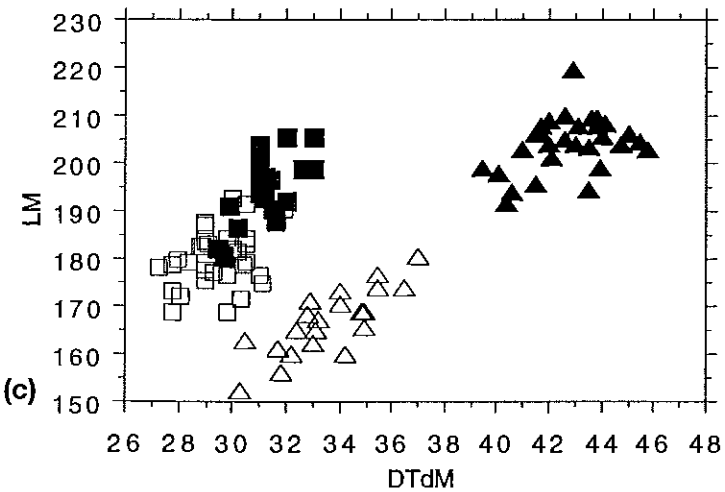
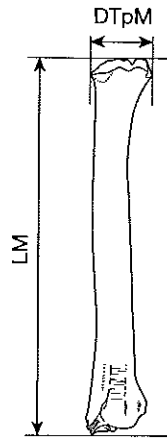
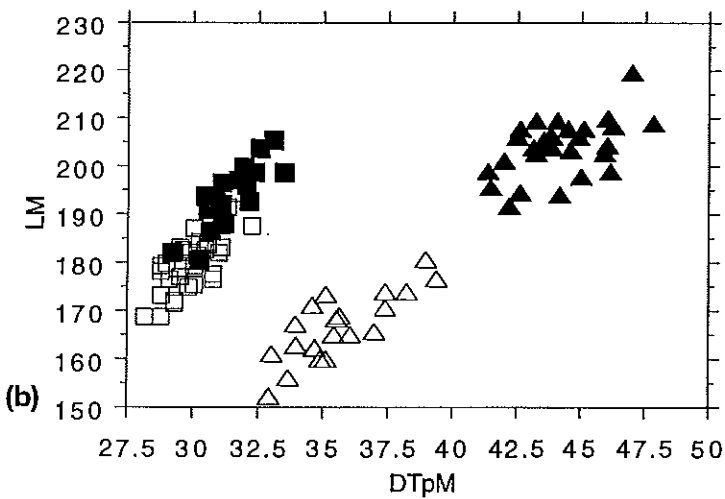
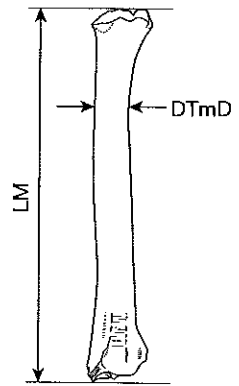
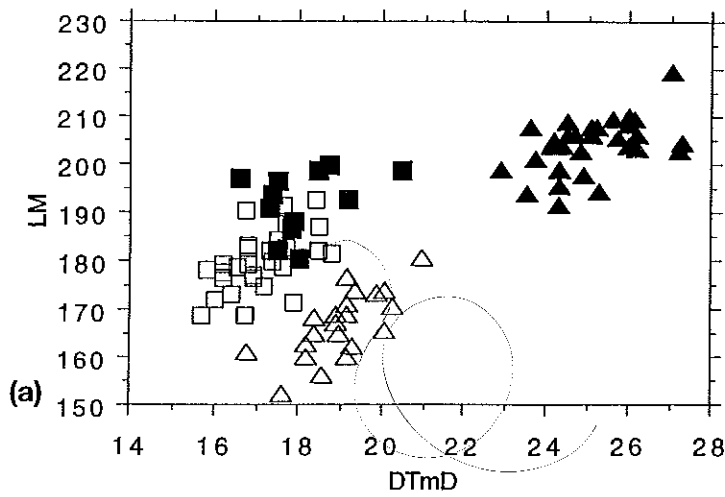


Figure 17. Radius: indices de gracilité (spécimens adultes).

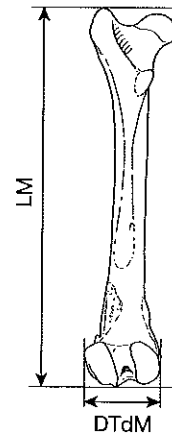
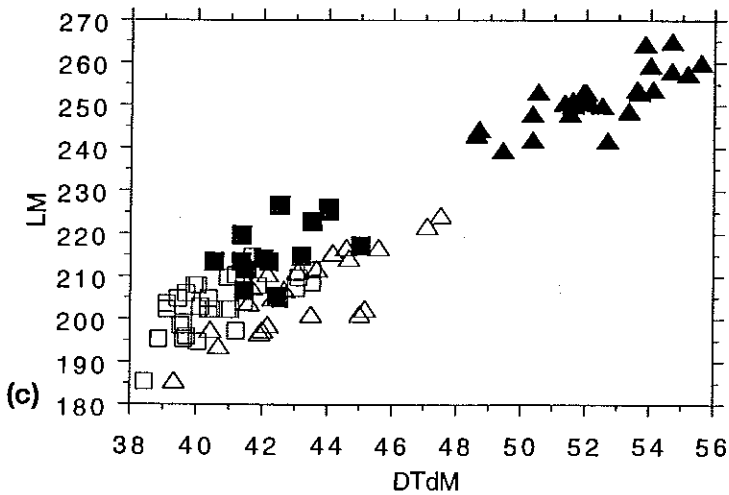
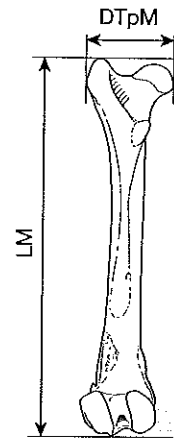
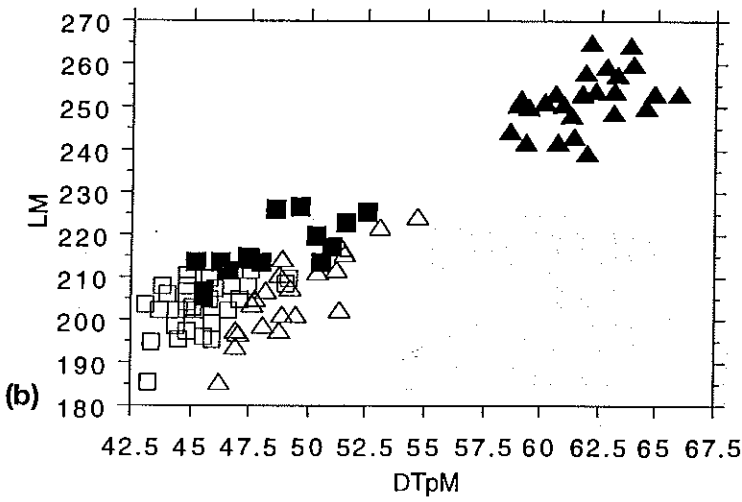
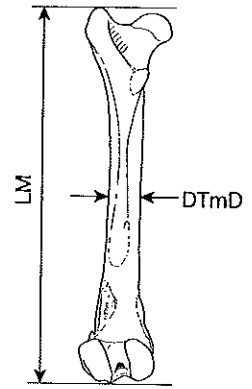
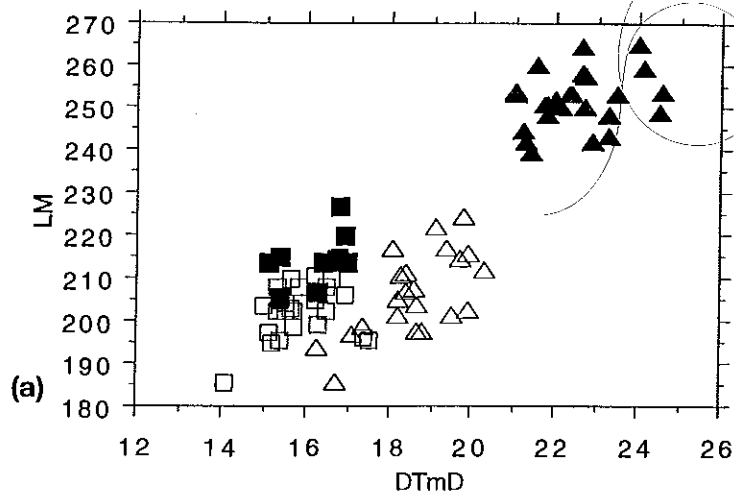


Figure 18. Fémur: indices de gracilité (spécimens adultes).

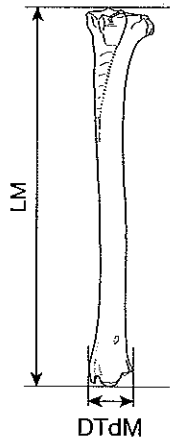
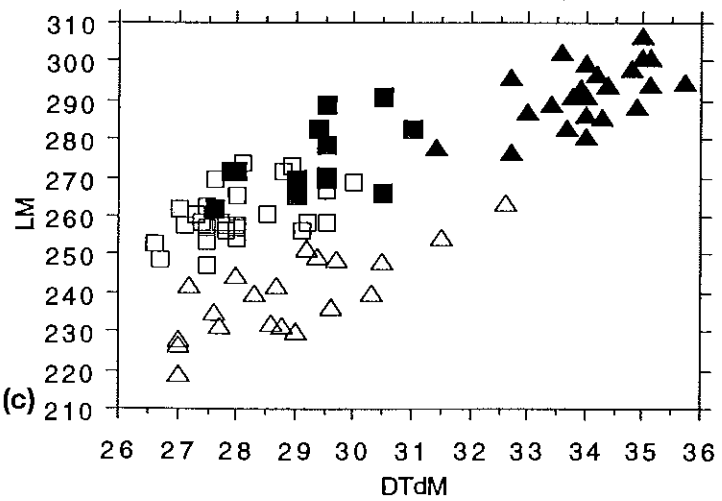
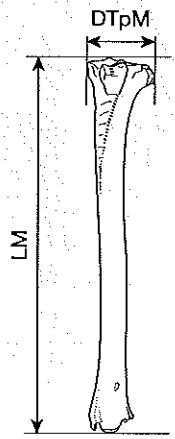
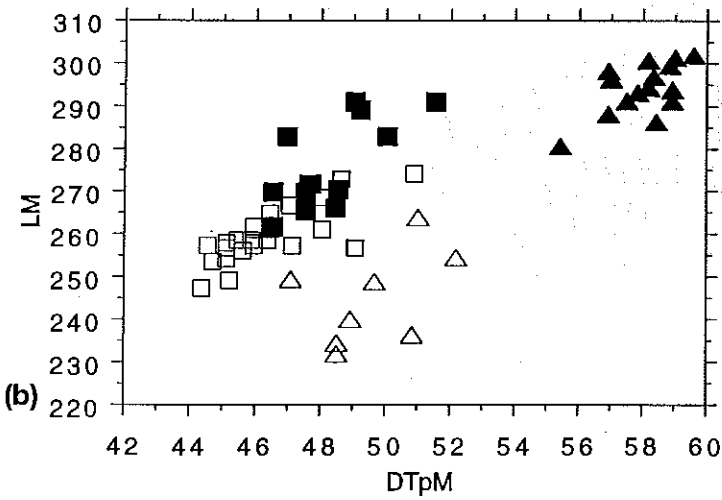
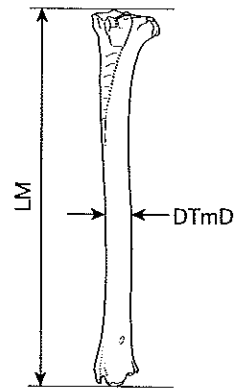
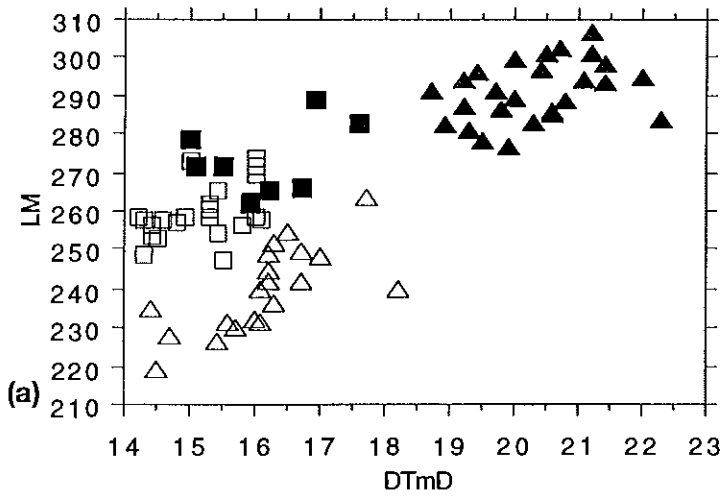


Figure 19. Tibia: indices de gracilité (spécimens adultes).

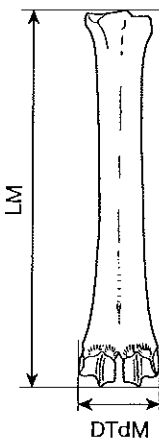
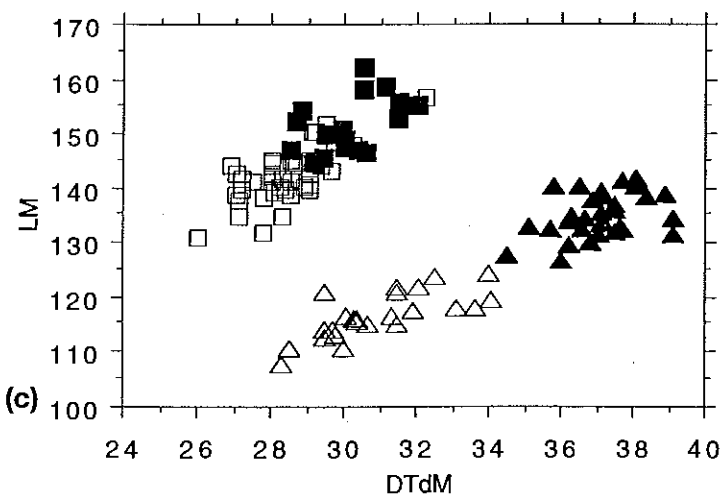
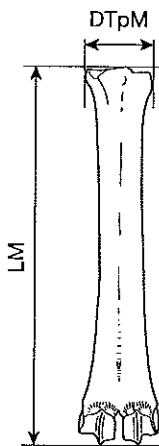
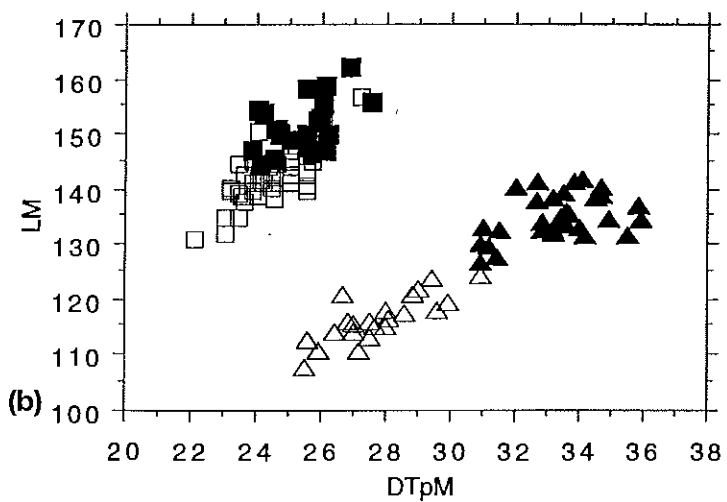
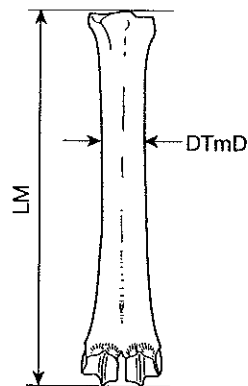
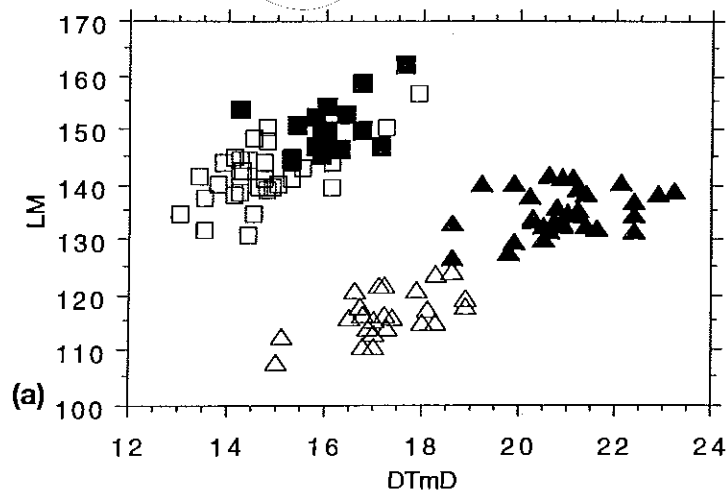


Figure 20. Métacarpe: indices de gracilité (spécimens adultes).

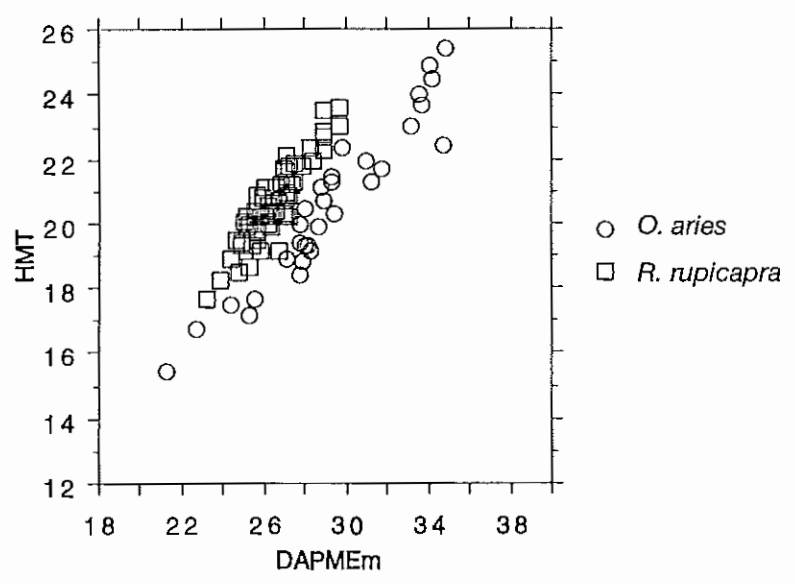
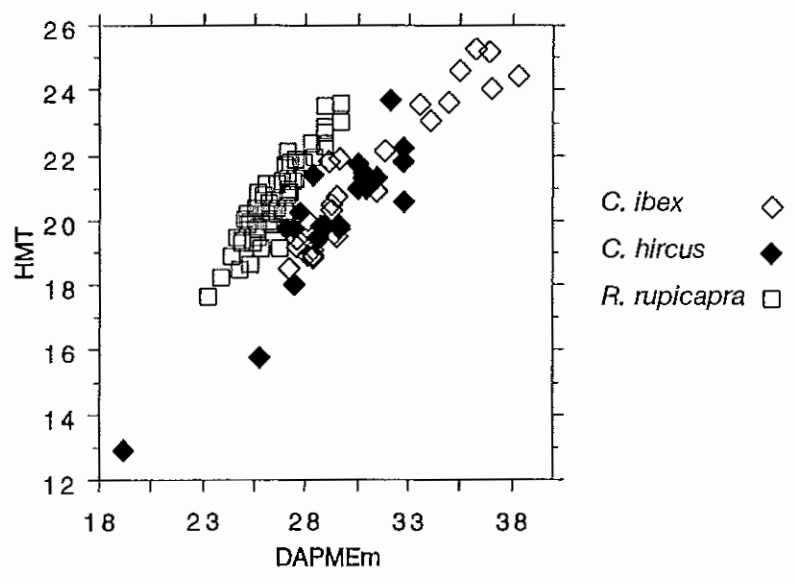
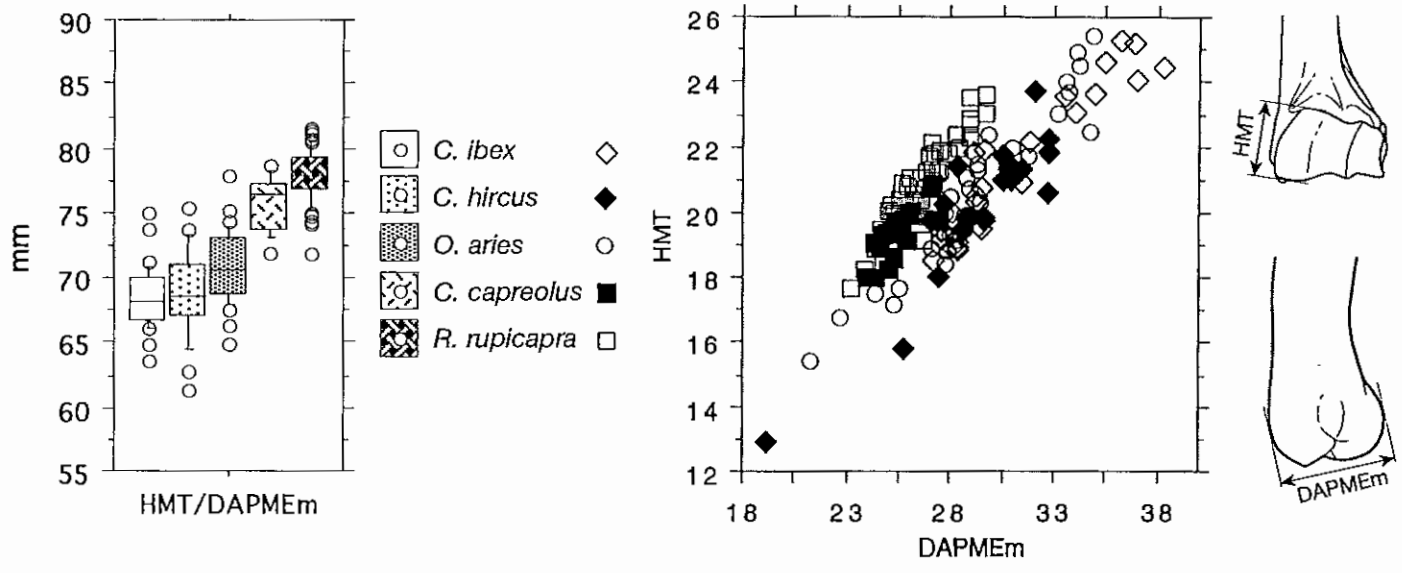


Figure 101. Humérus: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

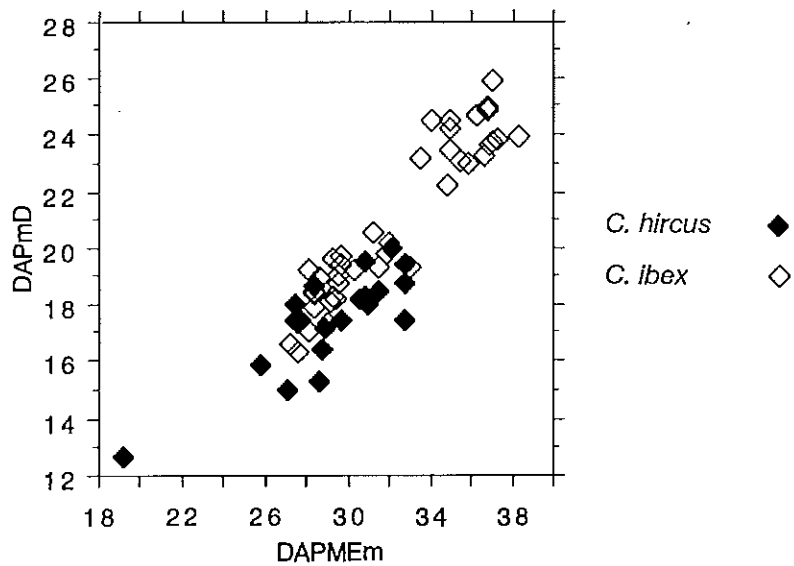
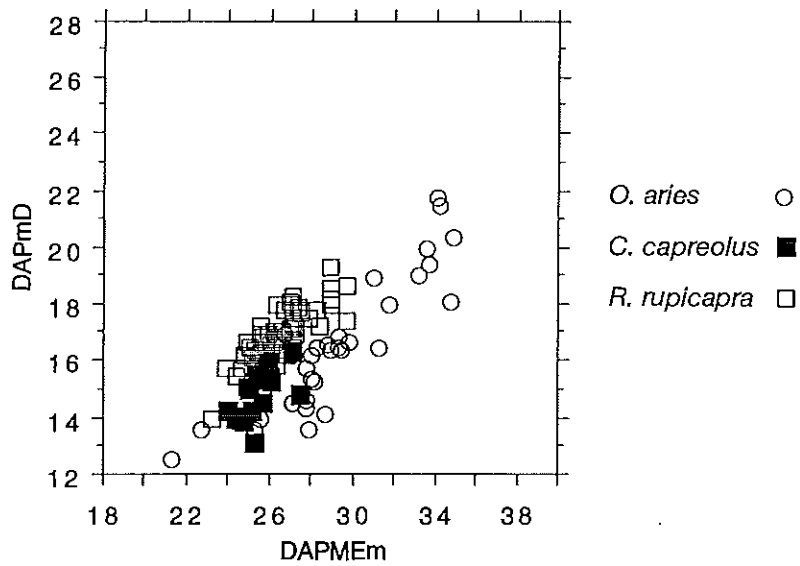
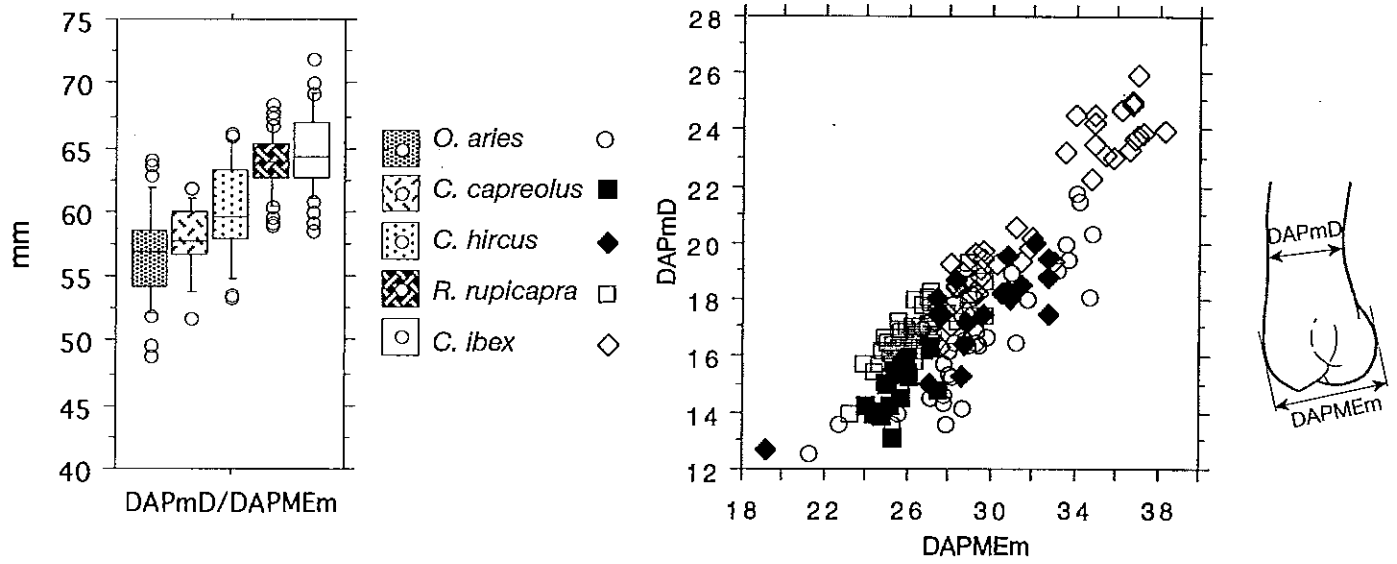


Figure 102. Humérus: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

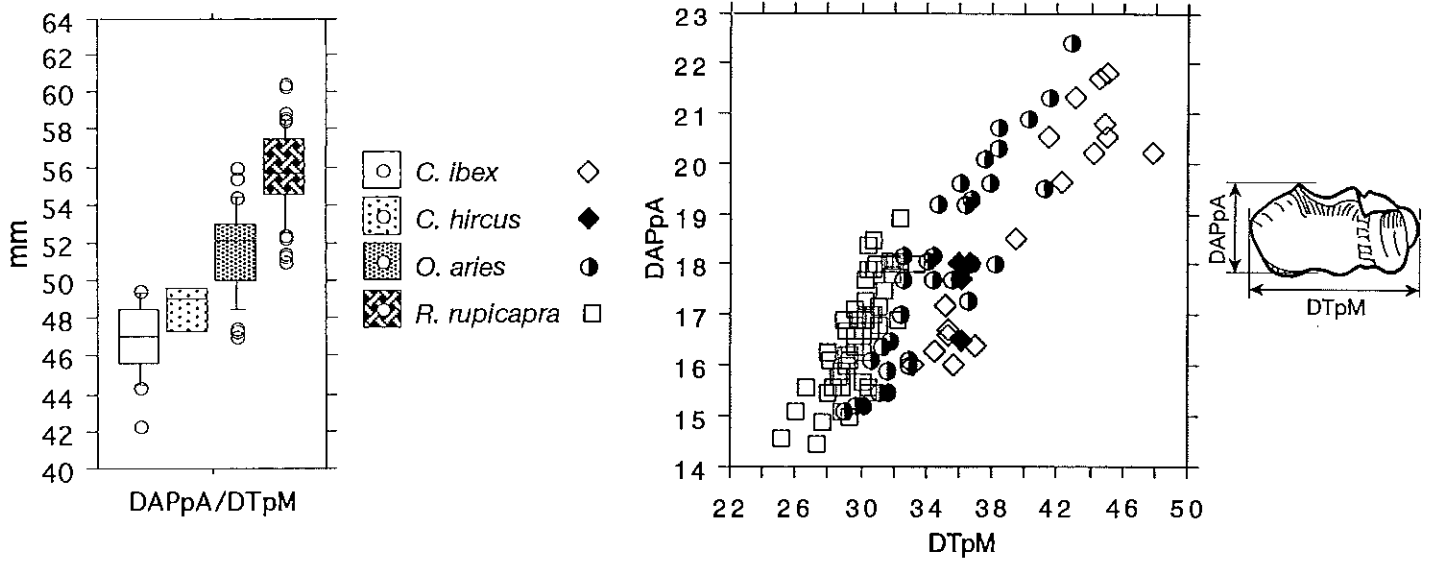


Figure 103. Radius: caprinés (spécimens actuels).

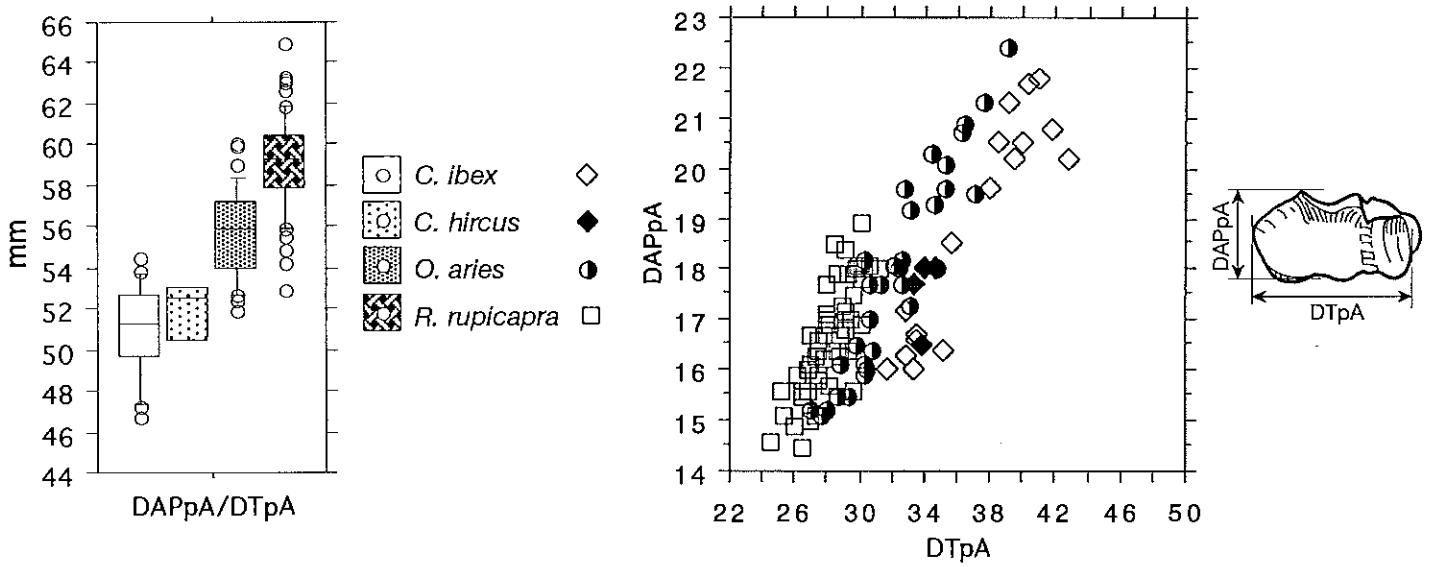


Figure 104. Radius: caprinés (spécimens actuels).

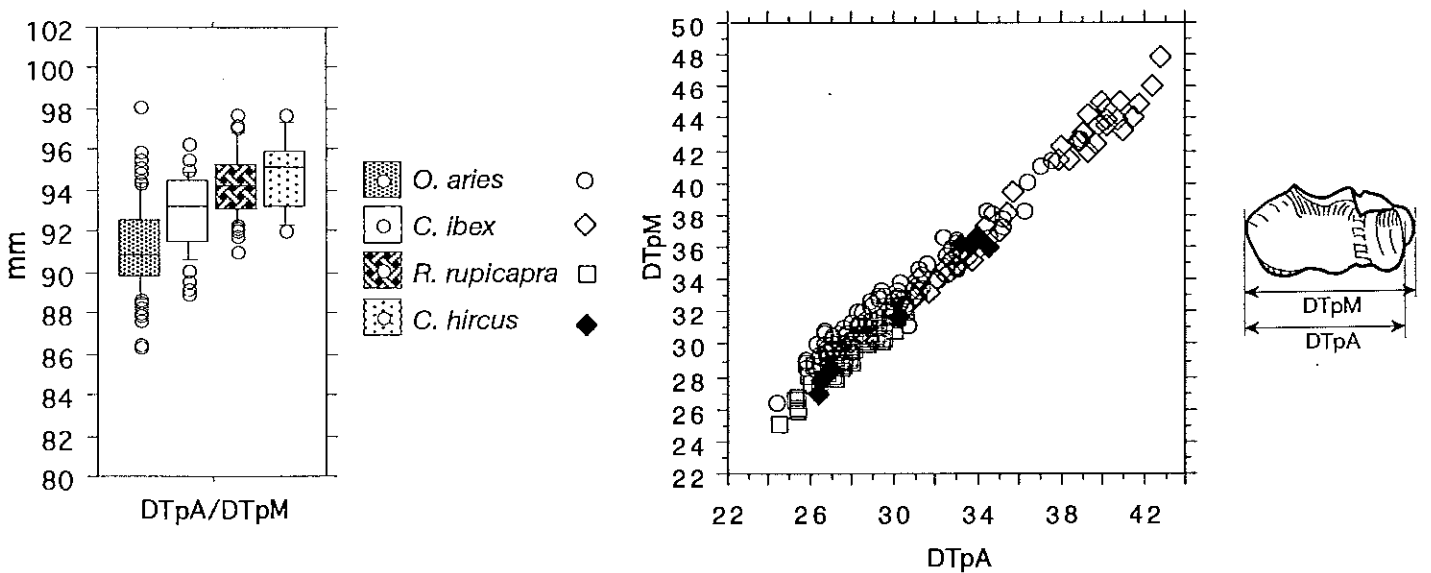


Figure 105. Radius: caprinés (spécimens actuels).

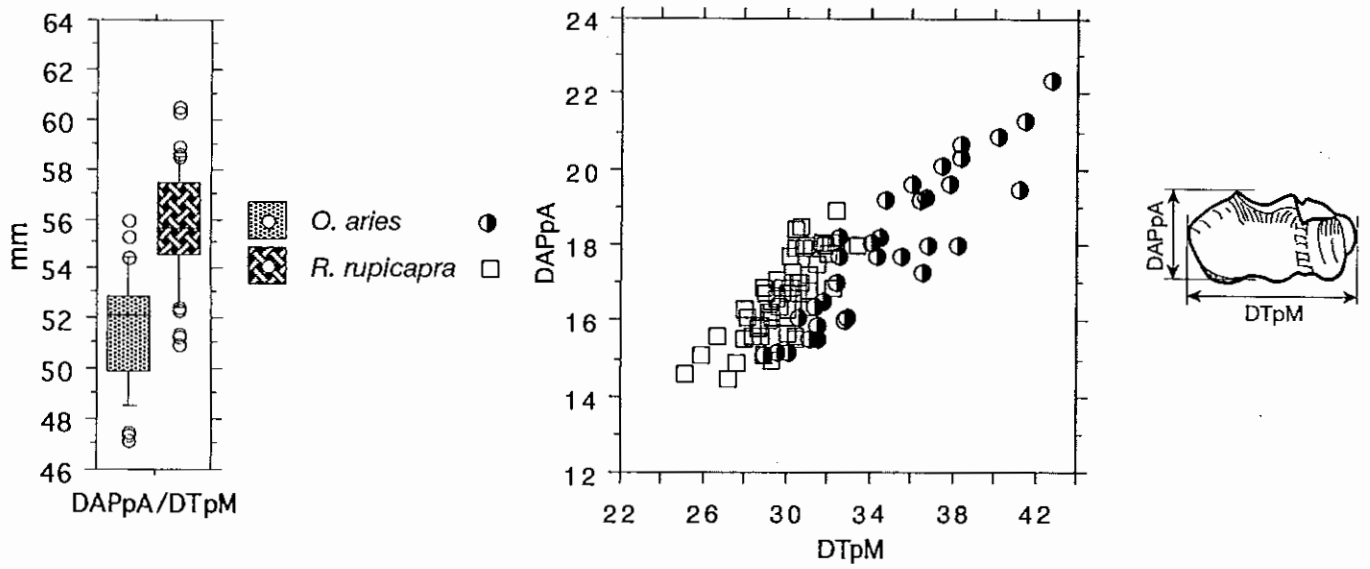


Figure 106. Radius: mouton et chamois (spécimens actuels).

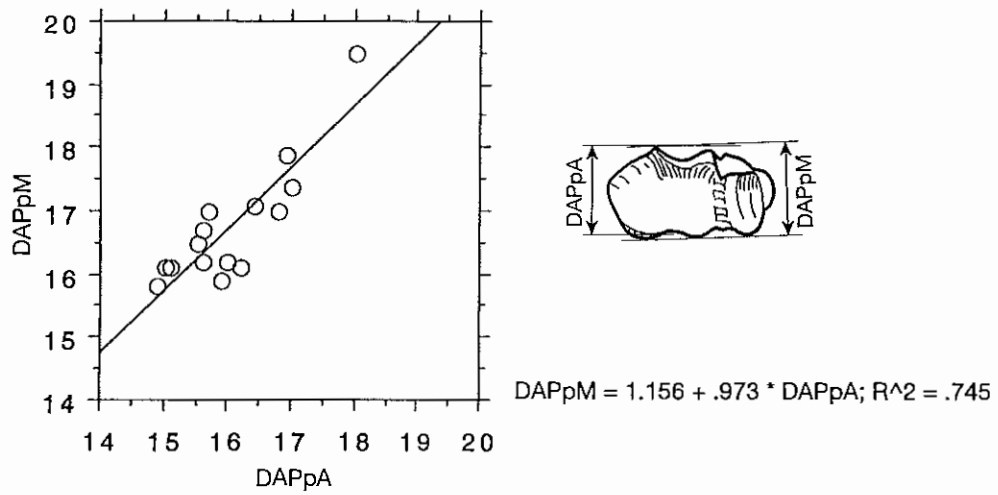


Figure 107. Radius: corrélation entre les variables DAPpM et DAPpA (mesurées sur le chamois).

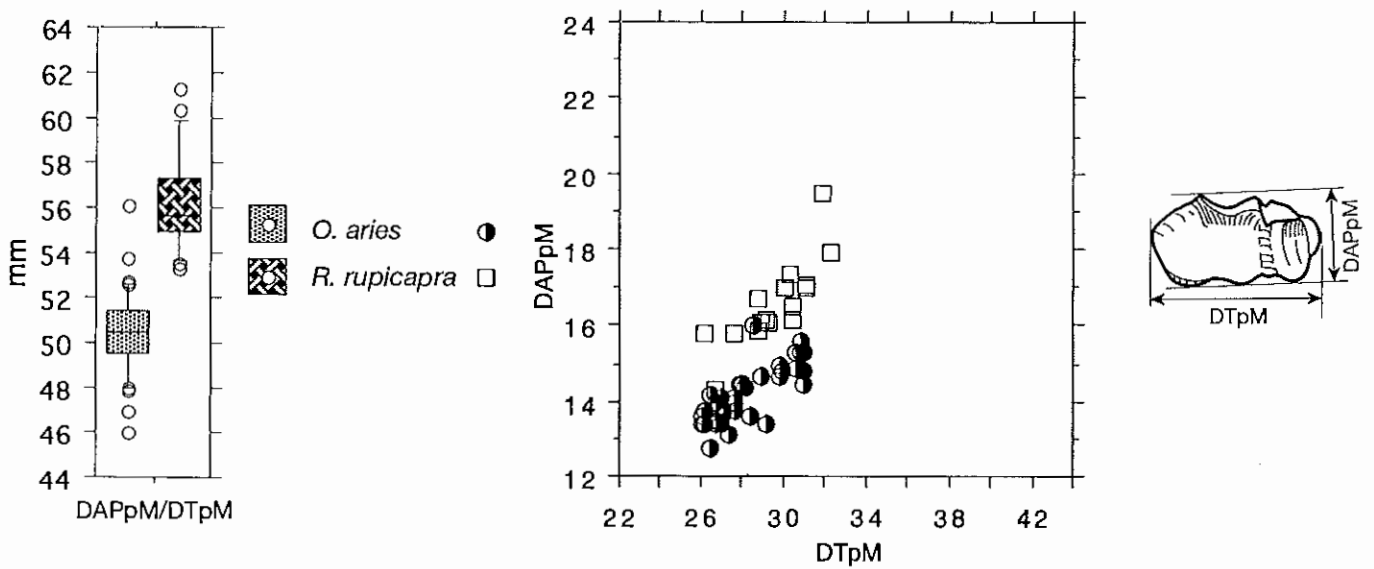


Figure 108. Radius: mouton et chamois (spécimens actuels).

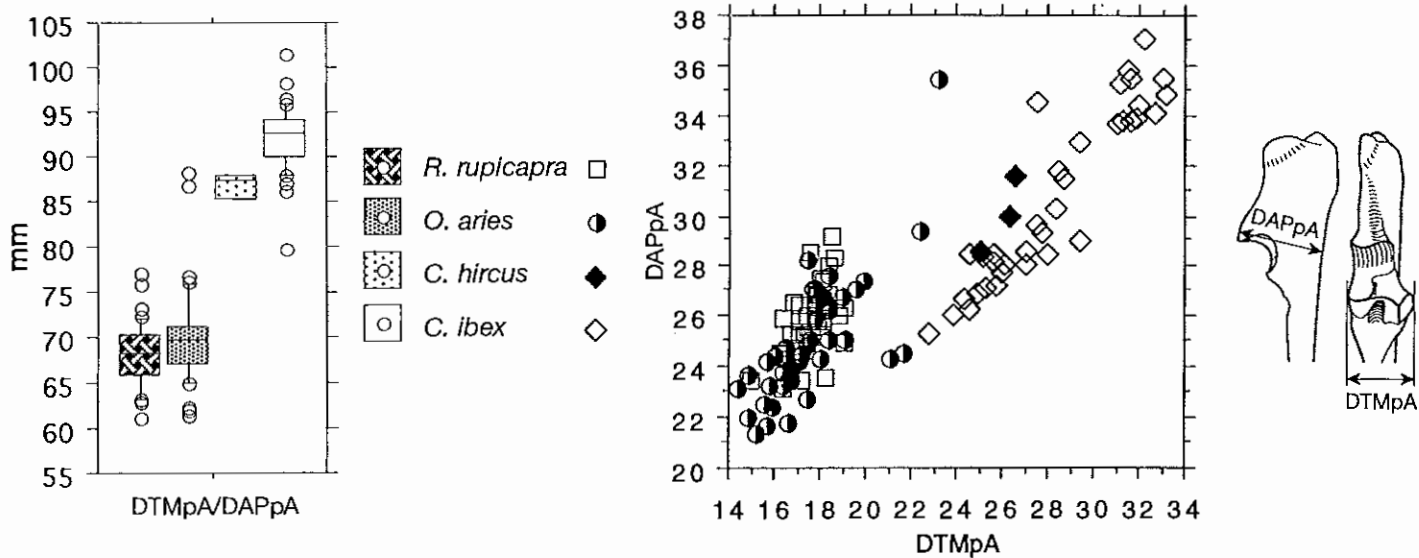


Figure 109. Ulna : caprinés (spécimens actuels).

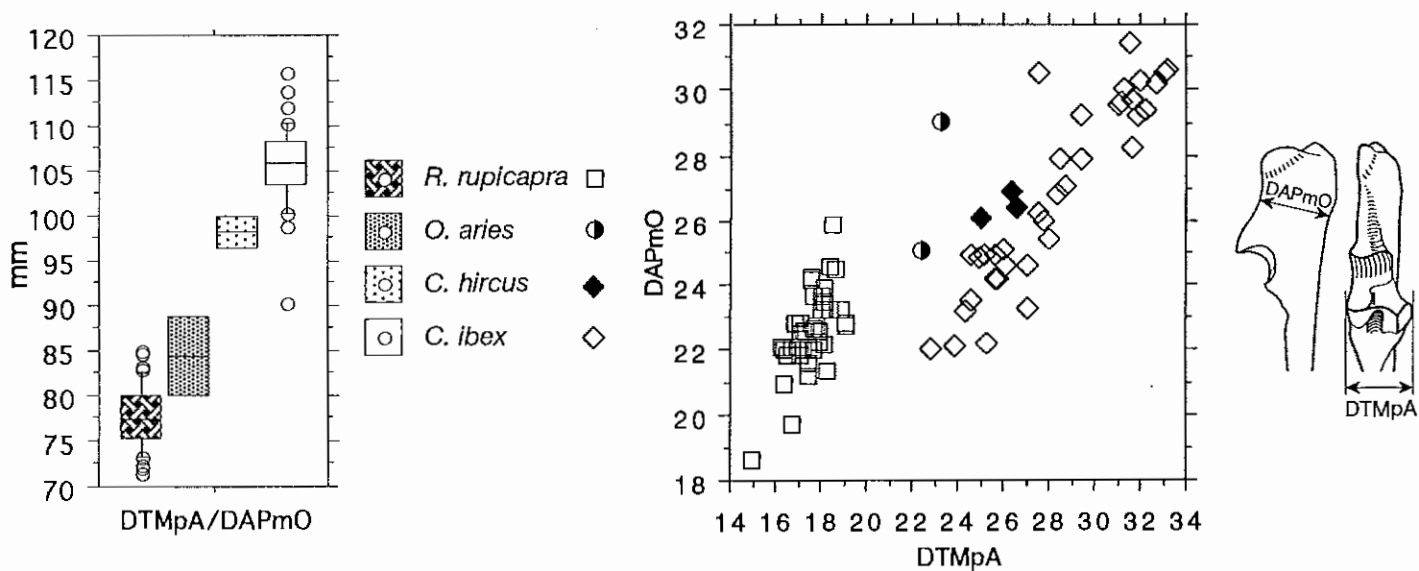


Figure 110. Ulna : caprinés (spécimens actuels).

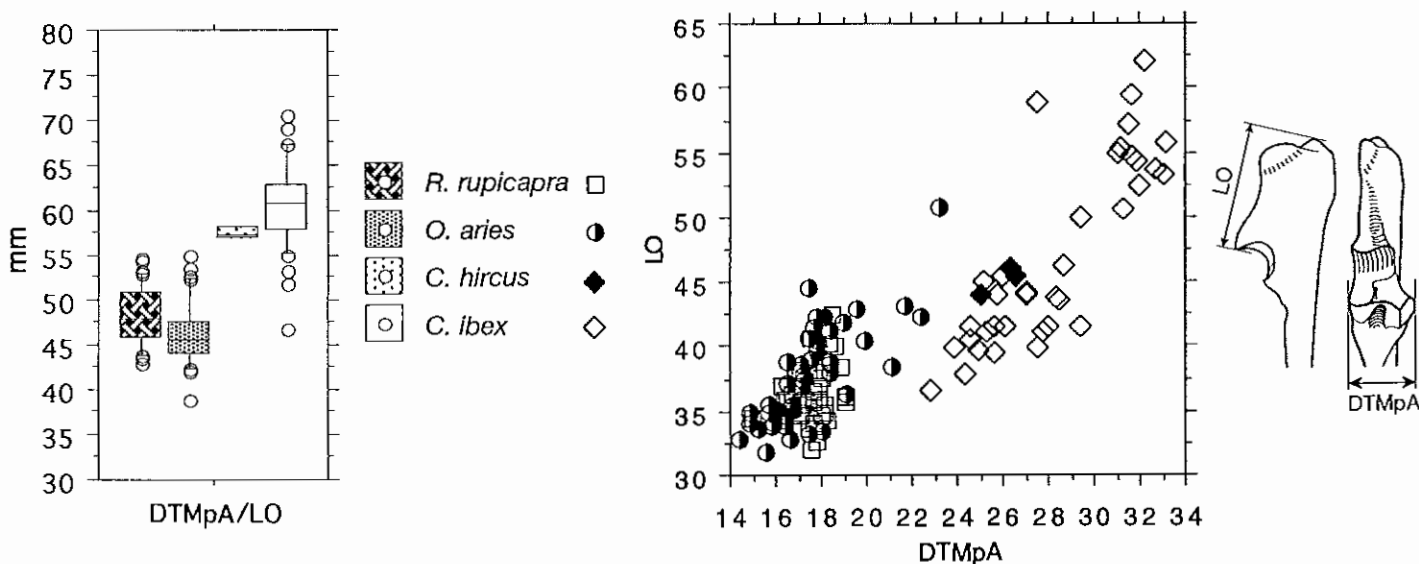


Figure 111. Ulna : caprinés (spécimens actuels).

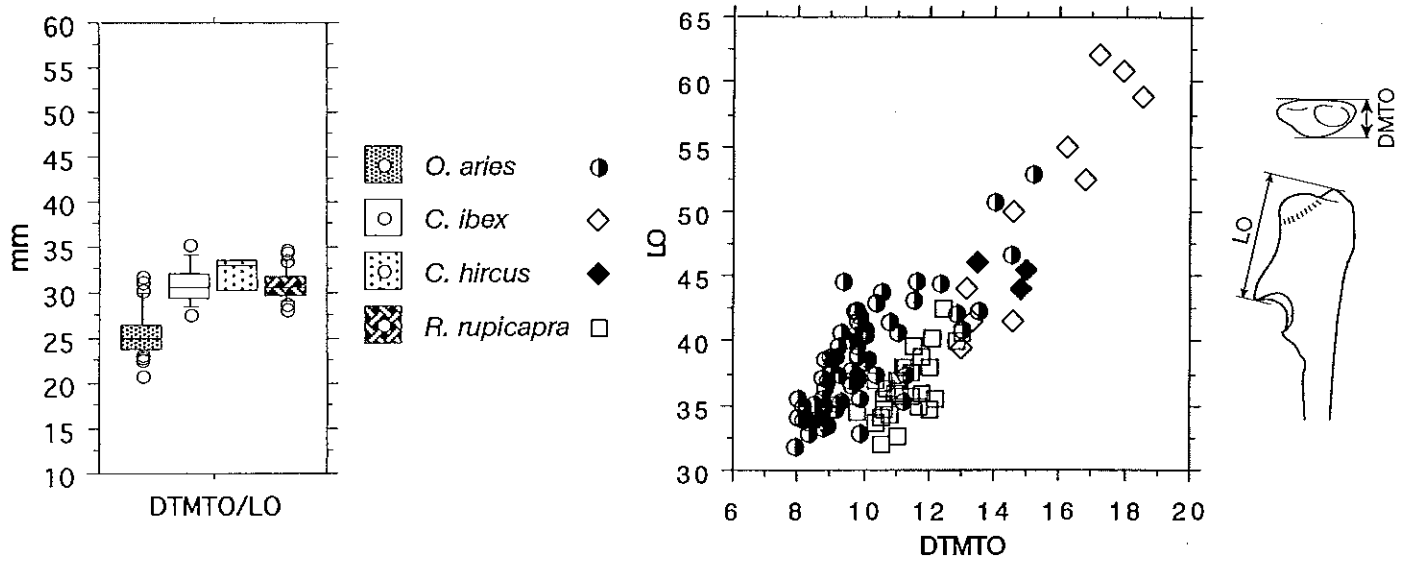


Figure 112. Ulna : caprinés (spécimens actuels).

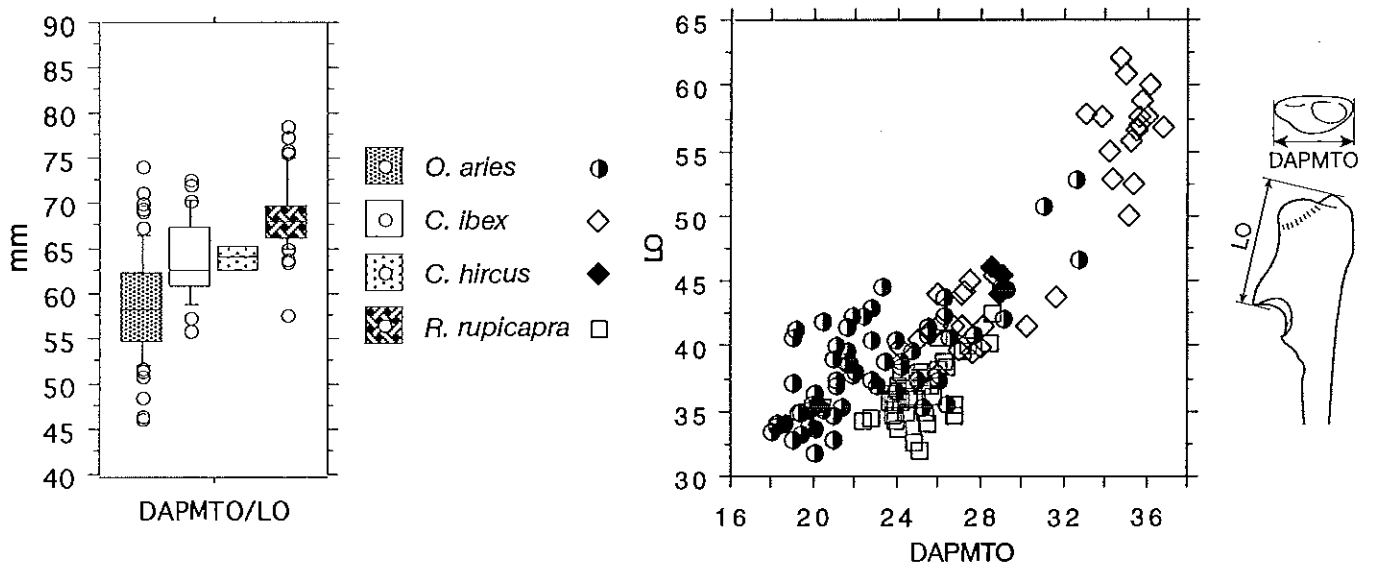


Figure 113. Ulna : caprinés (spécimens actuels).

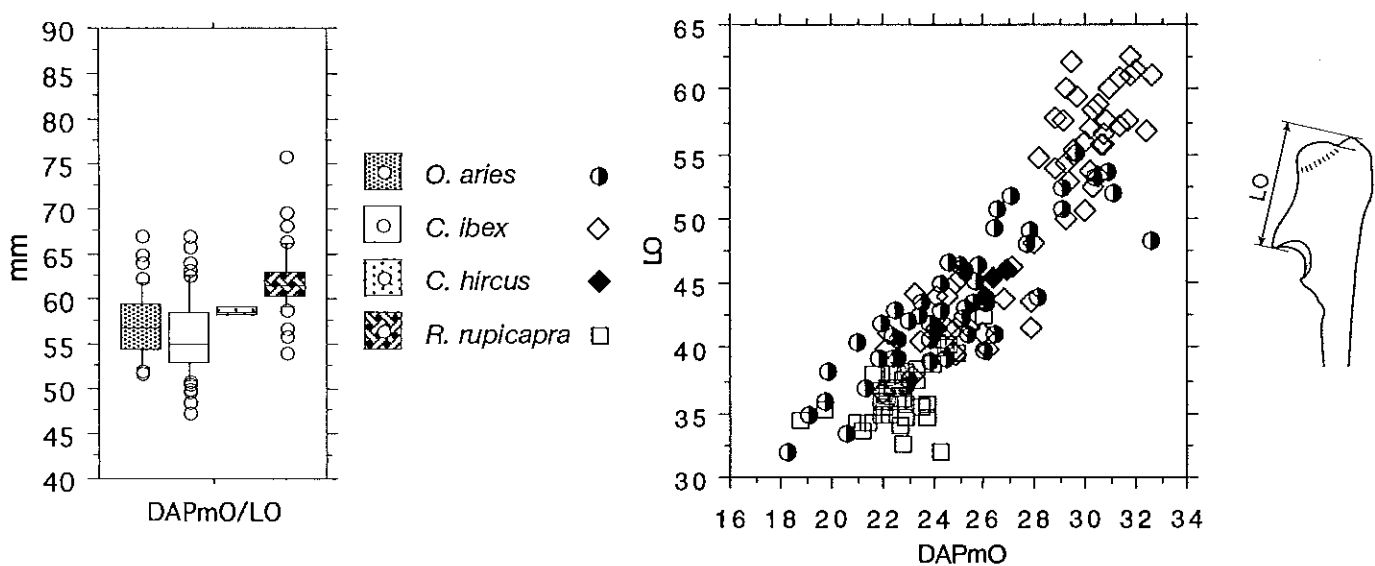


Figure 114. Ulna : caprinés (spécimens actuels).

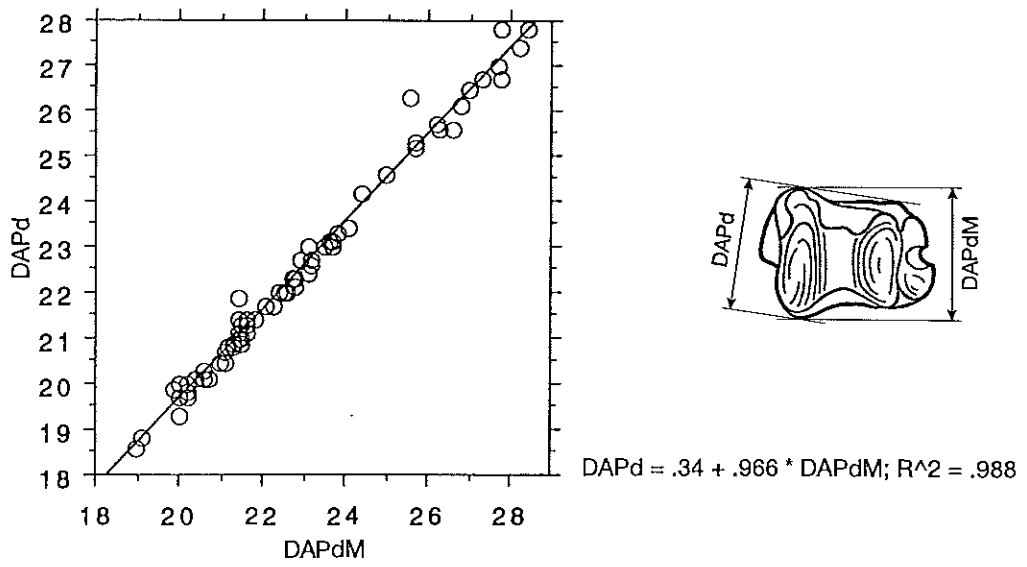


Figure 115. Tibia: corrélation entre les mesures DAPd et DAPdM du distum (70 observations).

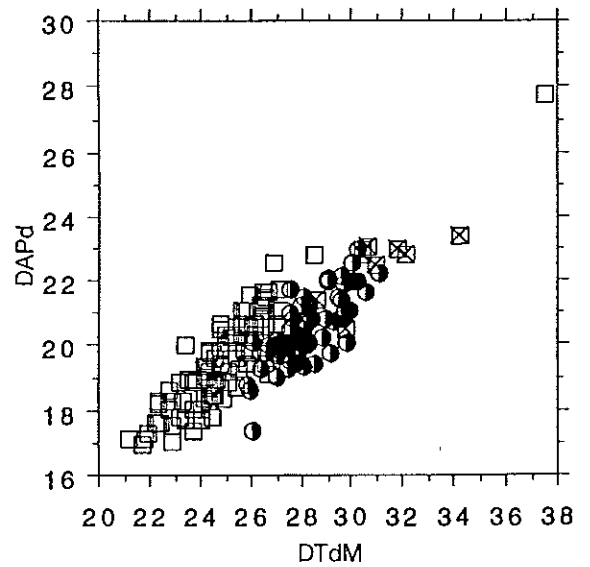
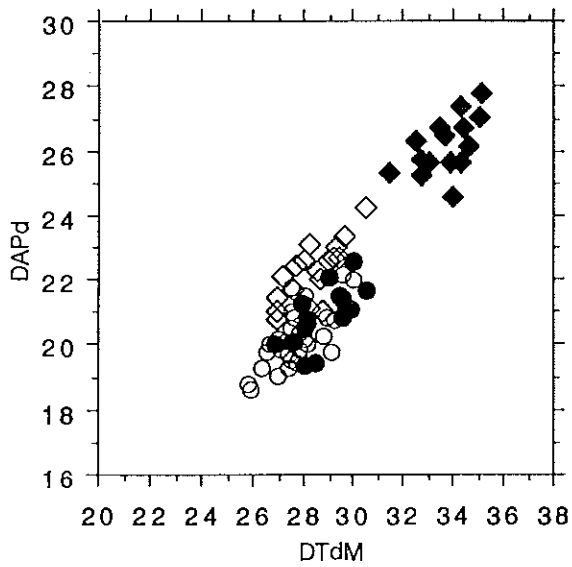
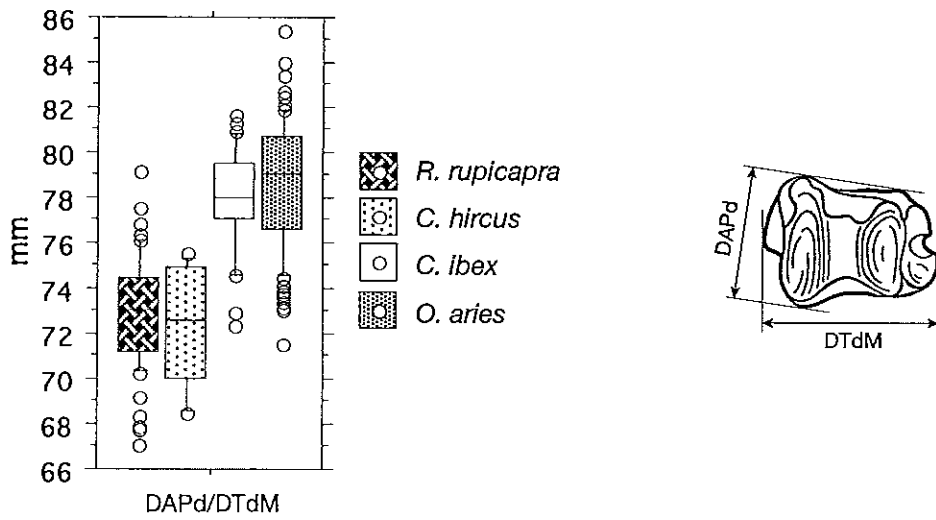


Figure 116. Tibia: caprinés (spécimens actuels).

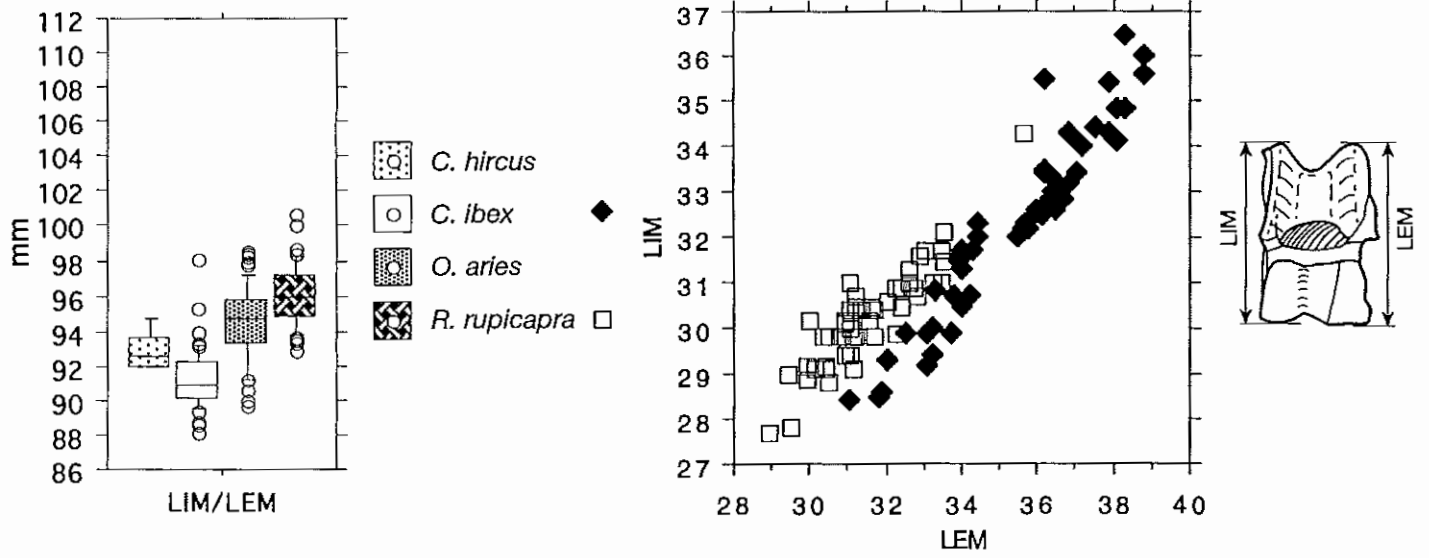


Figure 120. Talus: caprinés (spécimens actuels).

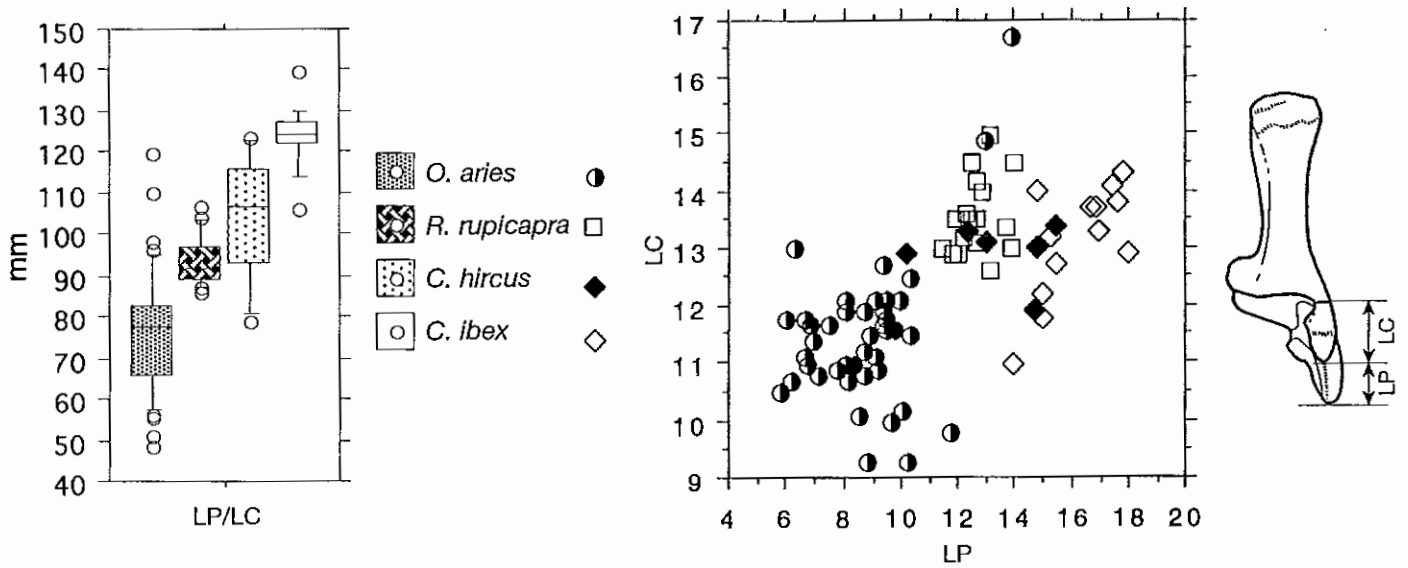


Figure 121. Calcaneus: caprinés (spécimens actuels).

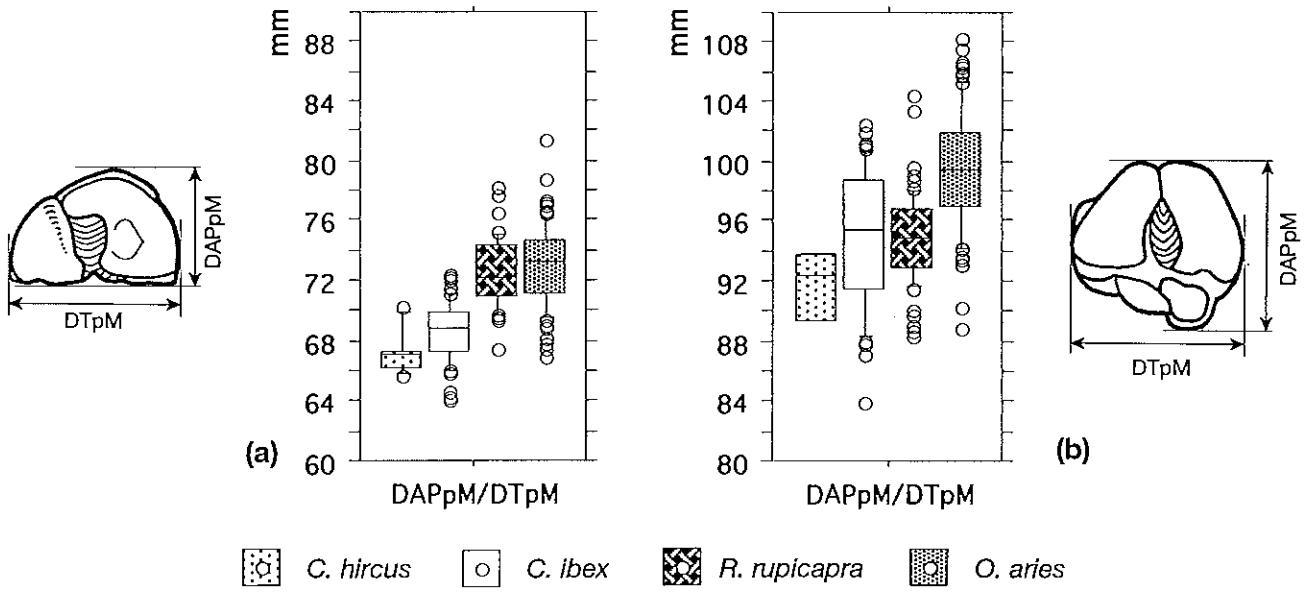


Figure 122. Métacarpe (a) et métatarse (b): proximum.

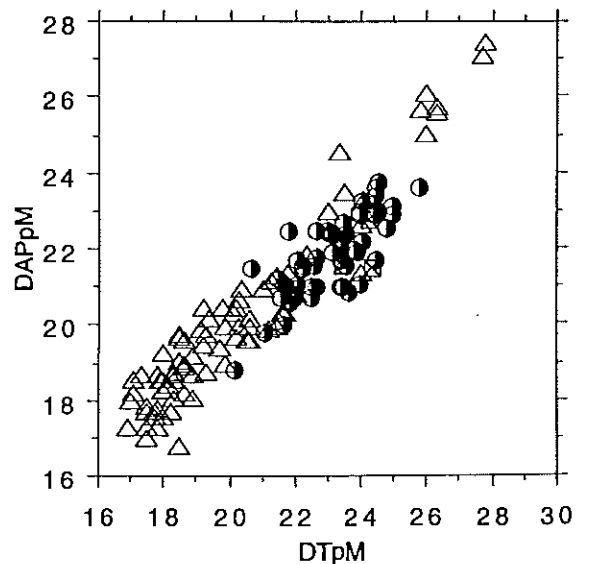
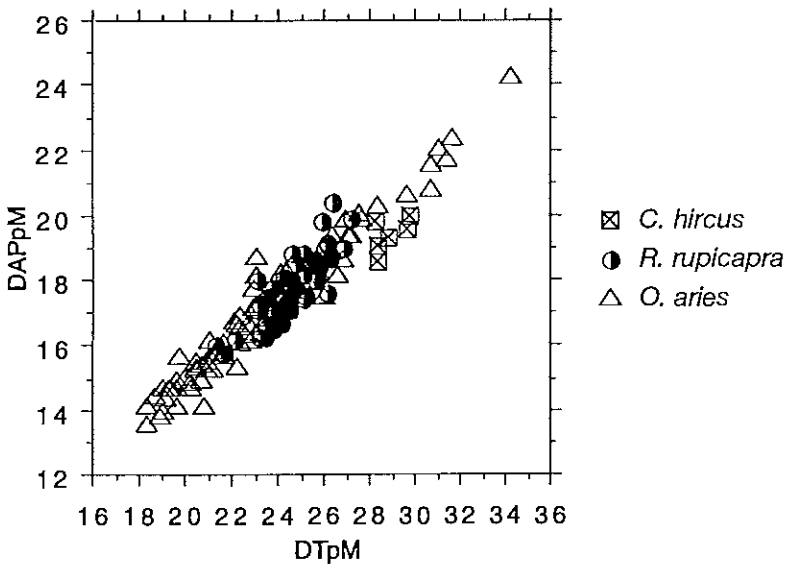
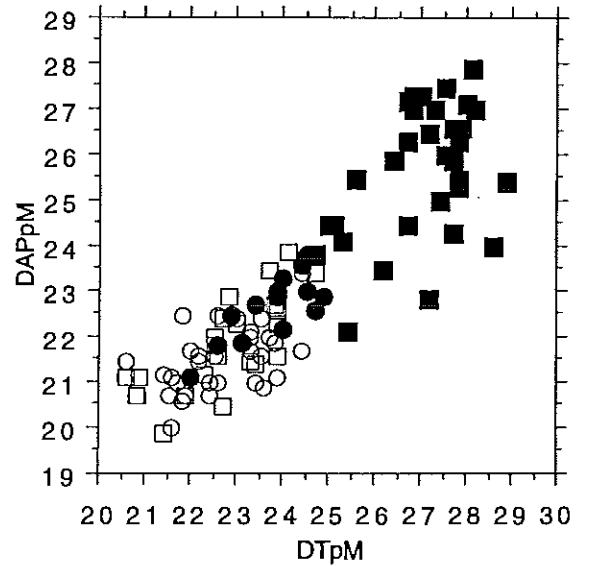
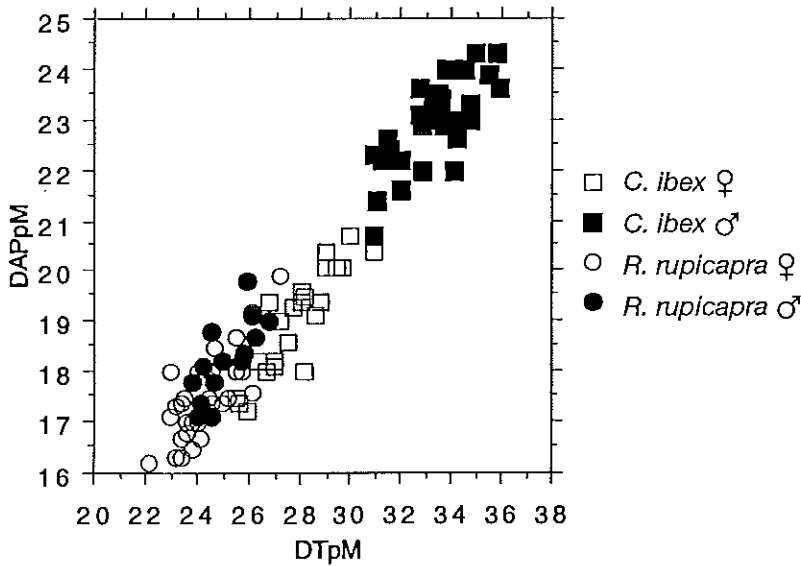


Figure 123a. Métacarpe: proximum.

Figure 123b. Métatarse: proximum.

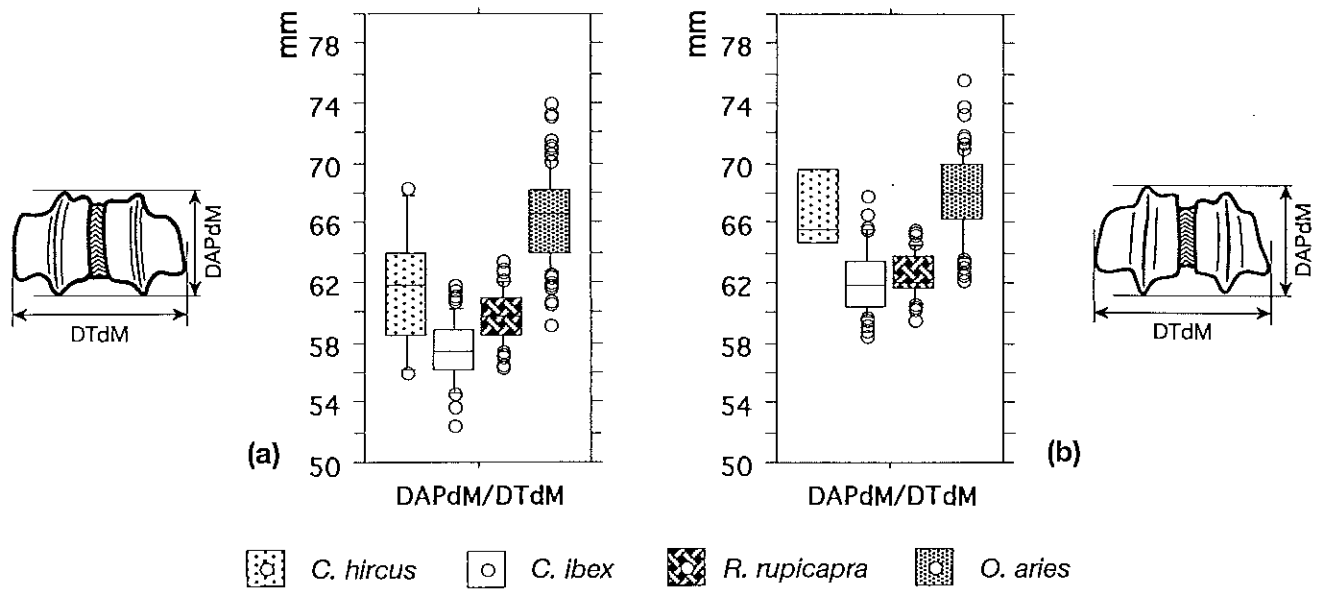


Figure 124. Métacarpe (a) et métatarse (b): distum.

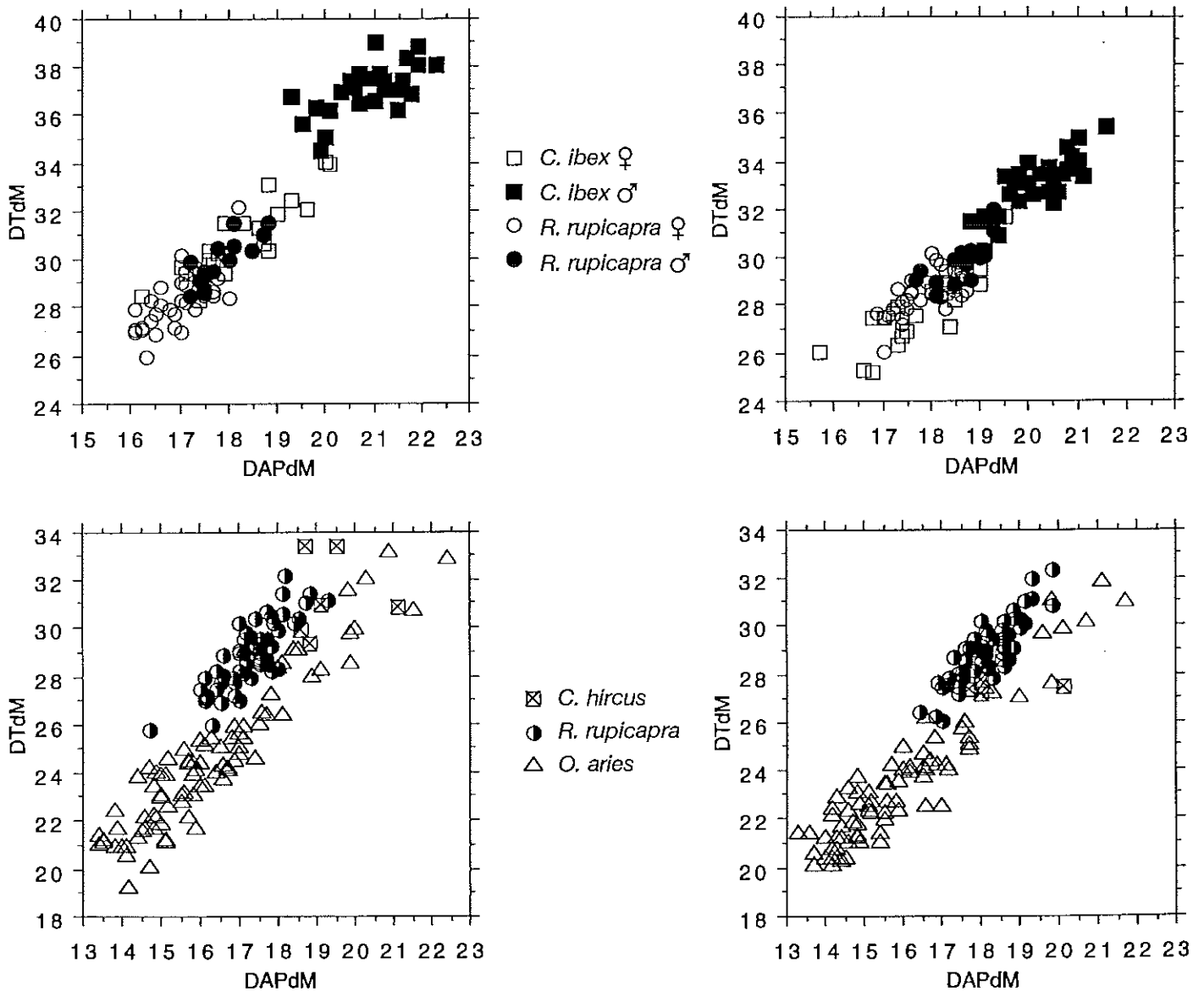


Figure 125a. Métacarpe: distum.

Figure 125b. Métatarse: distum.

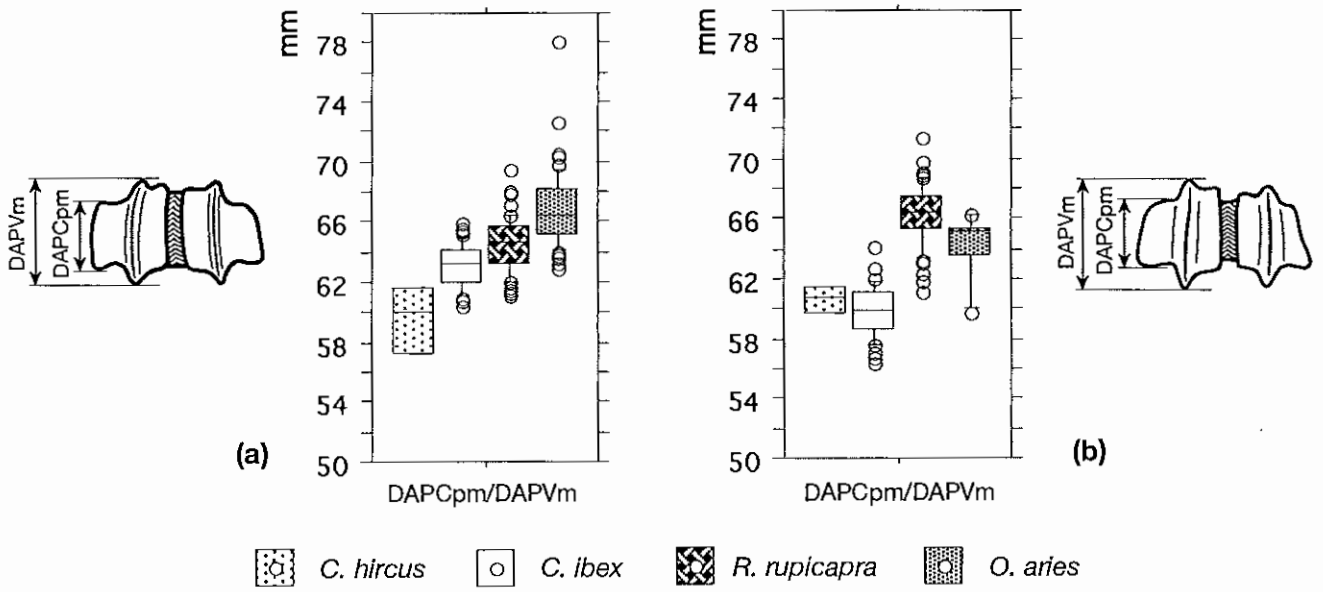


Figure 126. Métacarpe (a) et métatarse (b): trochlée médiale.

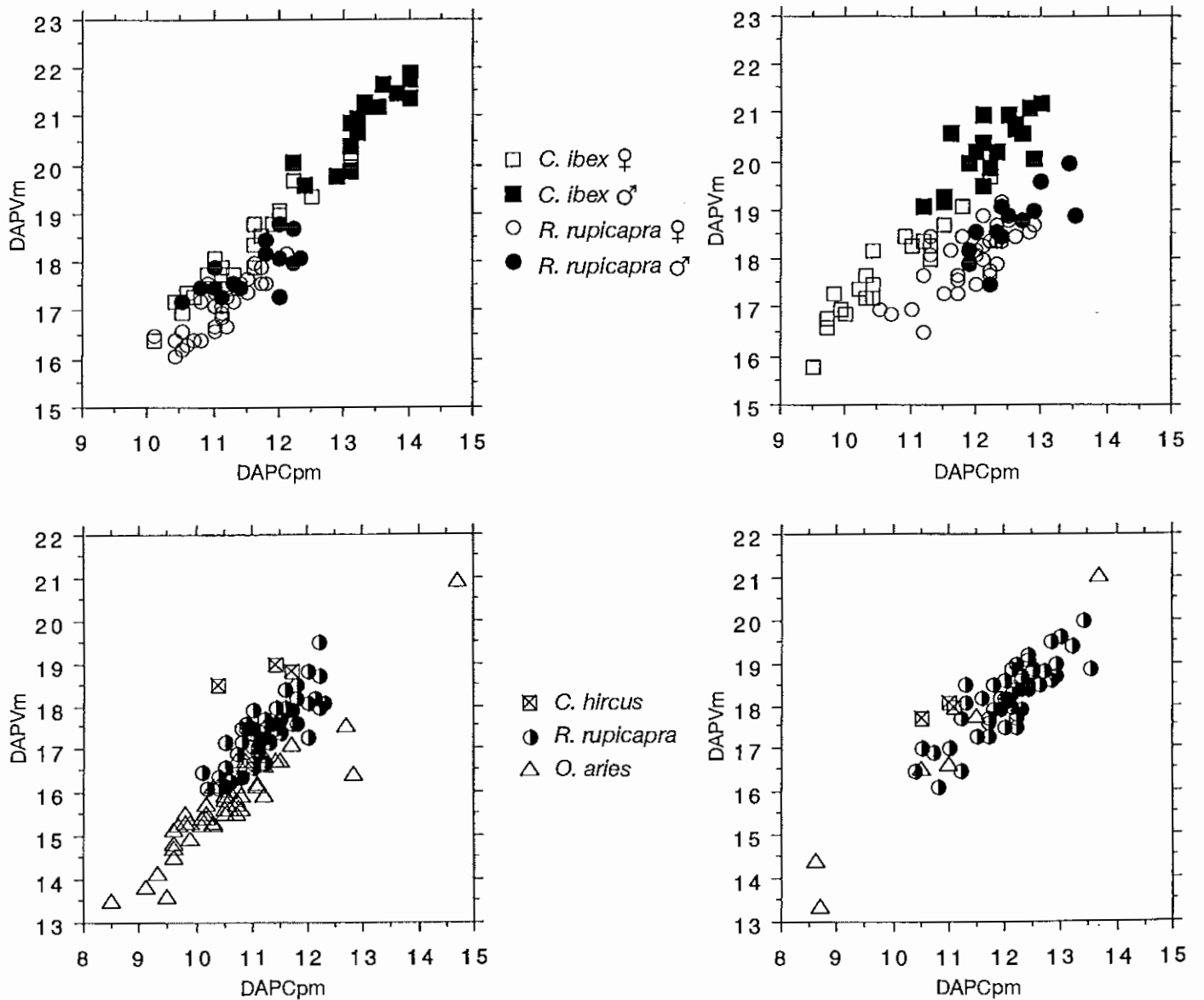


Figure 127a. Métacarpe: trochlée médiale.

Figure 127b. Métatarse: trochlée médiale.

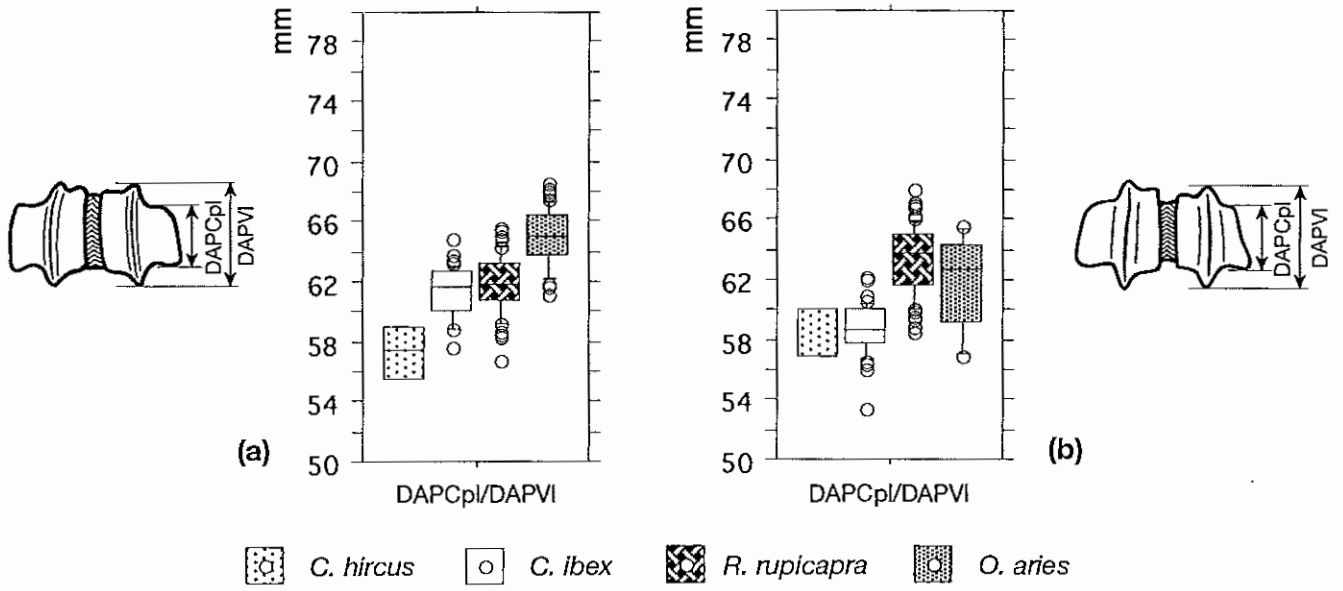


Figure 128. Métacarpe (a) et métatarse (b): trochlée latérale.

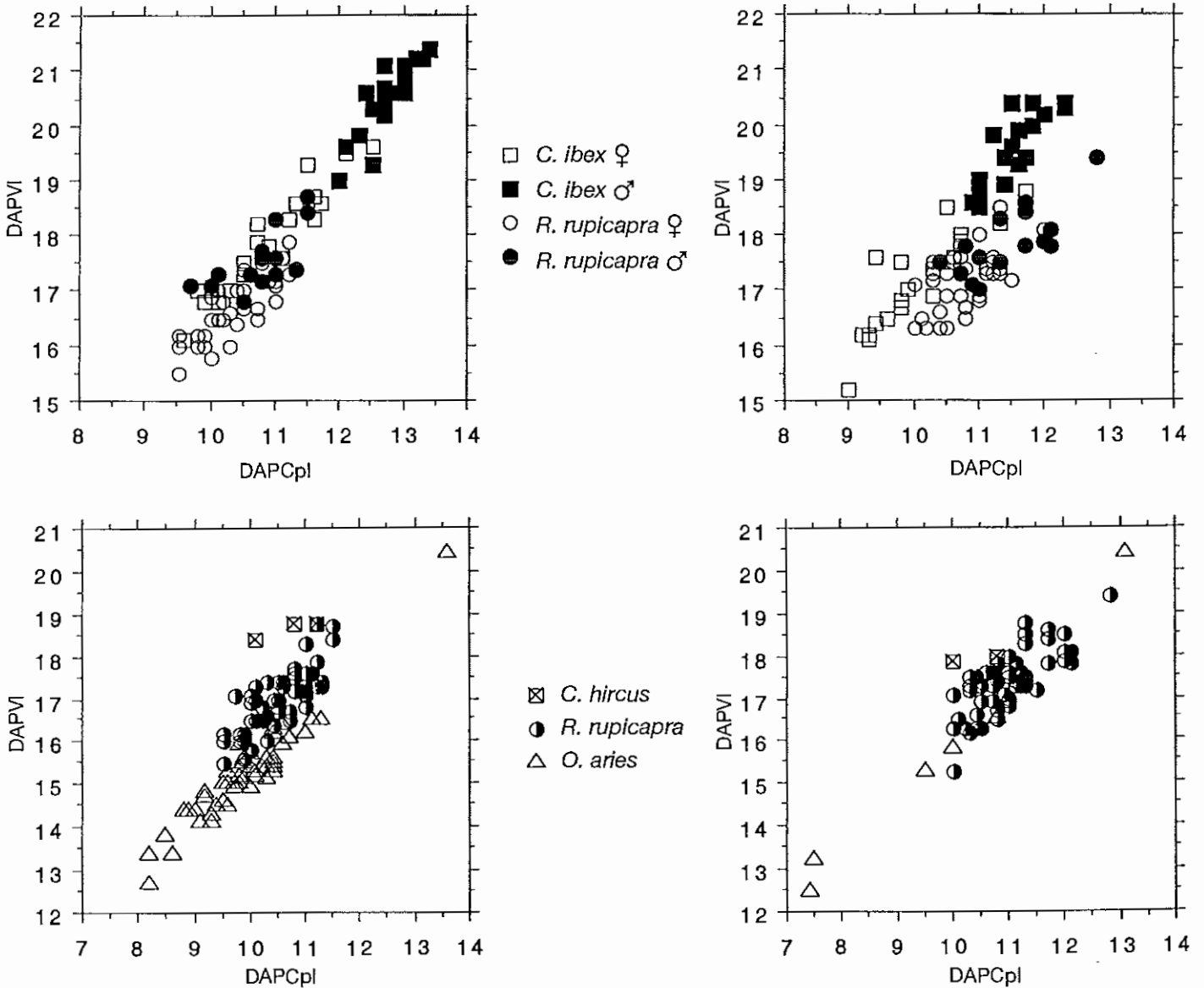


Figure 129a. Métacarpe: trochlée latérale.

Figure 129b. Métatarse: trochlée latérale.

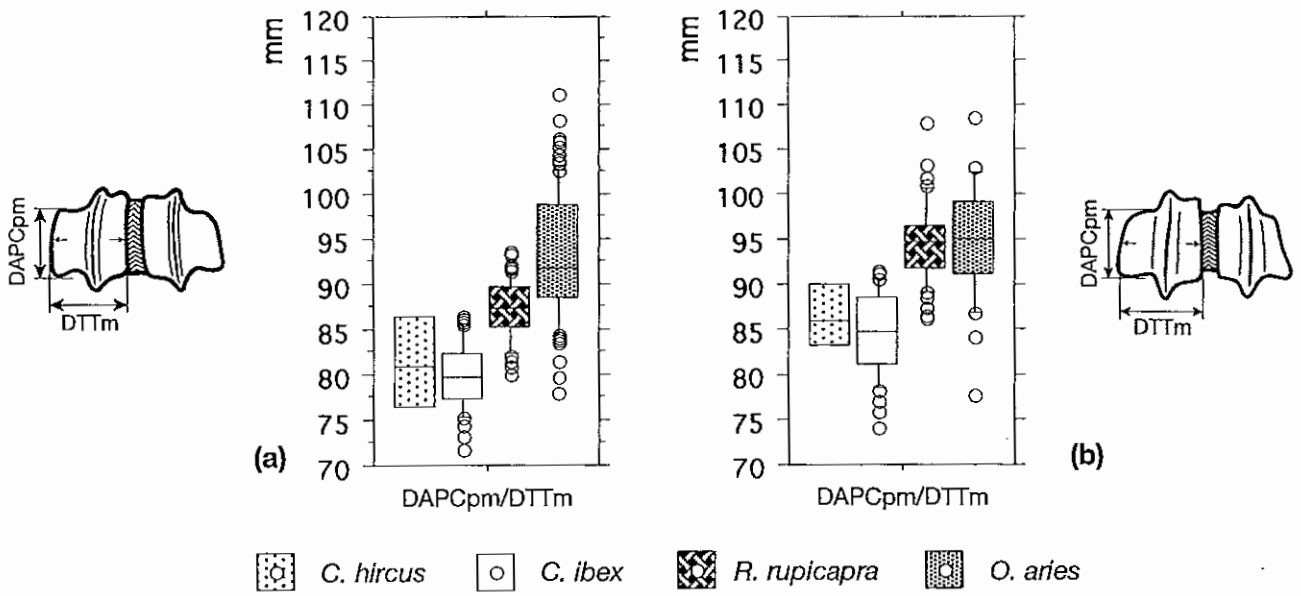


Figure 130. Métacarpe (a) et métatarse (b): trochlée médiale.

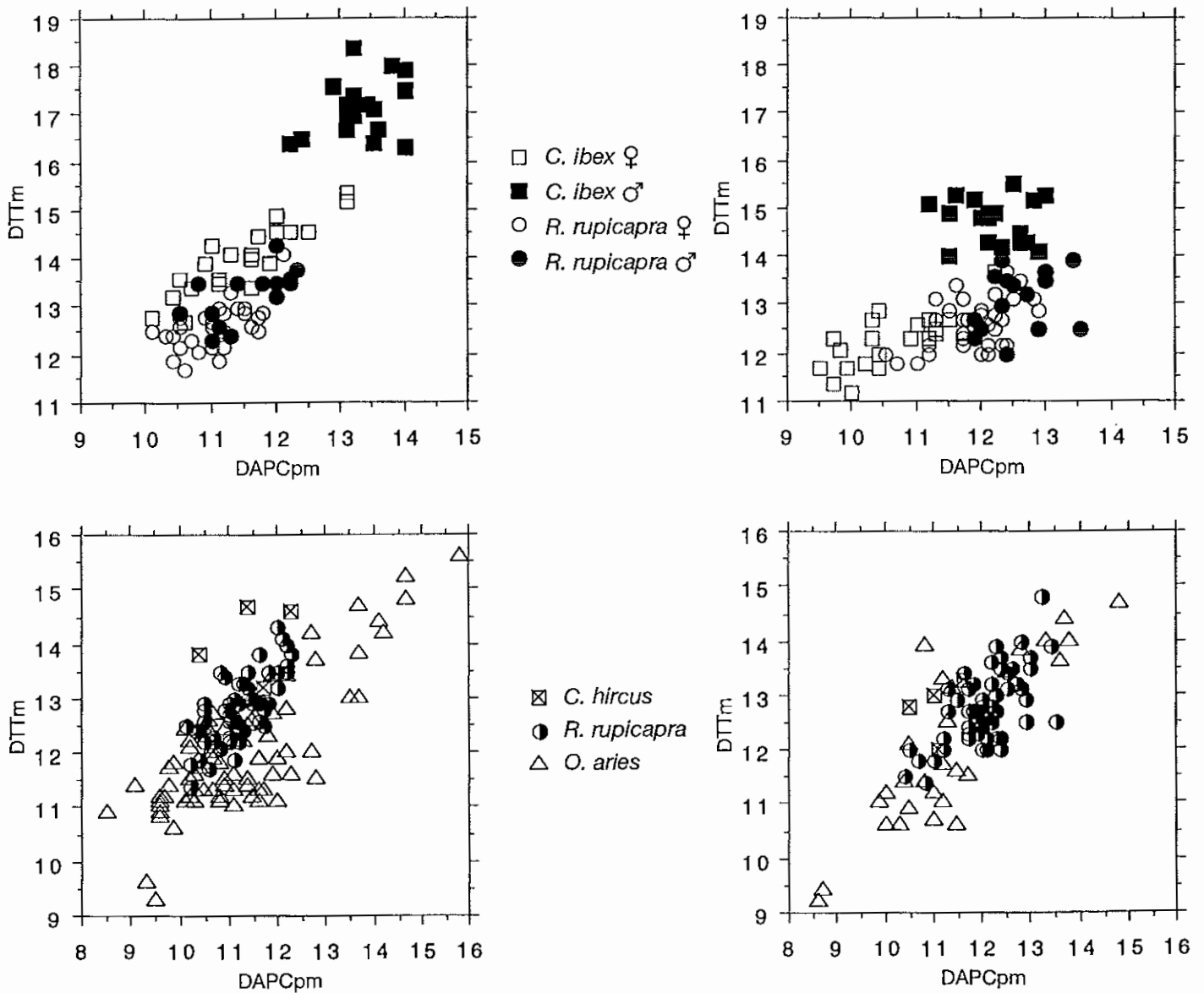


Figure 131a. Métacarpe: trochlée médiale.

Figure 131b. Métatarse: trochlée médiale.

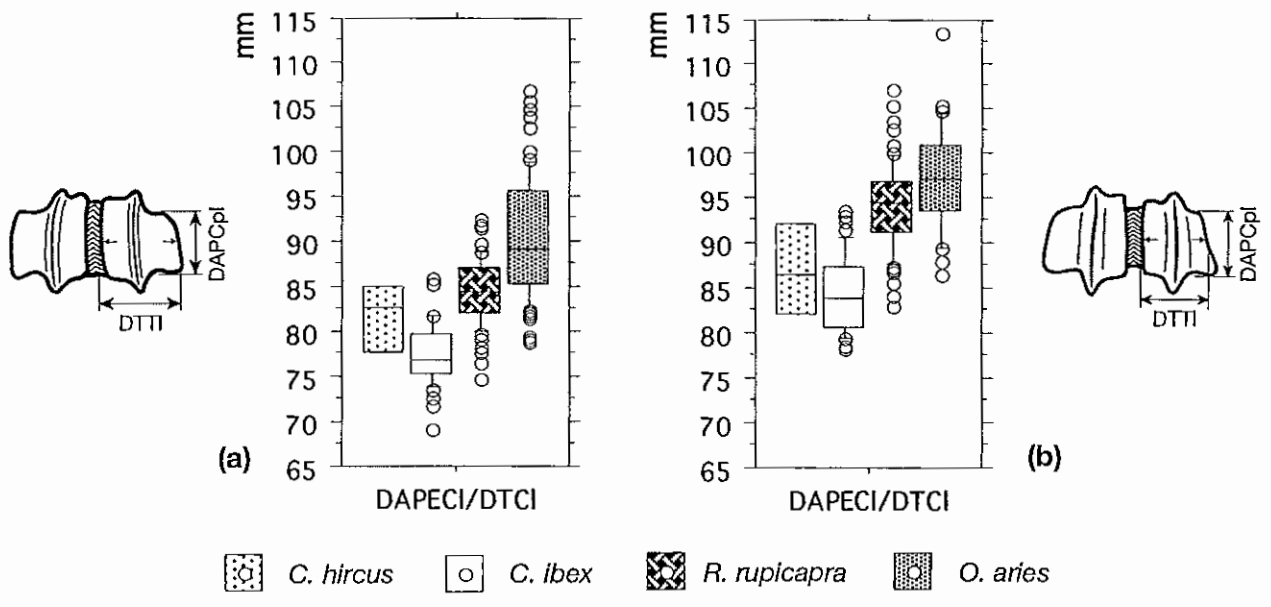


Figure 132. Métacarpe (a) et métatarse (b): trochlée latérale.

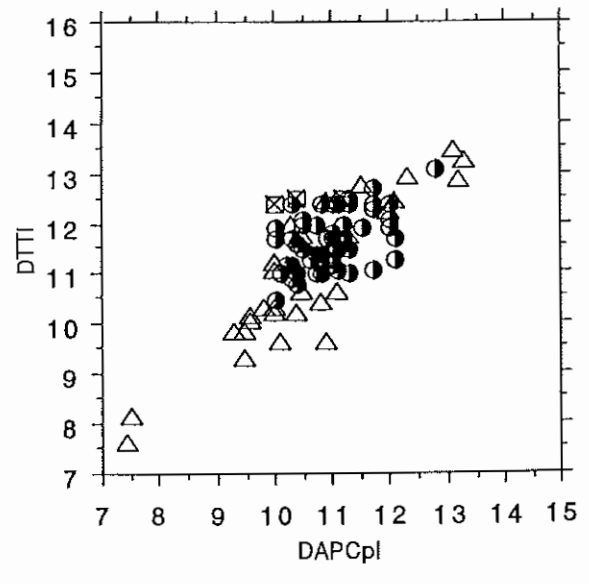
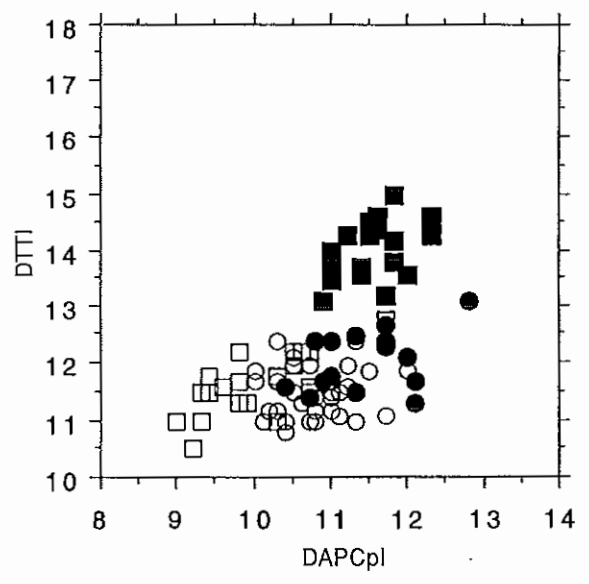
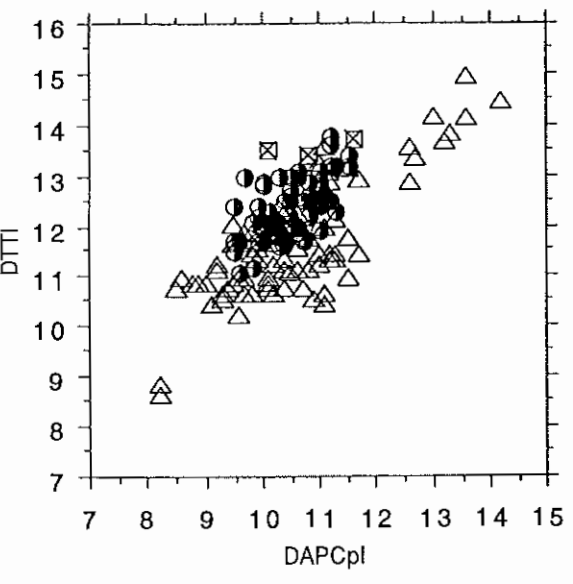
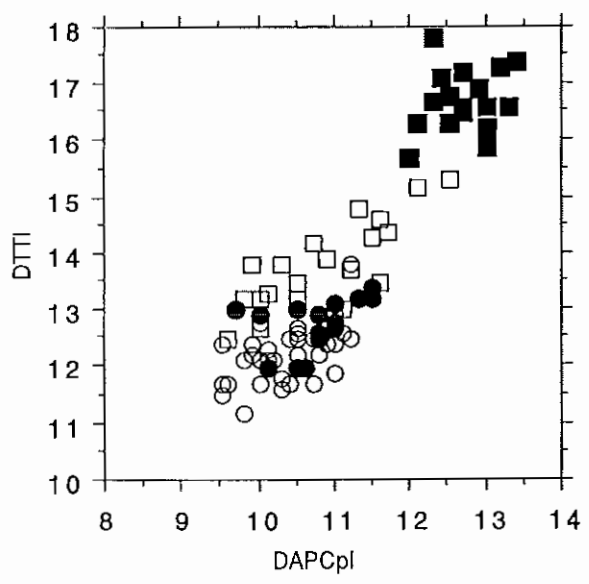


Figure 133a. Métacarpe: trochlée latérale.

Figure 133b. Métatarse: trochlée latérale.

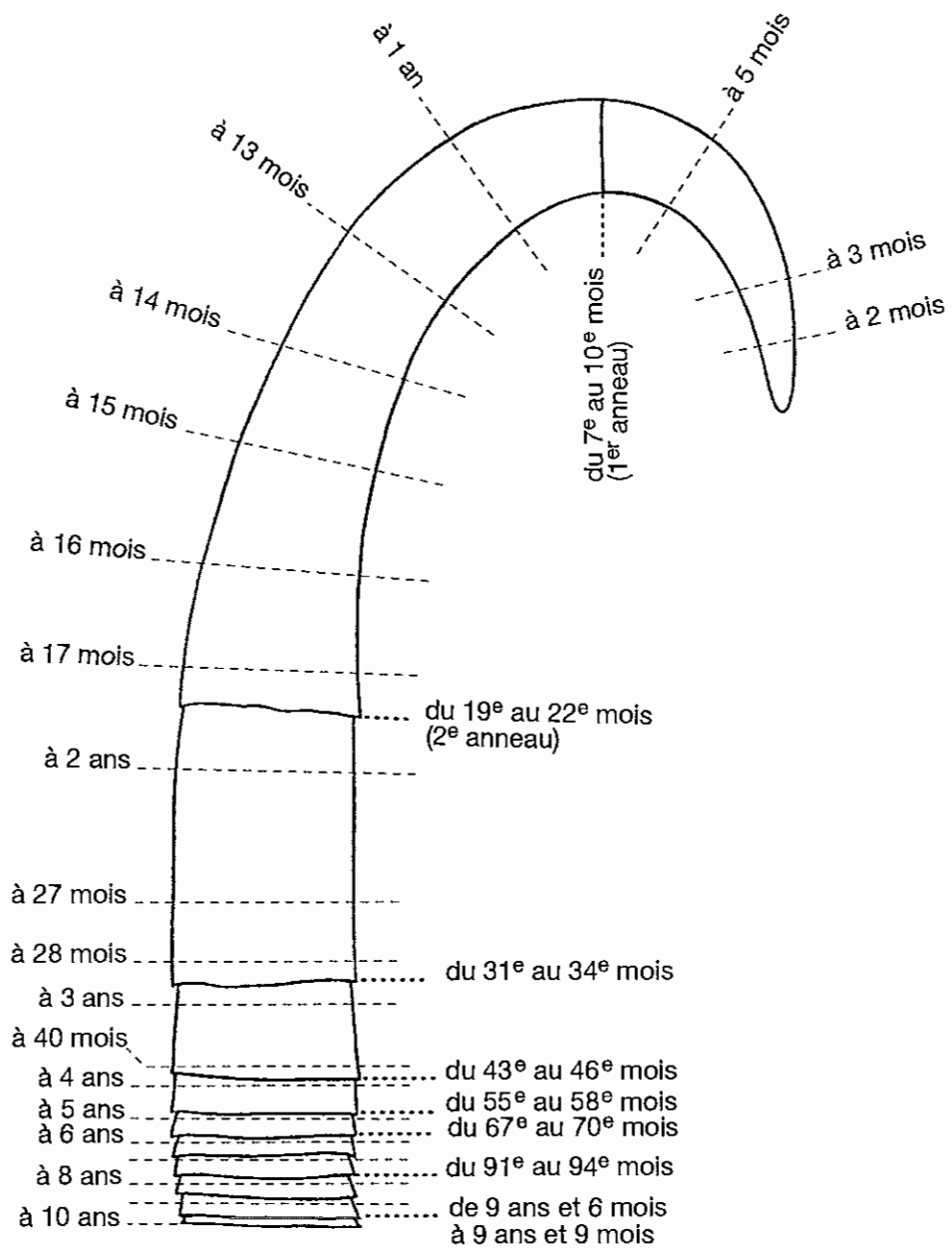


Figure 134. Schéma montrant, chez le chamois des Alpes (*R. r. rupicapra*), l'allongement de la corne suivant l'âge, l'emplacement des anneaux annuels et la période d'arrêt du développement de l'étui. Mâle dans sa 10^e année (d'après COUTURIER 1938).

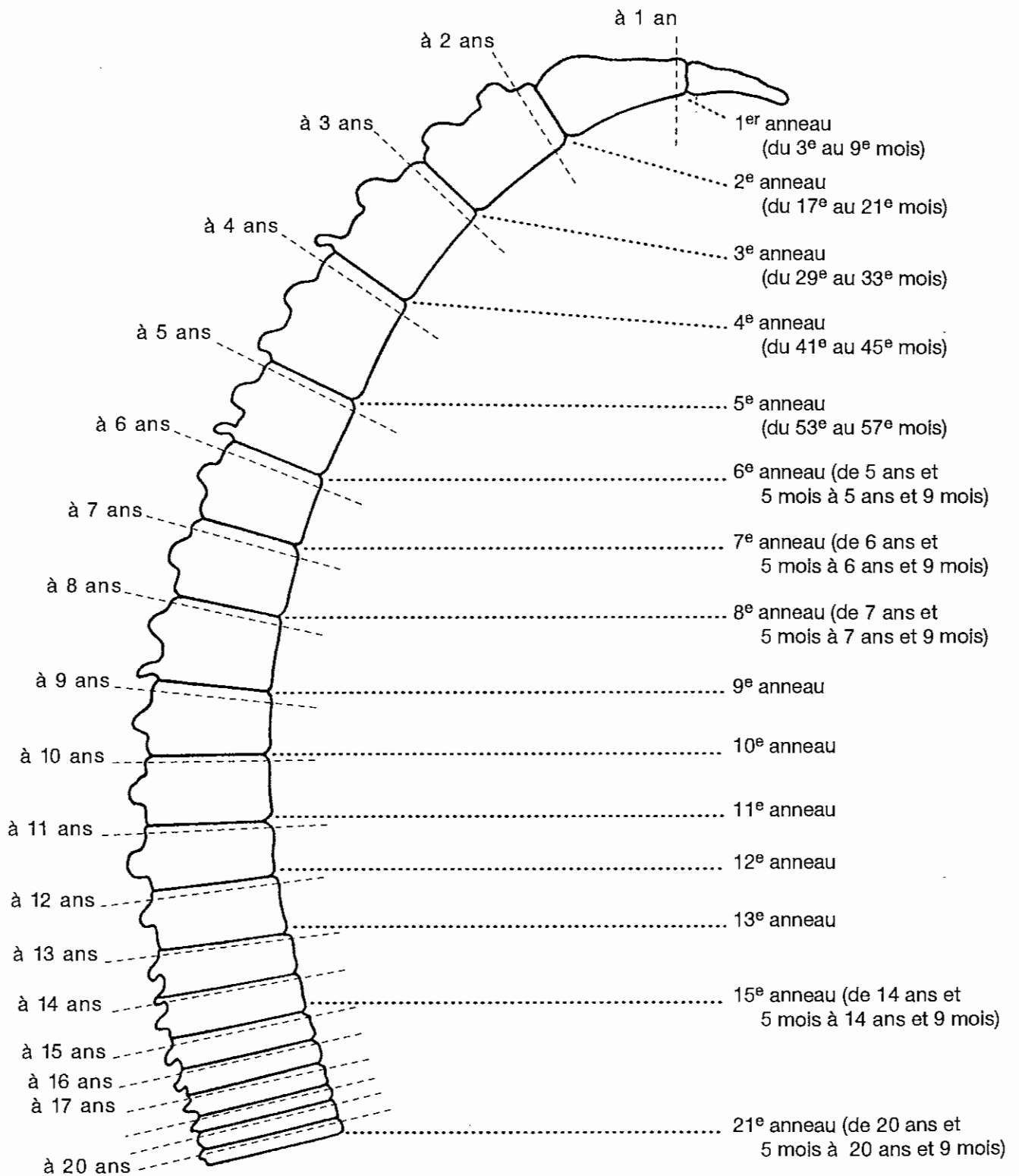


Figure 135 . Schéma montrant, chez le bouquetin des Alpes (*C. i. ibex*), l'allongement de la corne suivant l'âge, l'emplacement des anneaux annuels et la période d'arrêt du développement de l'étui. Mâle dans sa 21^e année (d'après COUTURIER 1962).

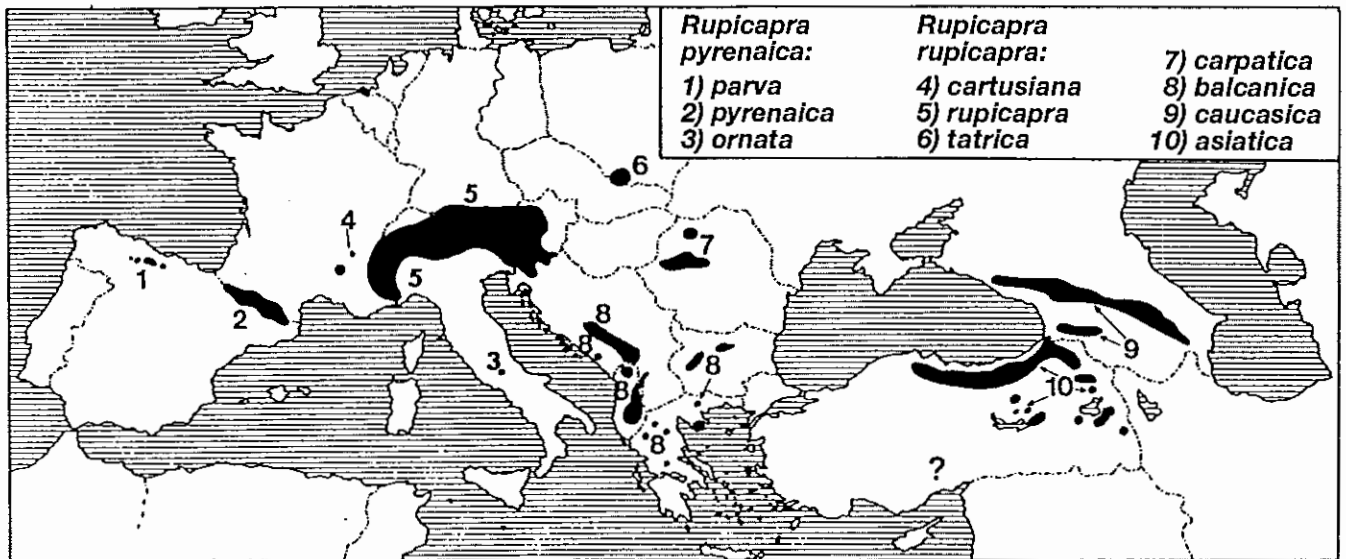


Figure 136. Aire de distribution naturelle actuelle des différentes espèces et sous-espèces de chamois (d'après LOVARI 1987).

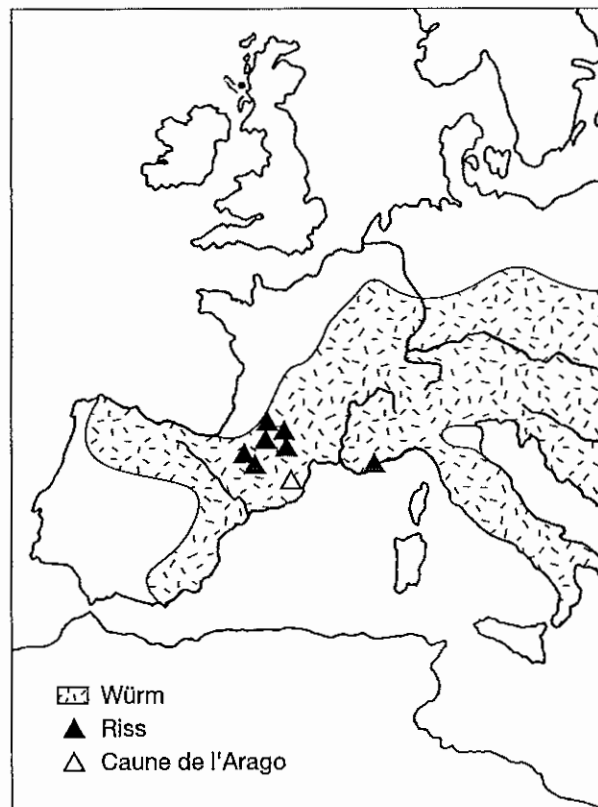


Figure 137. Distribution, pour l'Europe de l'Ouest, du chamois pléistocène (d'après MASINI 1985).

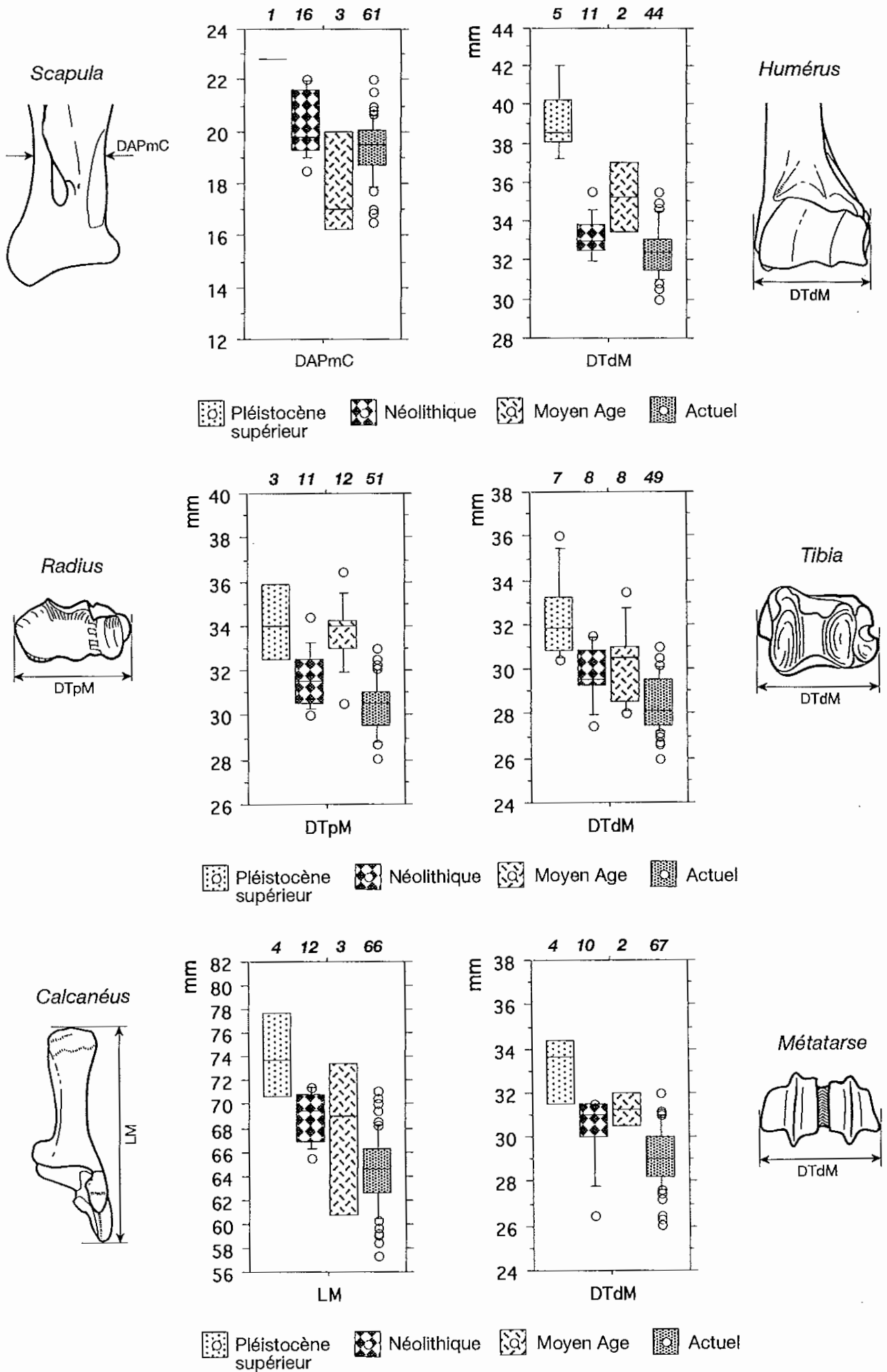


Figure 138. Dimensions de spécimens de chamois alpin (*R. r. rupicapra*) à différentes périodes. Les effectifs pour chaque groupe sont indiqués au-dessus des boîtes correspondantes.

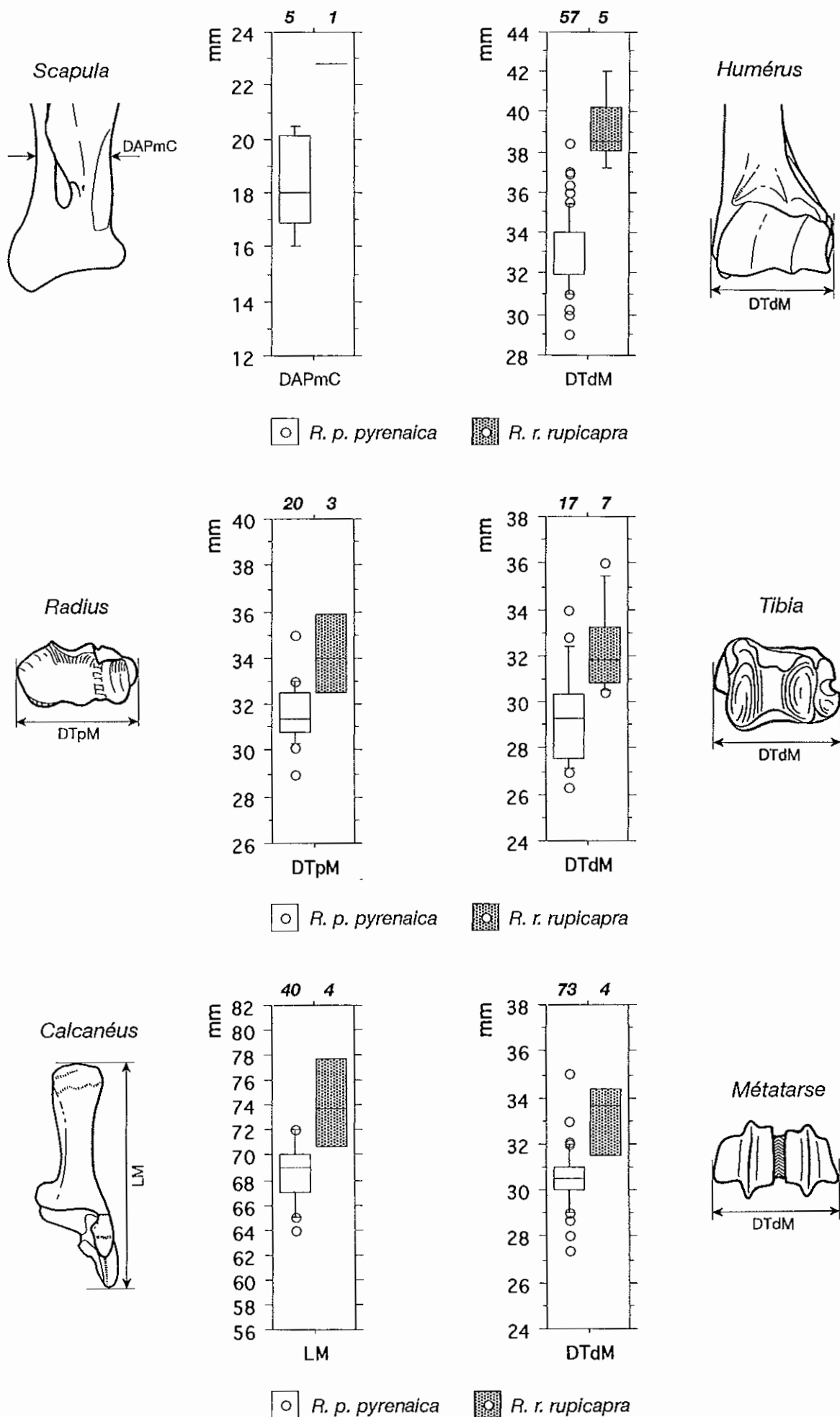


Figure 139. Dimensions de spécimens datant du Pléistocène supérieur (Würm): chamois des Pyrénées (*R. p. pyrenaica*) et des Alpes (*R. r. rupicapra*). Les effectifs pour chaque groupe sont indiqués au-dessus des boîtes correspondantes.

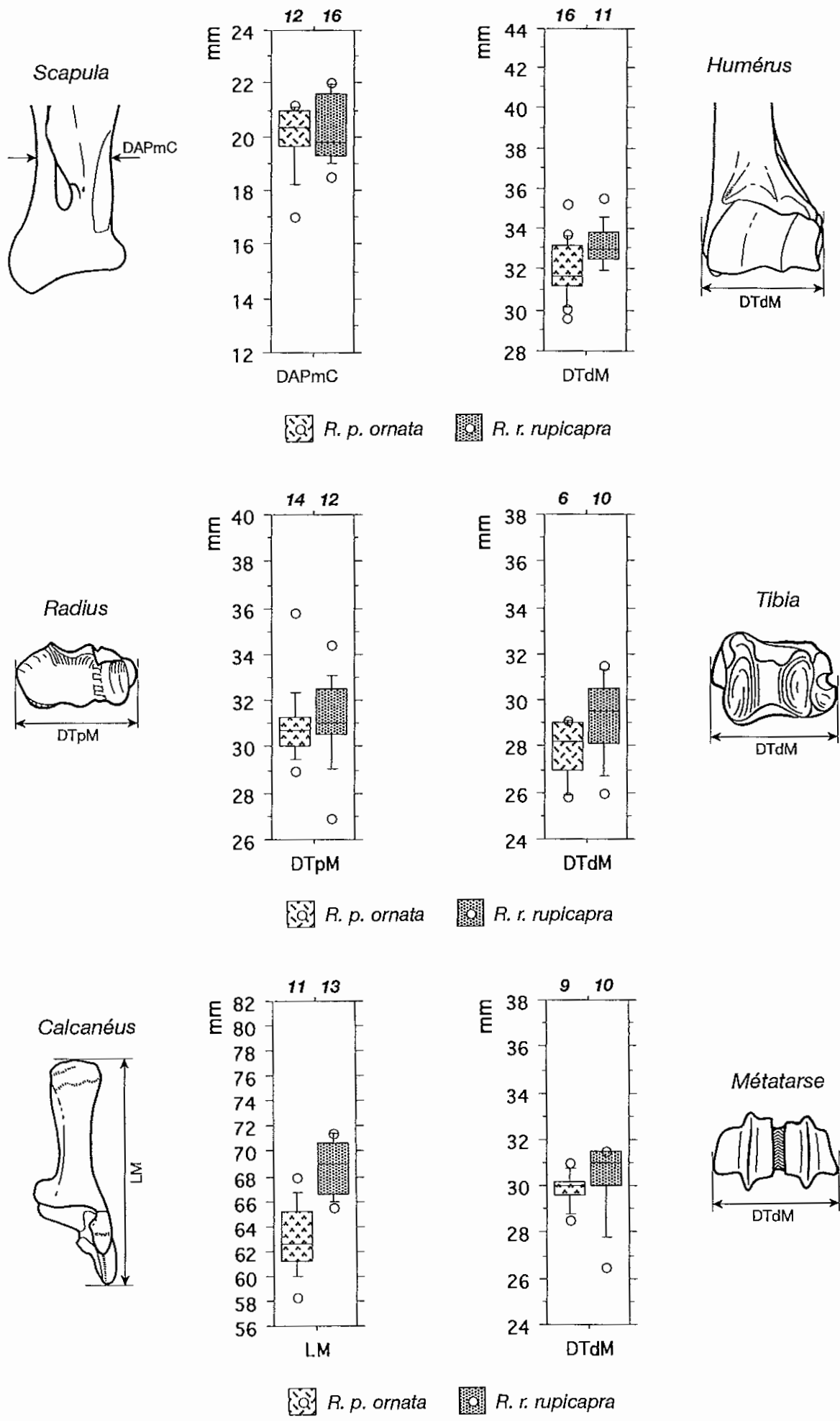


Figure 140. Dimensions de spécimens méso/néolithiques de chamois des Abruzzes (*R. p. ornata*) et de chamois des Alpes (*R. r. rupicapra*). Les effectifs pour chaque groupe sont indiqués au-dessus des boîtes correspondantes.

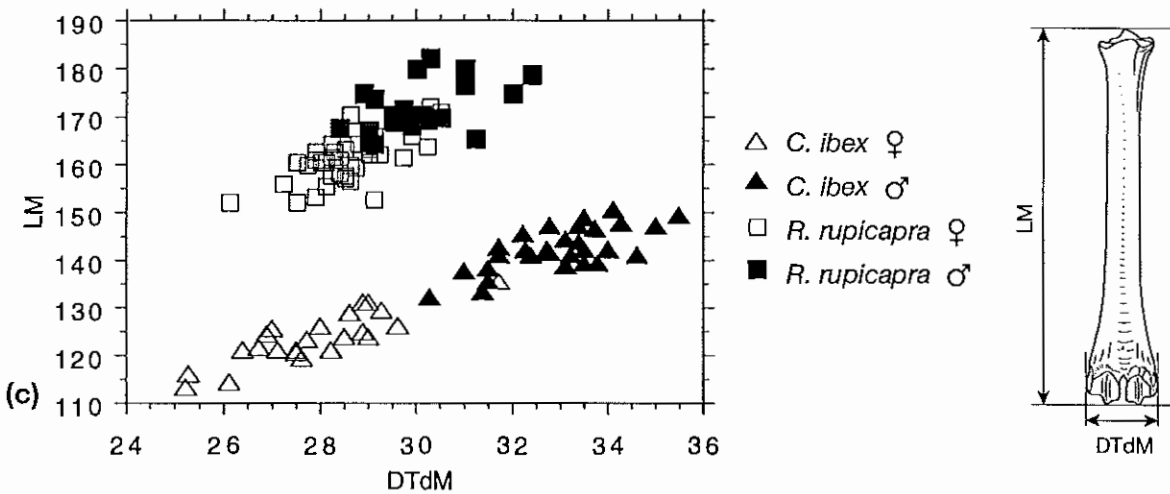
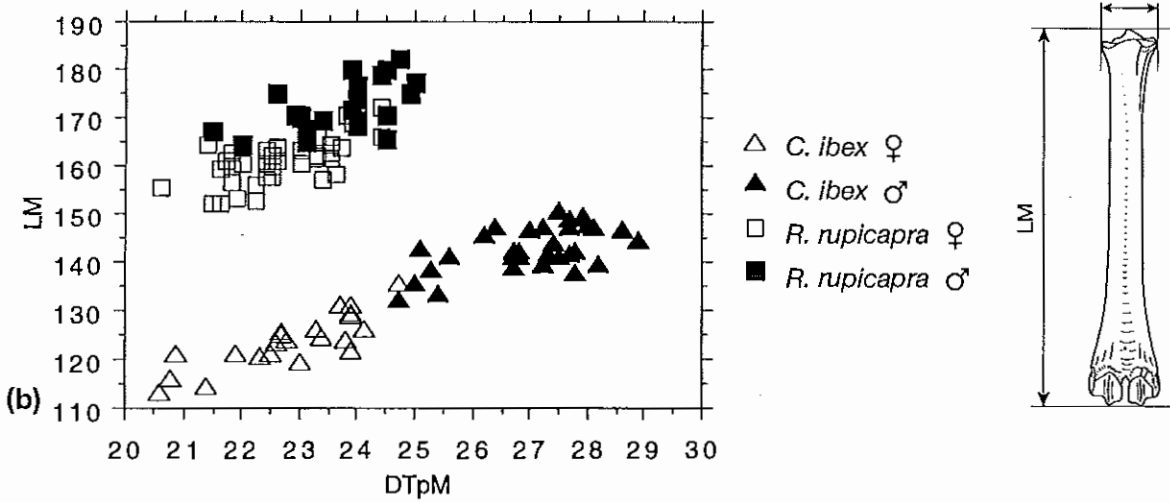
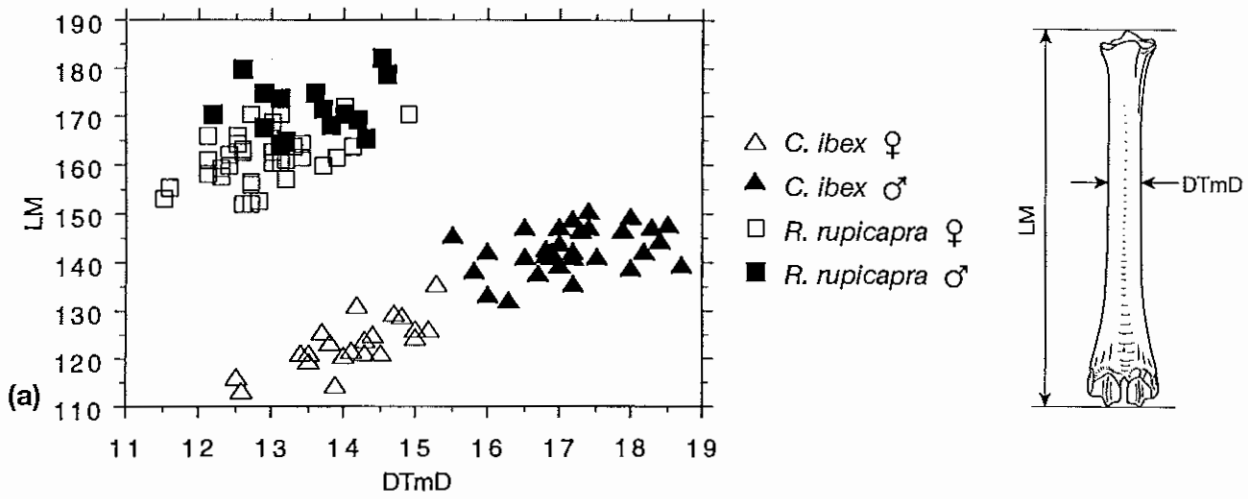


Figure 21. Métatarses: indices de gracilité (spécimens adultes).

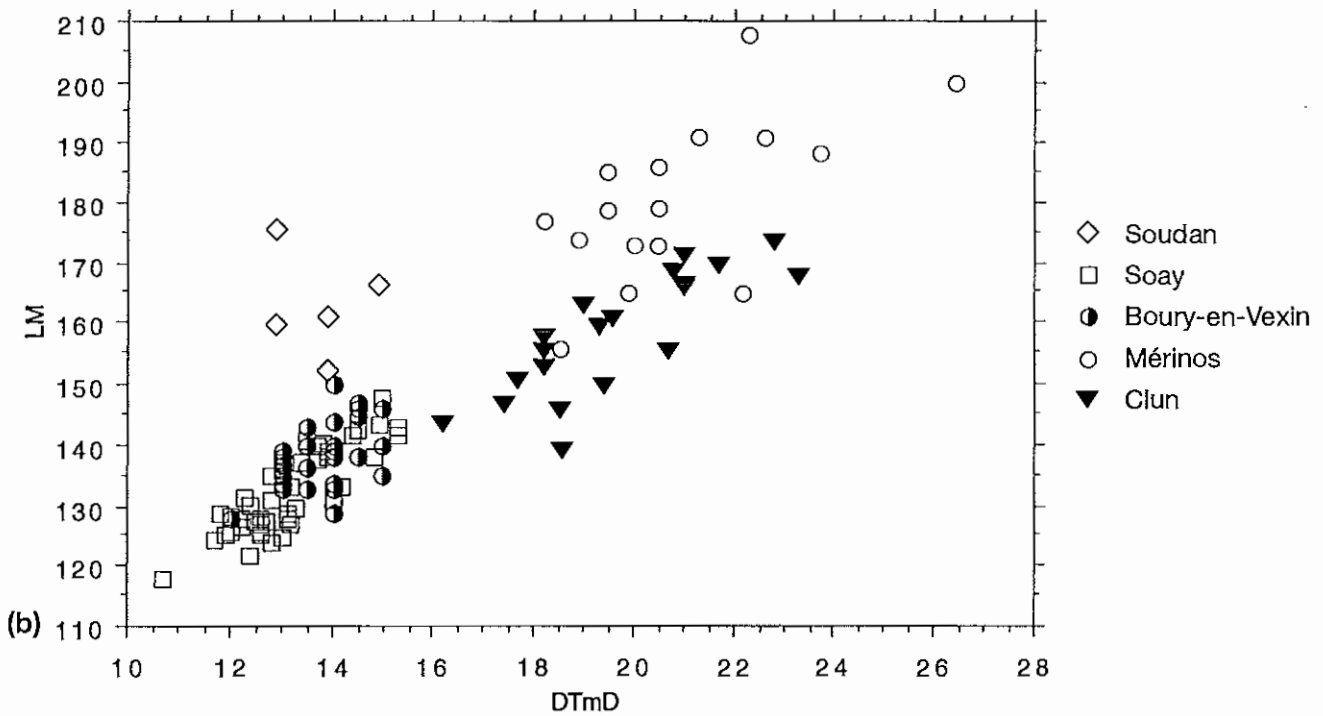
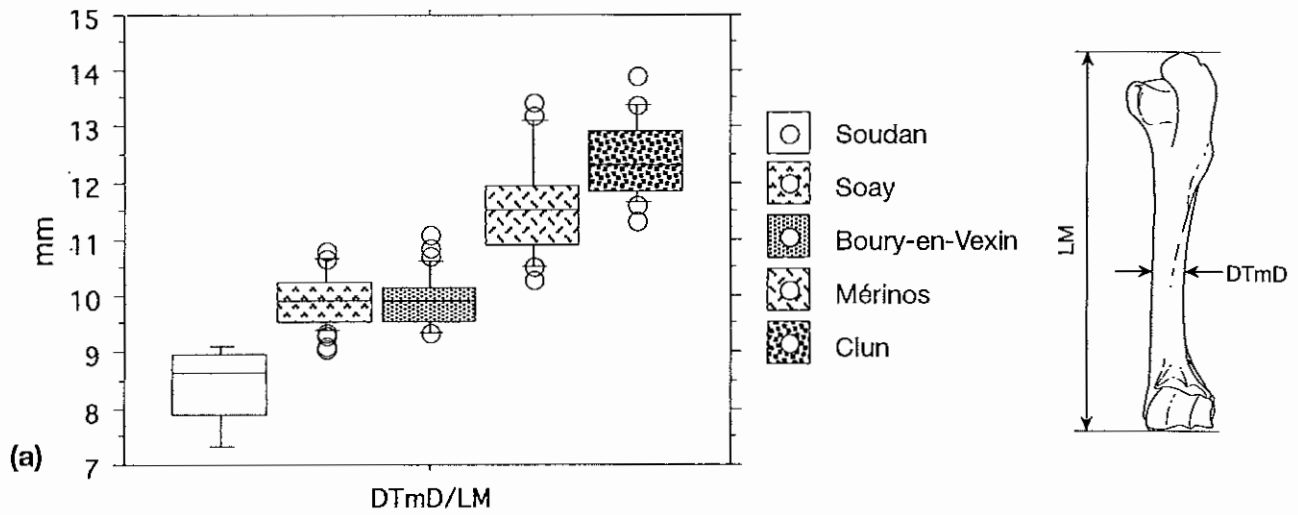


Figure 22. Humérus: a) indices de gracilité et b) diagramme bivarié, pour différents types de moutons.

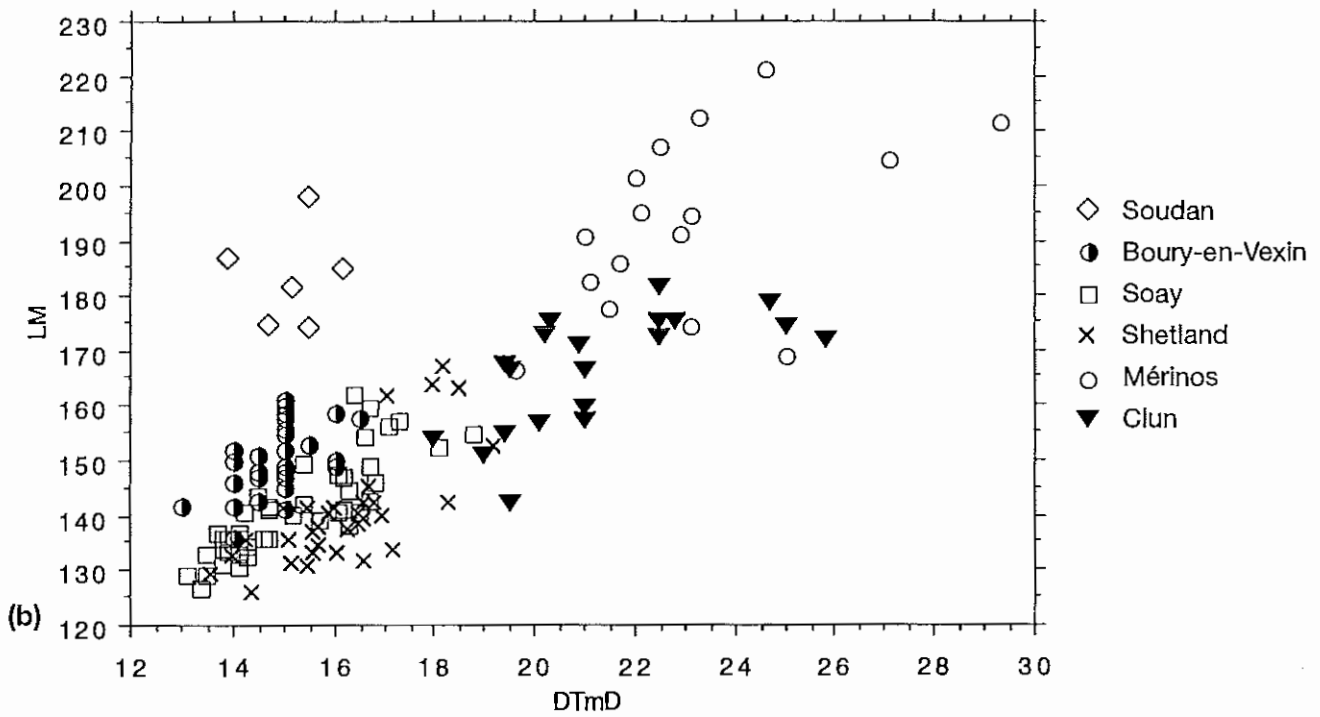
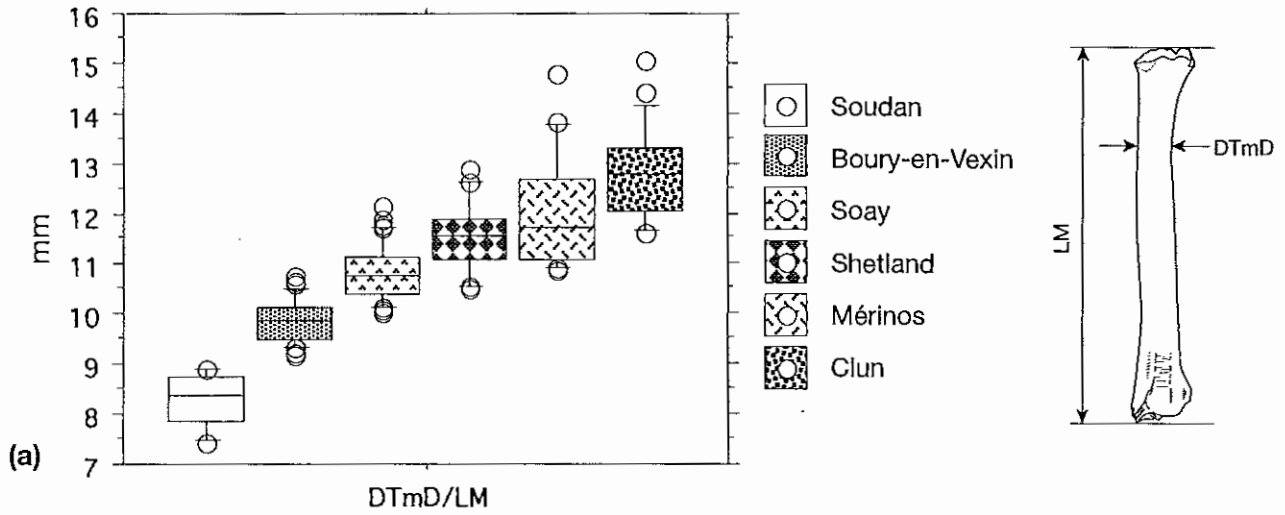


Figure 23. Radius: a) indices de gracilité et b) diagramme bivarié, pour différents types de moutons.

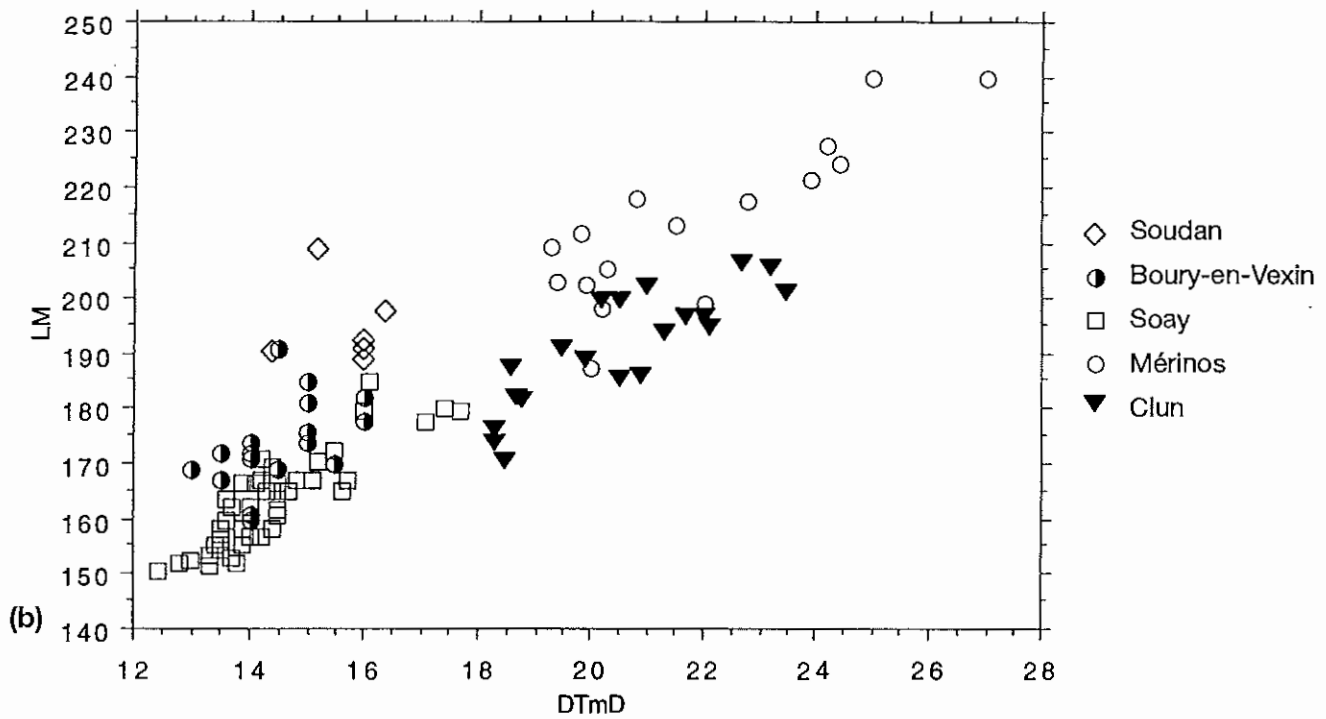
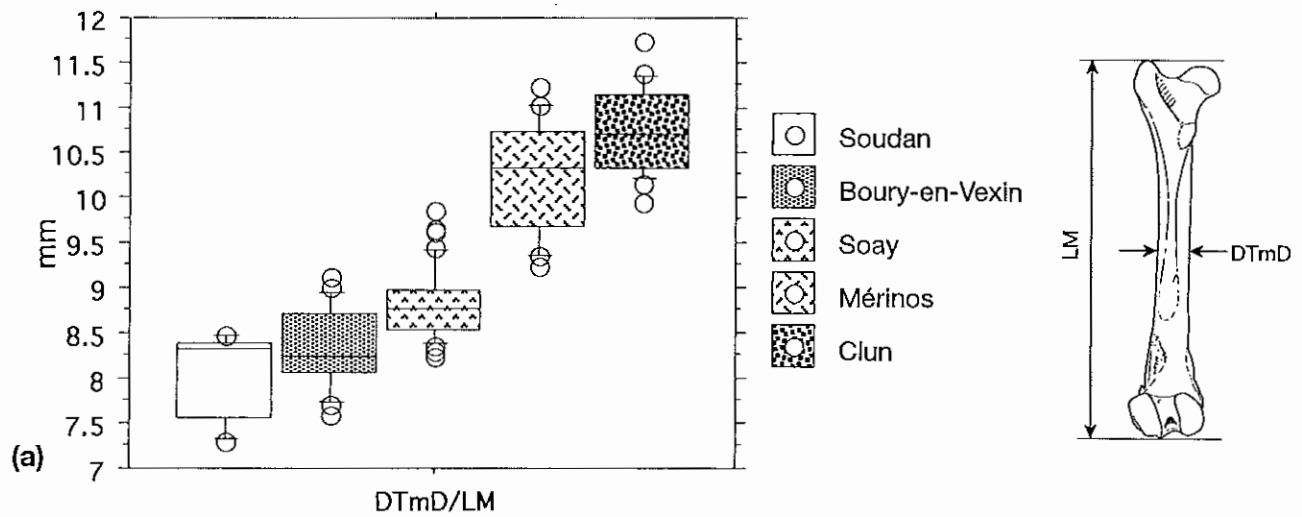


Figure 24. Fémur: a) indices de gracilité et b) diagramme bivarié, pour différents types de moutons.

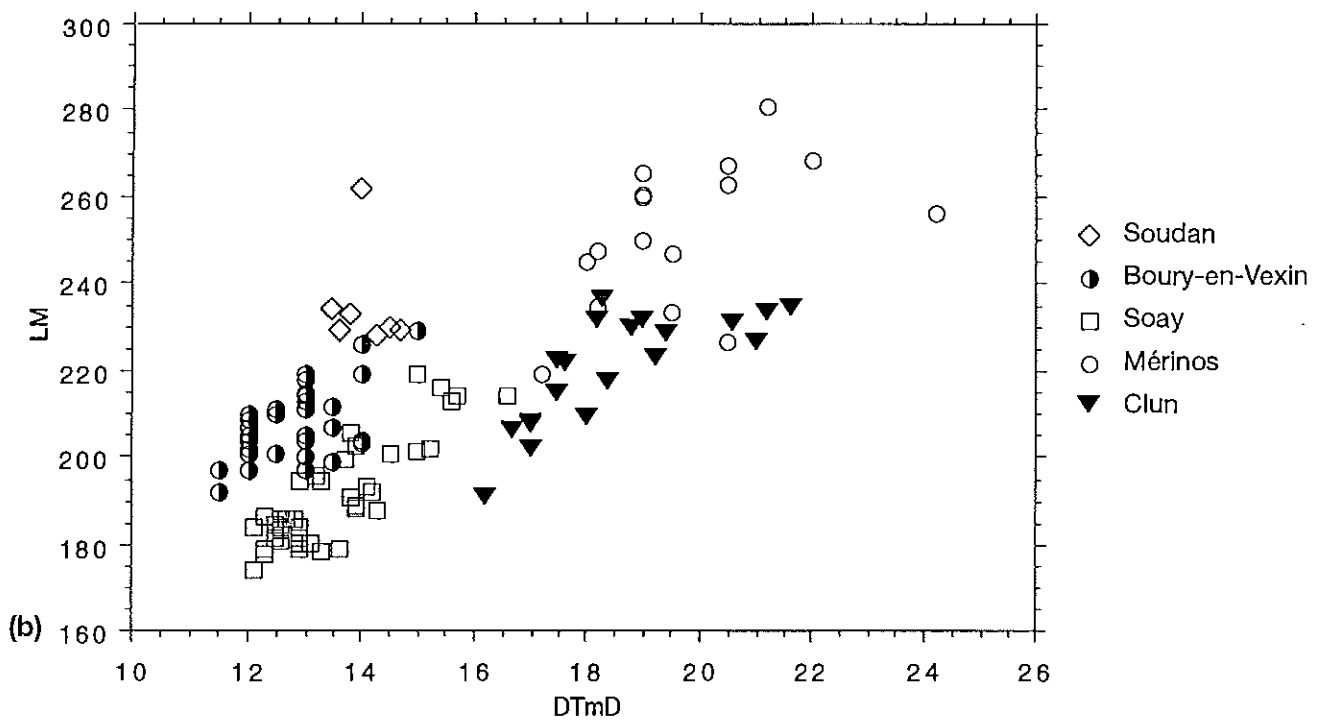
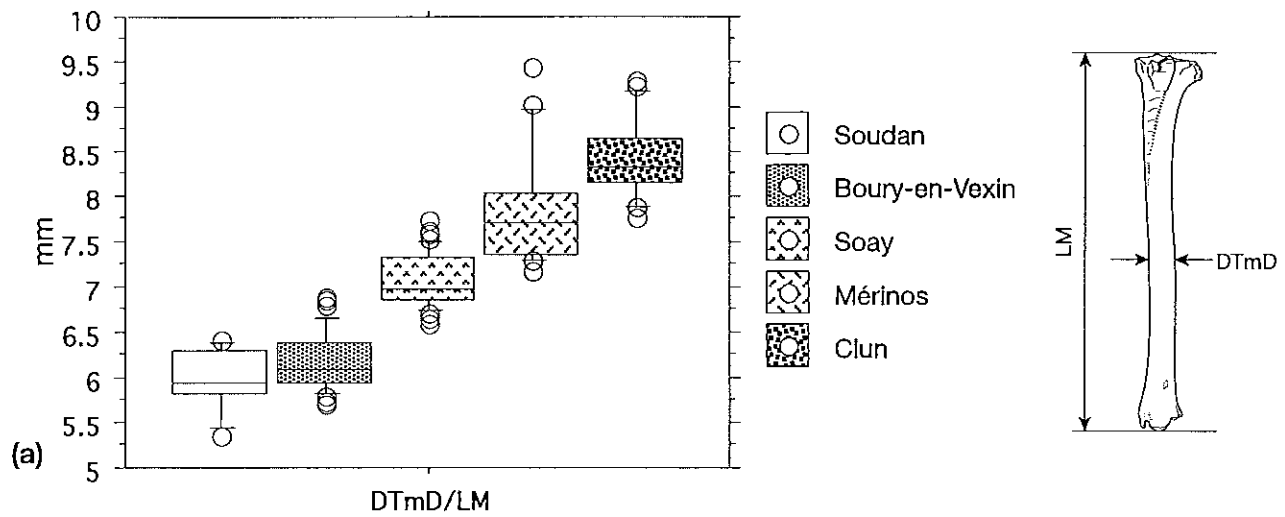


Figure 25. Tibia: a) indices de gracilité et b) diagramme bivarié, pour différents types de moutons.

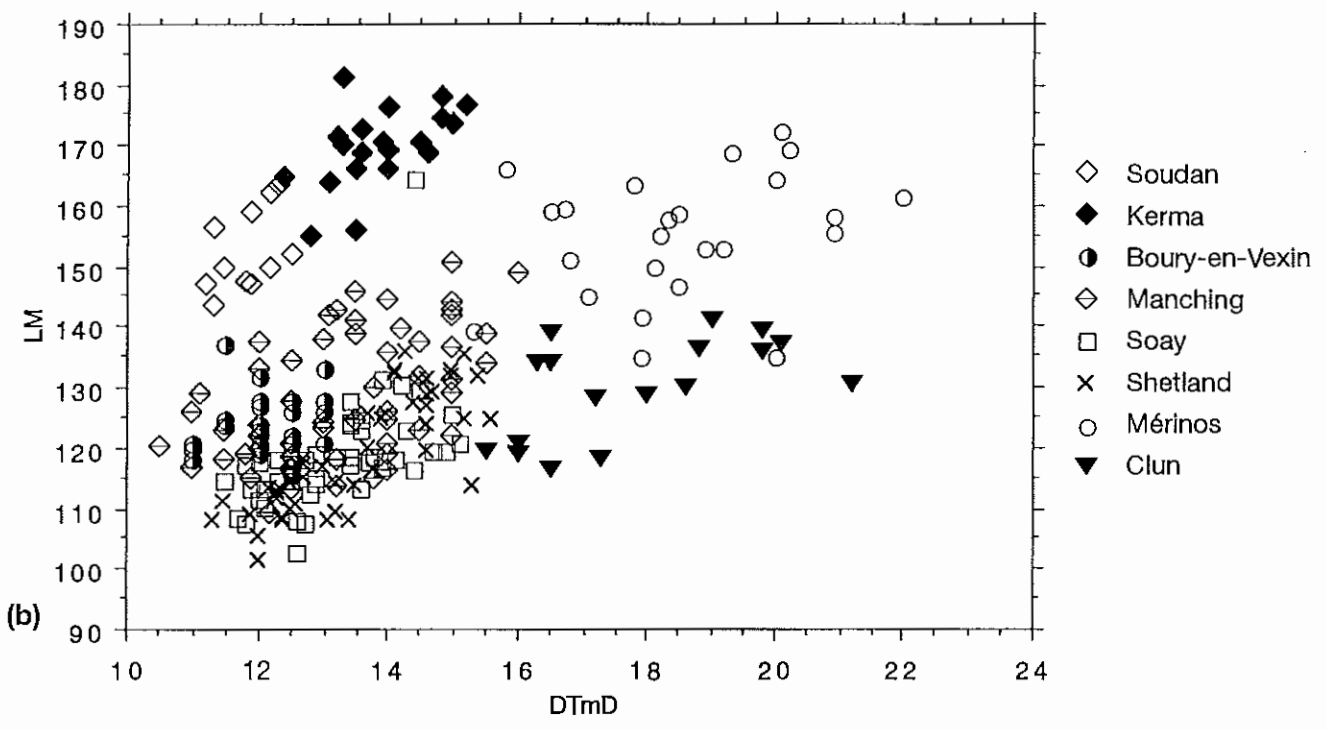
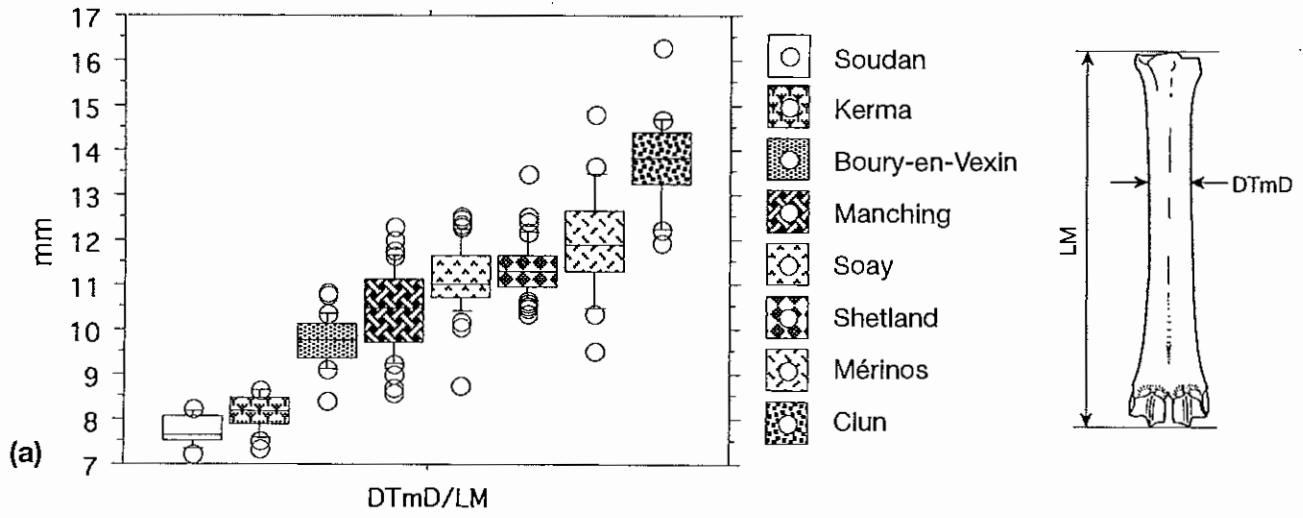


Figure 26. Métacarpe: a) indices de gracilité et b) diagramme bivarié, pour différents types de moutons.

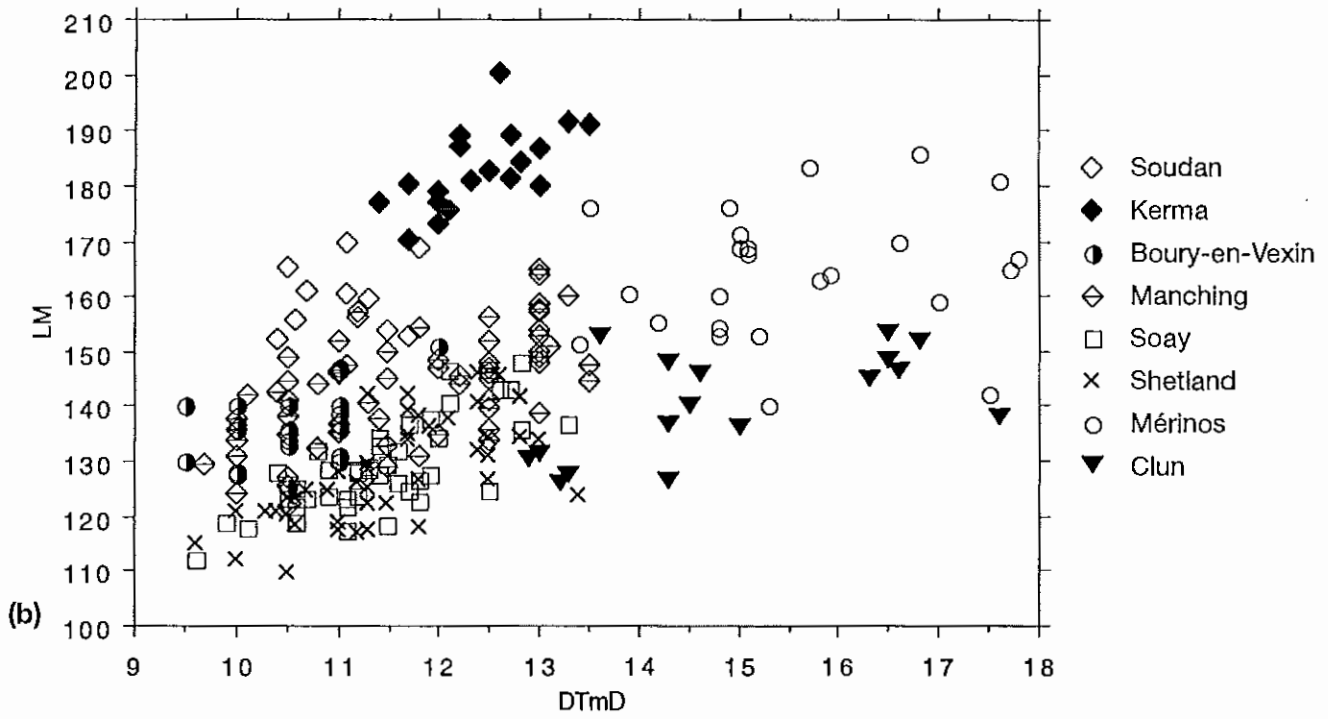
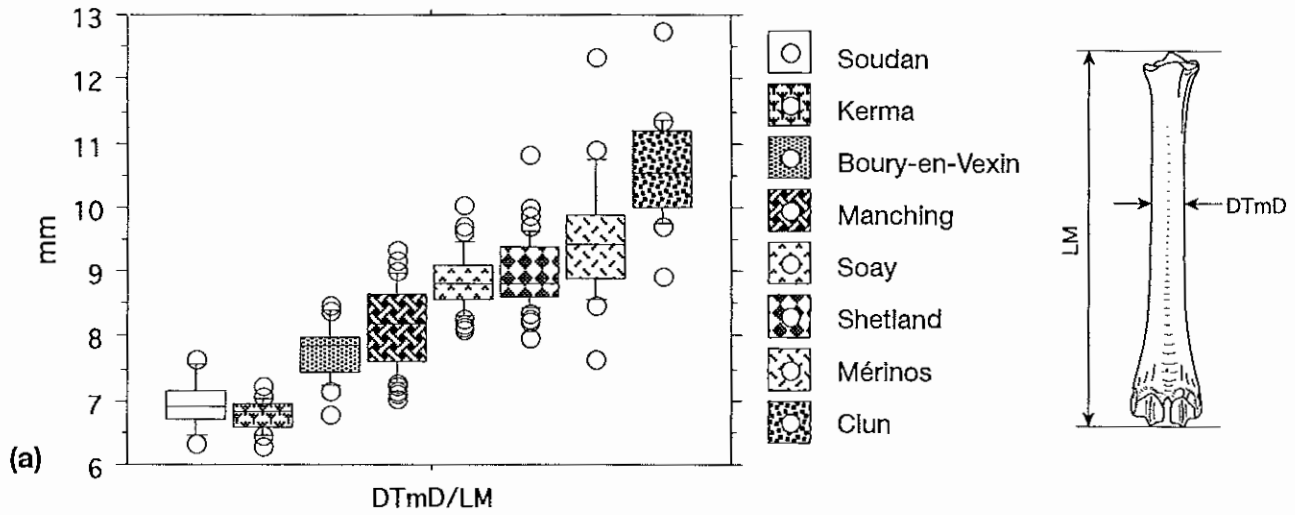


Figure 27. Métatarse: a) indices de gracilité et b) diagramme bivarié, pour différents types de moutons.

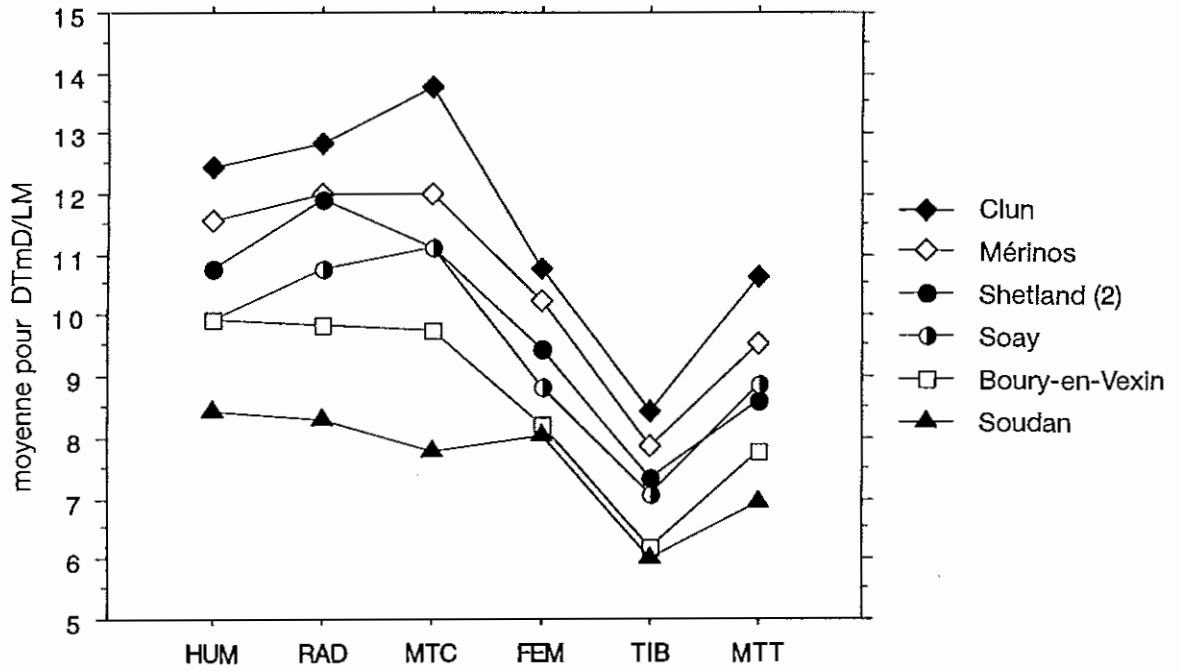


Figure 28. Comparaison des indices de gracilité des os longs pour différents types de moutons.

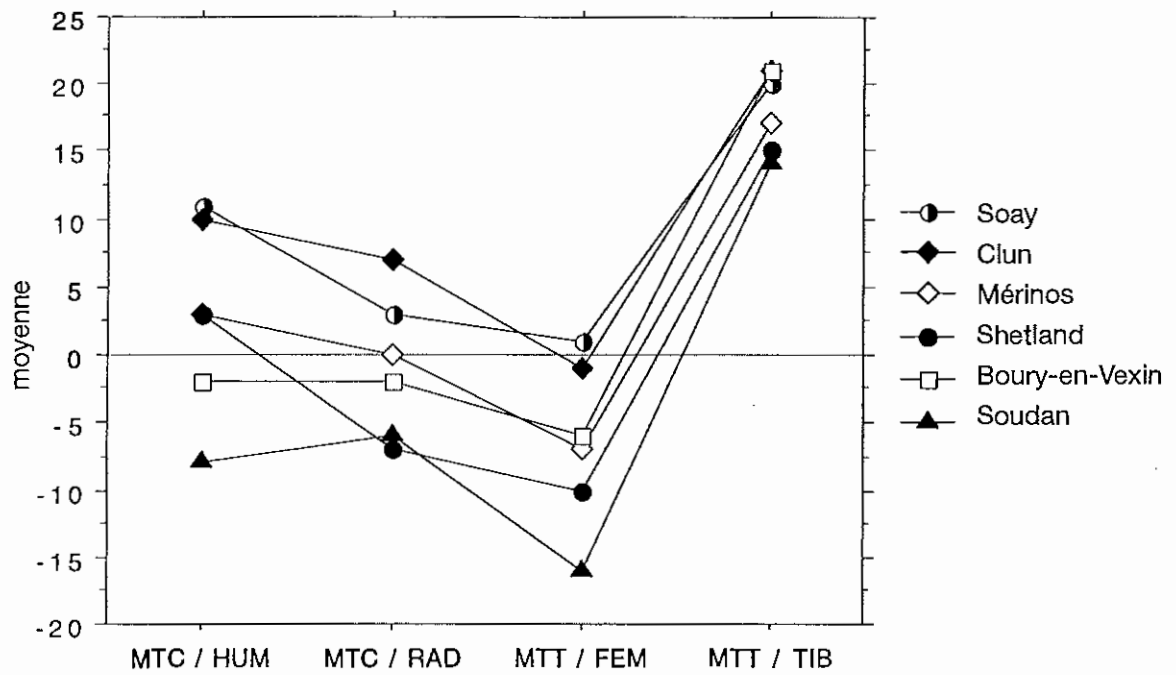


Figure 29. Comparaison des indices de gracilité relative des métapodes par rapport au stylopode et au zeugopode, pour différents types de moutons.

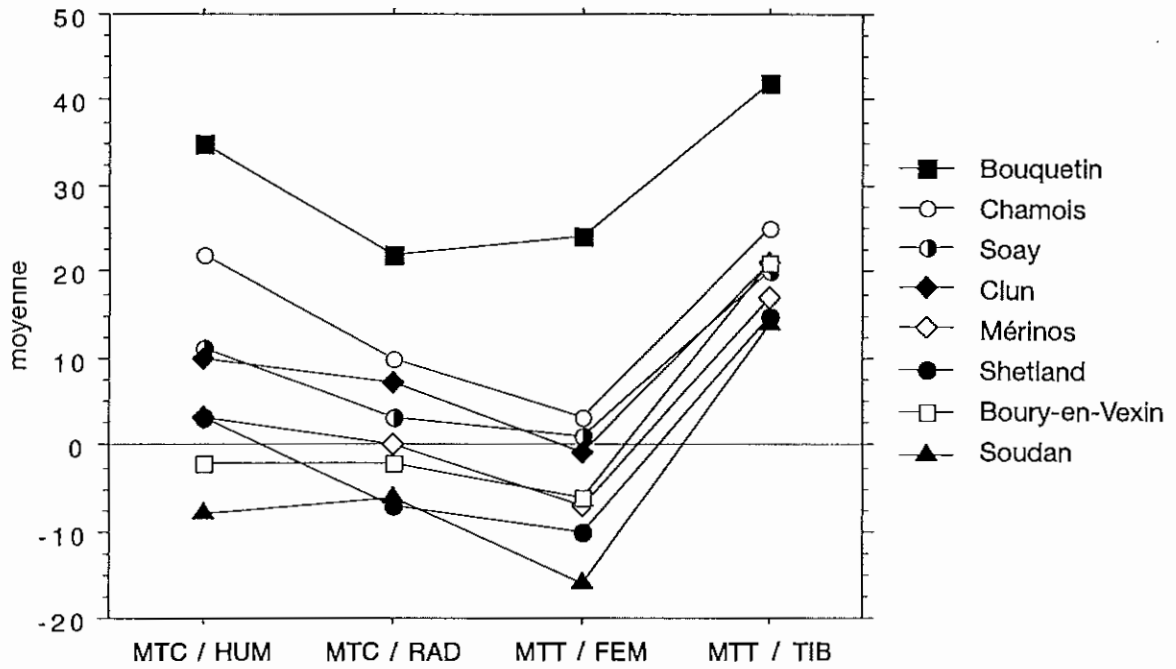


Figure 30. Comparaison des indices de gracilité relative des métapodes par rapport au stylopede et au zeugopode, pour différents caprinés.

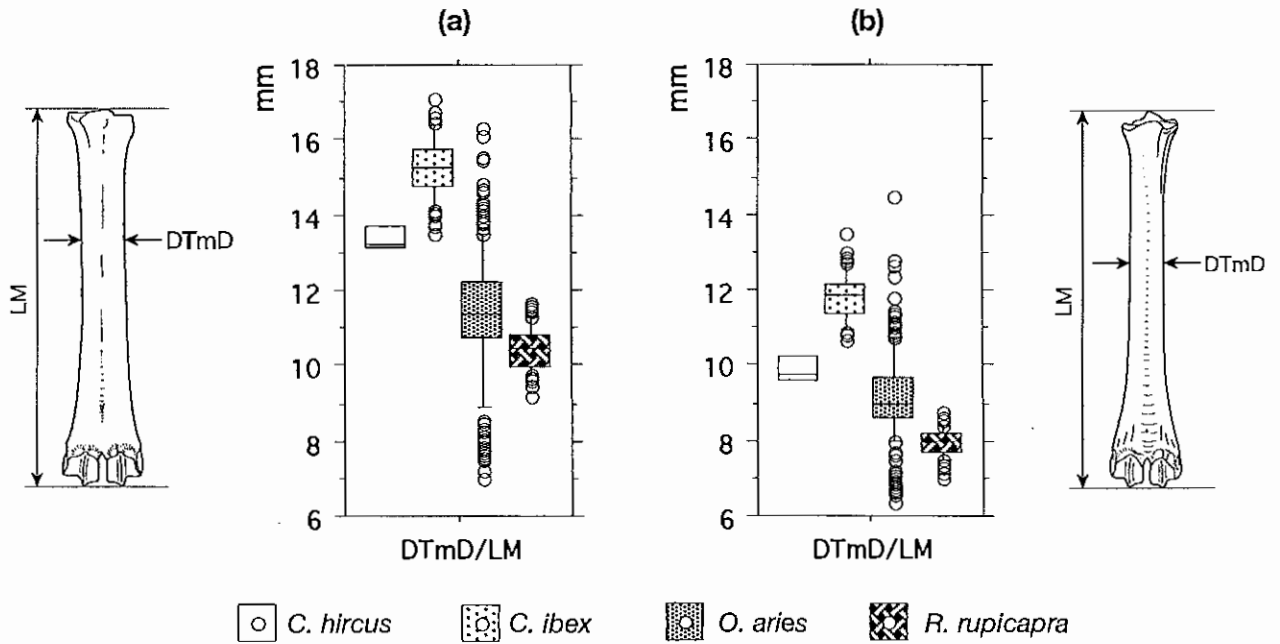


Figure 31. Comparaison des indices de gracilité des métapodes pour les différentes espèces de caprinés: a) métacarpe, b) métatarses (spécimens actuels).

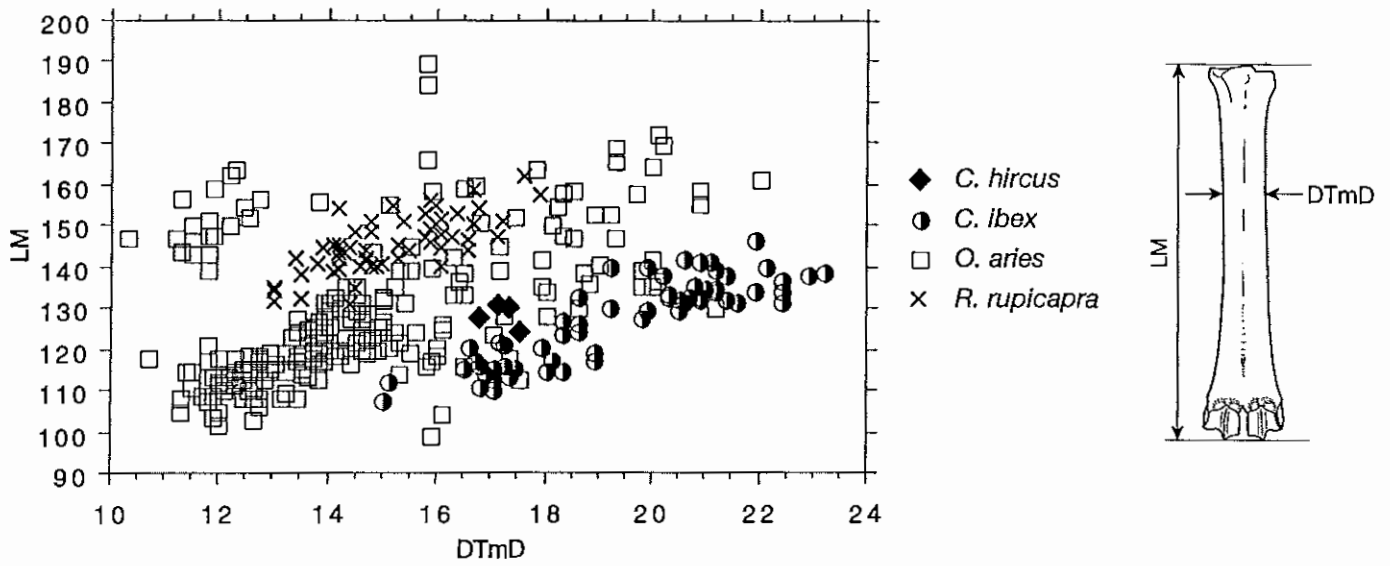


Figure 32. Métacarpe: caprinés (spécimens actuels).

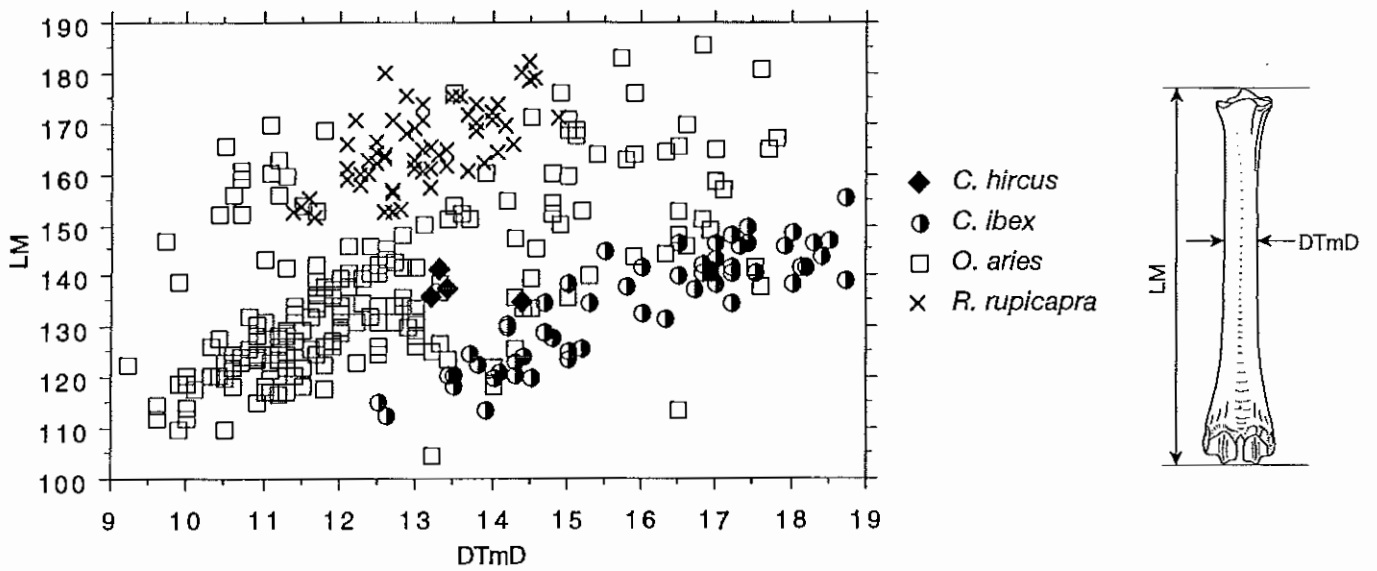


Figure 33. Métatarse: caprinés (spécimens actuels).

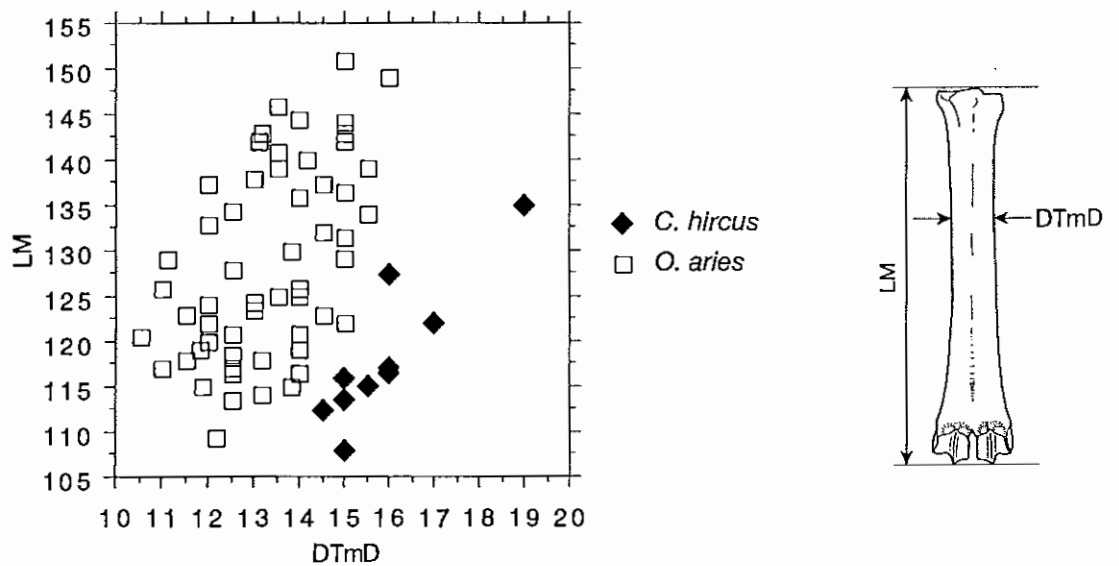


Figure 34. Métacarpe: caprinés domestiques du site de Manching (La Tène).

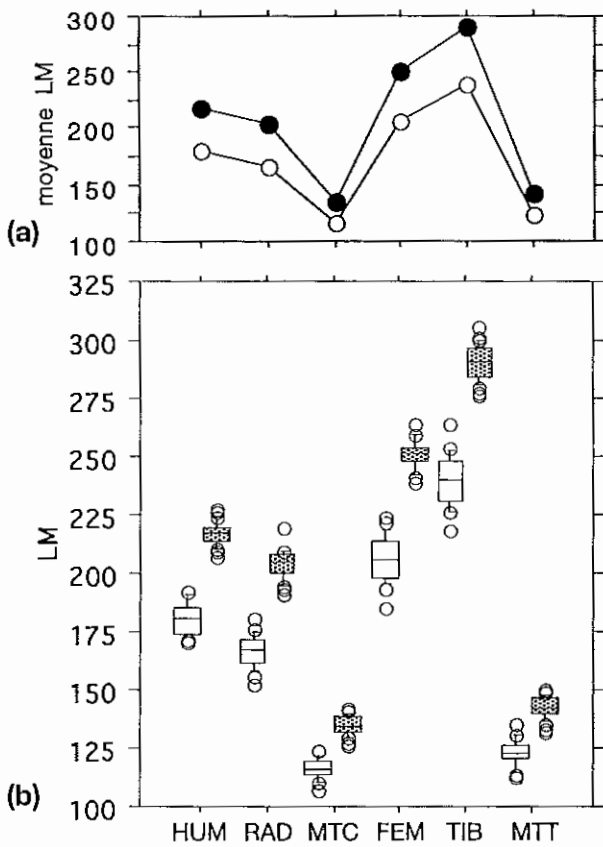


Figure 35. Dimorphisme sexuel des os longs de bouquetin: longueur maximum.

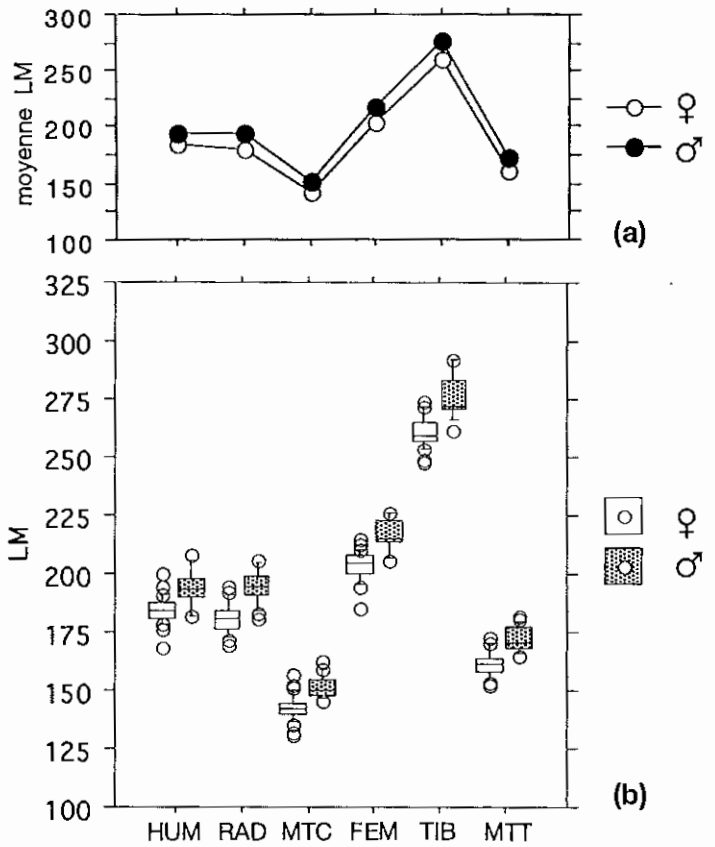


Figure 36. Dimorphisme sexuel des os longs de chamois: longueur maximum.

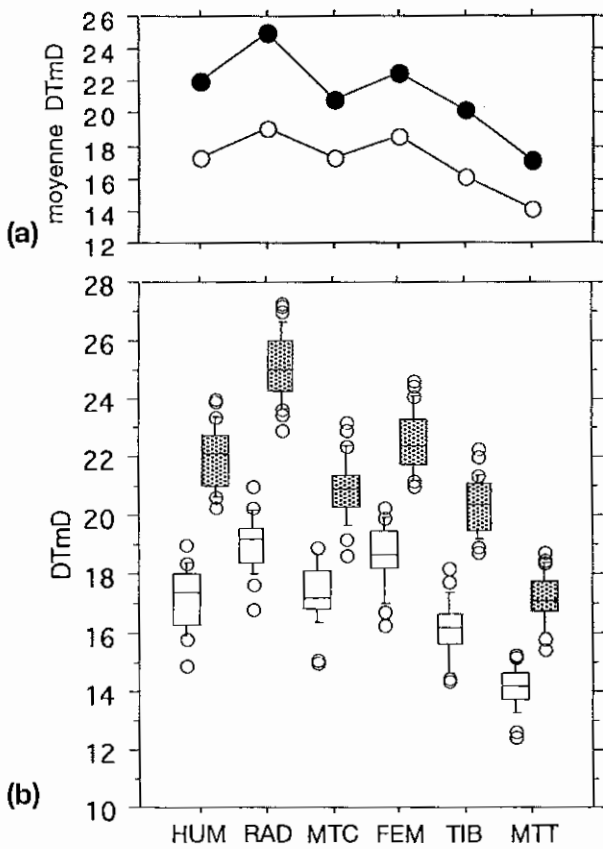


Figure 37. Dimorphisme sexuel des os longs de bouquetin: diamètre transverse minimum de la diaphyse.

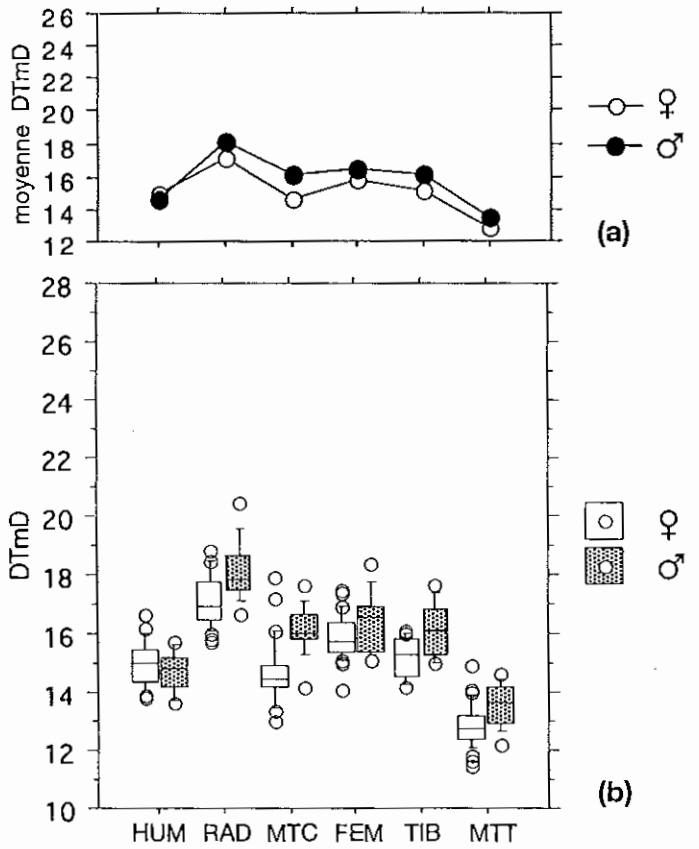


Figure 38. Dimorphisme sexuel des os longs de chamois: diamètre transverse minimum de la diaphyse.

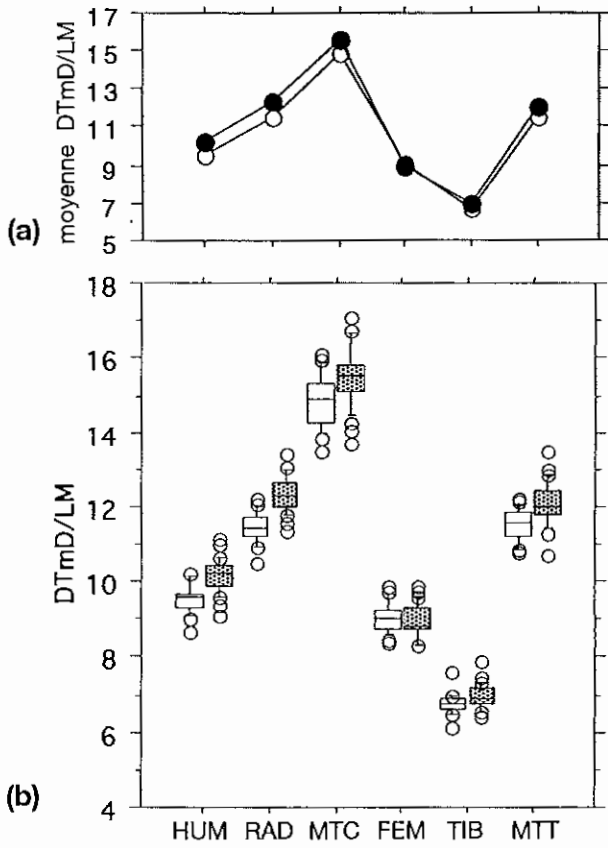


Figure 39. Dimorphisme sexuel des os longs de bouquetin: indices de gracilité.

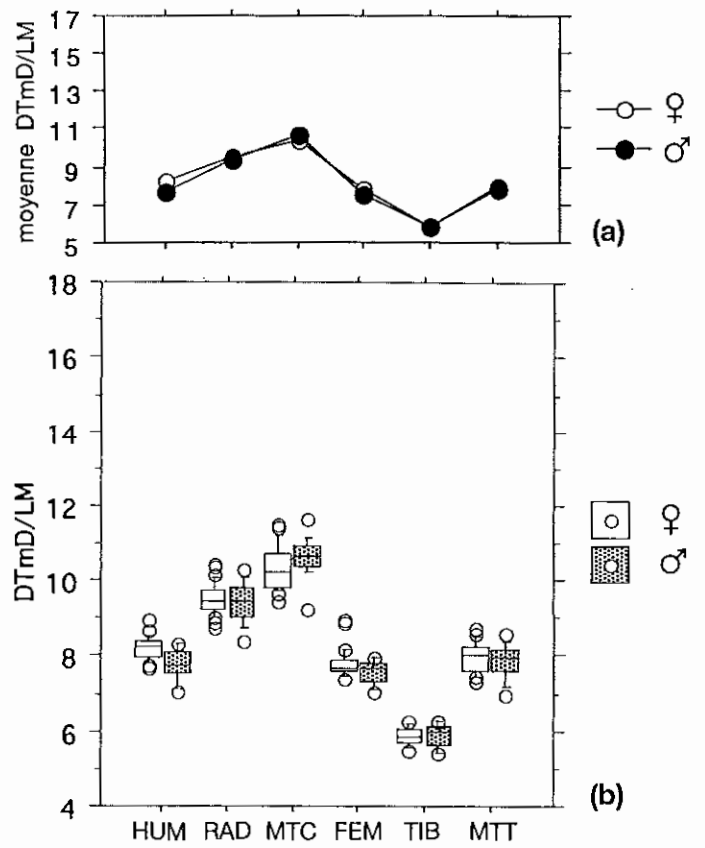


Figure 40. Dimorphisme sexuel des os longs de chamois: indices de gracilité.

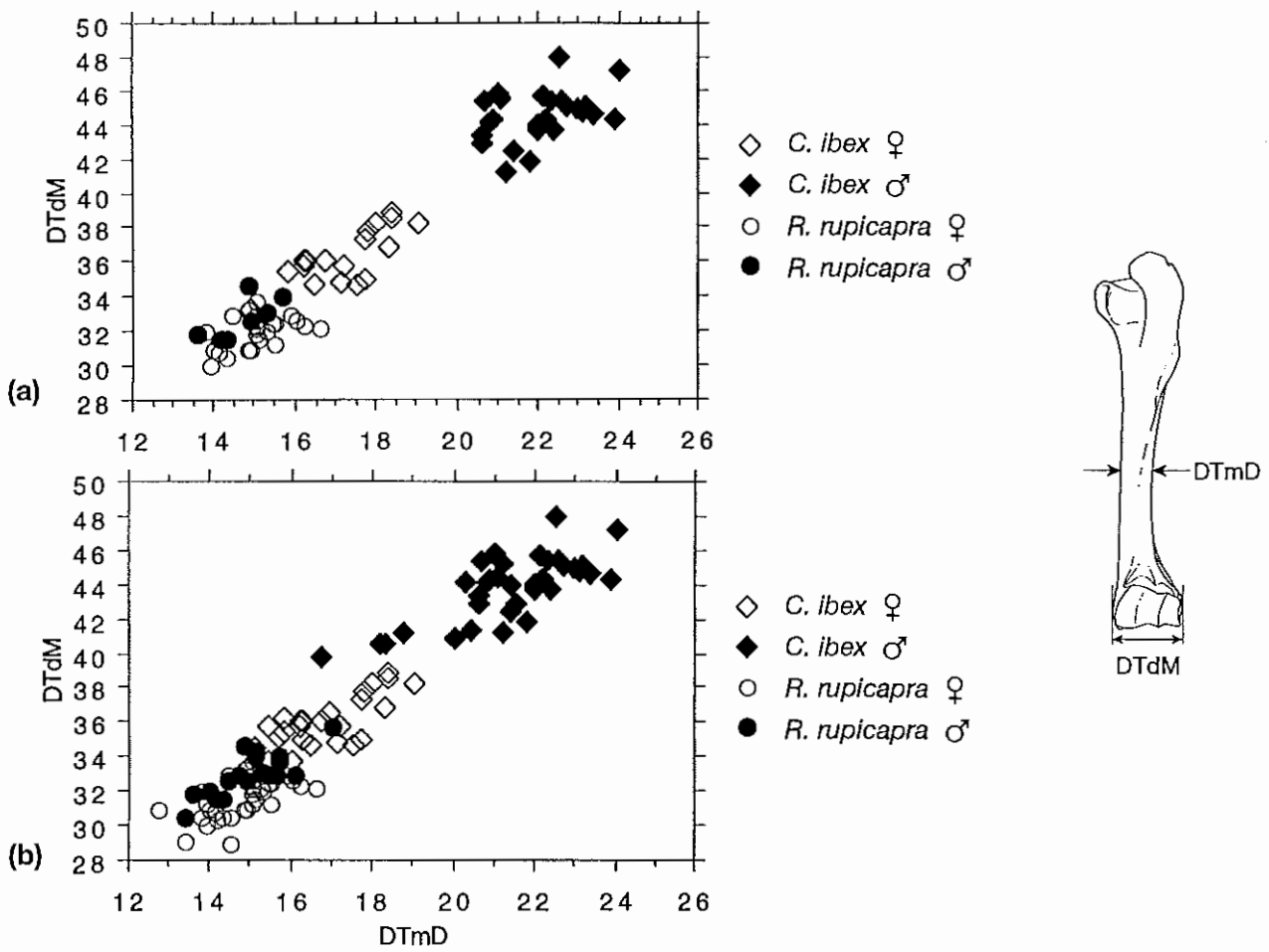


Figure 41. Humérus. a. Adultes uniquement b. Adultes et subadultes

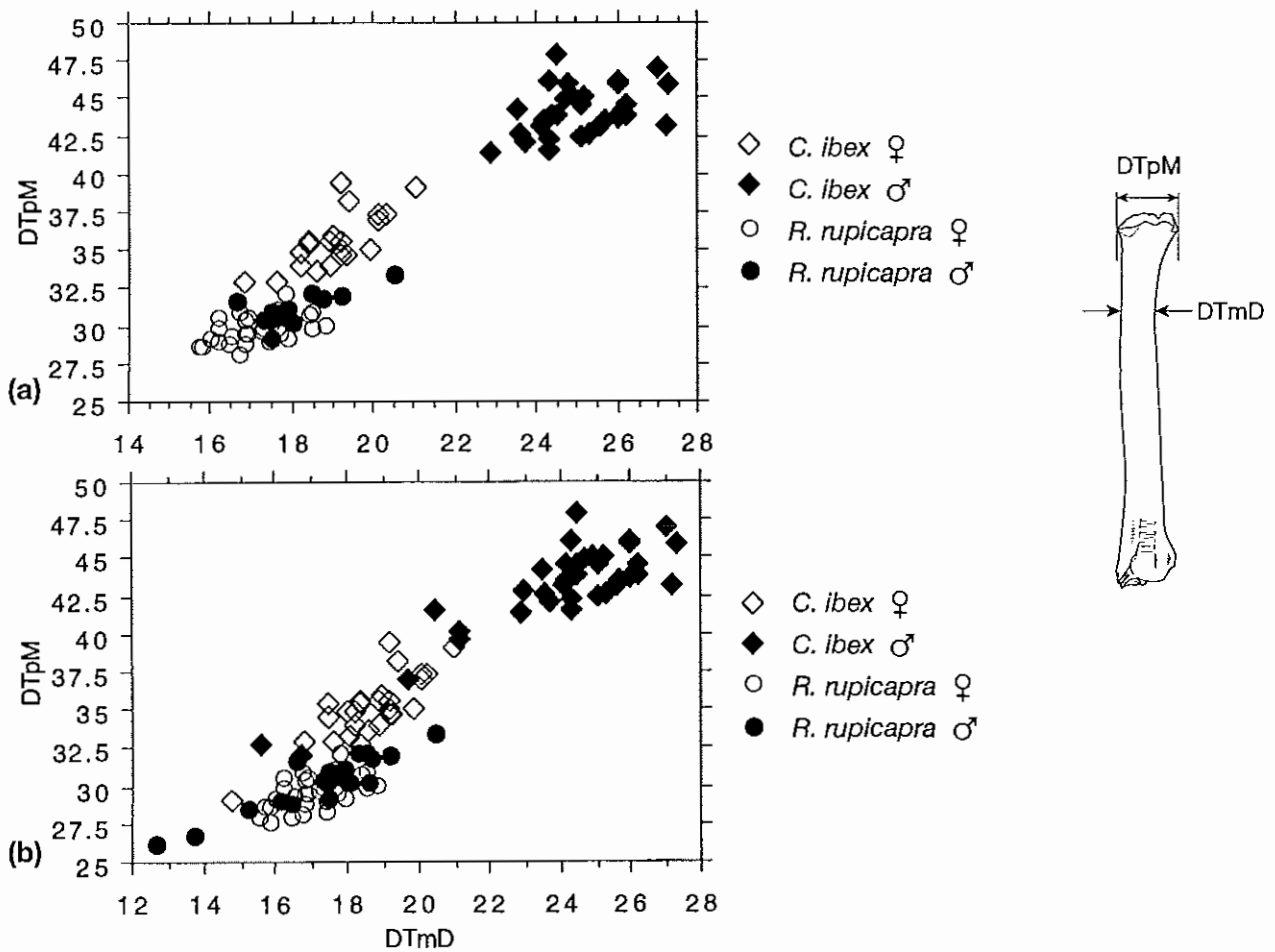


Figure 42. Radius. a. Adultes uniquement b. Adultes et subadultes

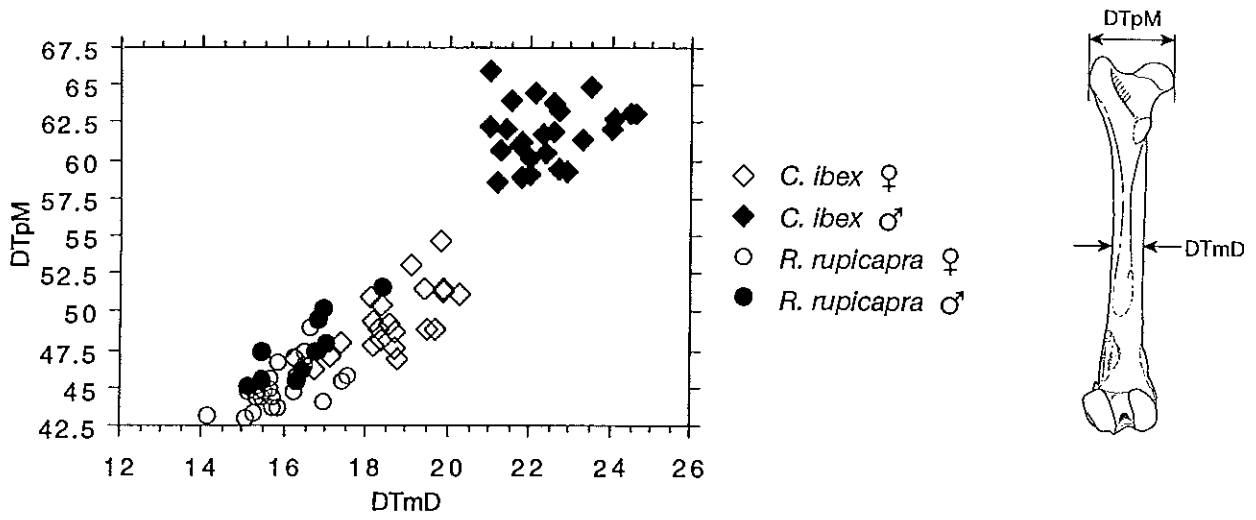


Figure 43. Fémur. Adultes uniquement.

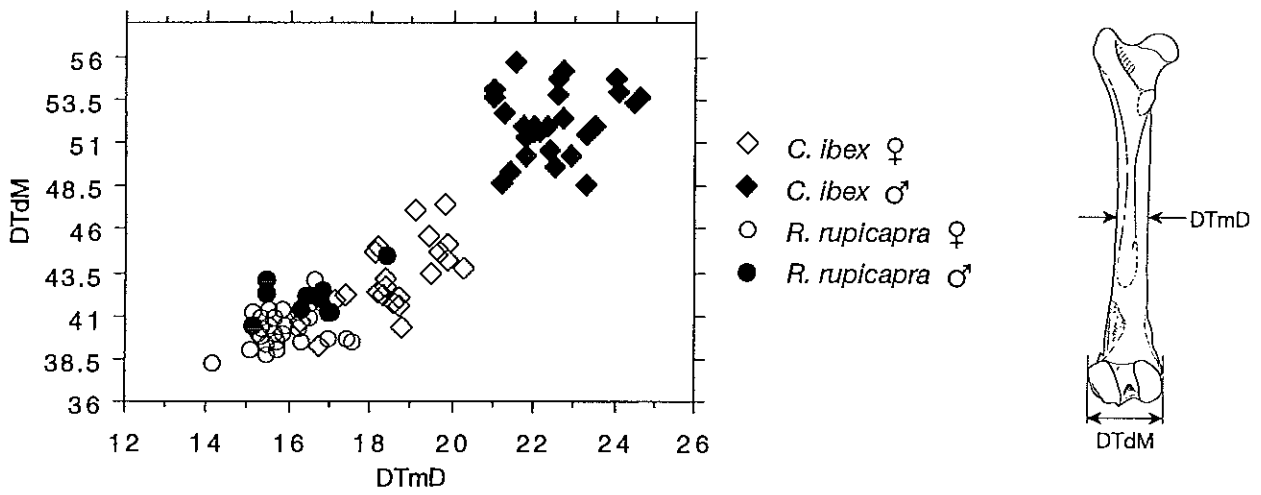


Figure 44. Fémur. Adultes uniquement.

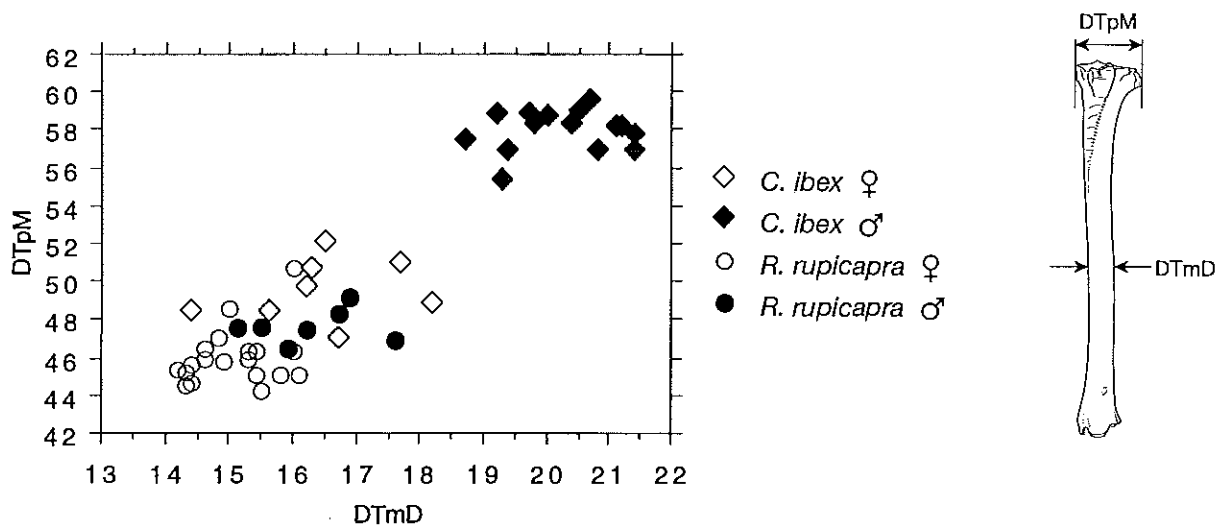


Figure 45. Tibia. Adultes uniquement.

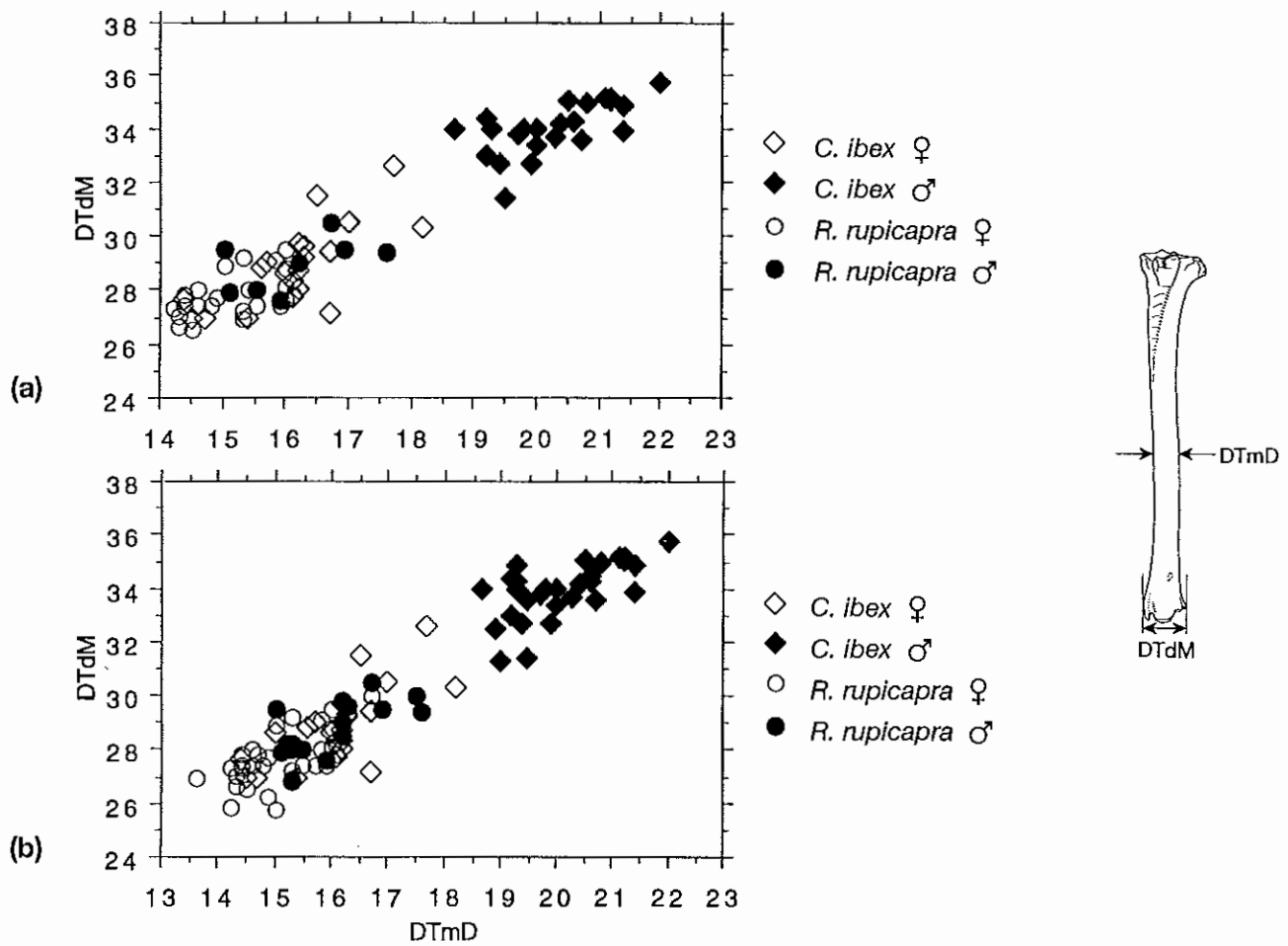


Figure 46. Tibia: a. Adultes uniquement b. Adultes et subadultes

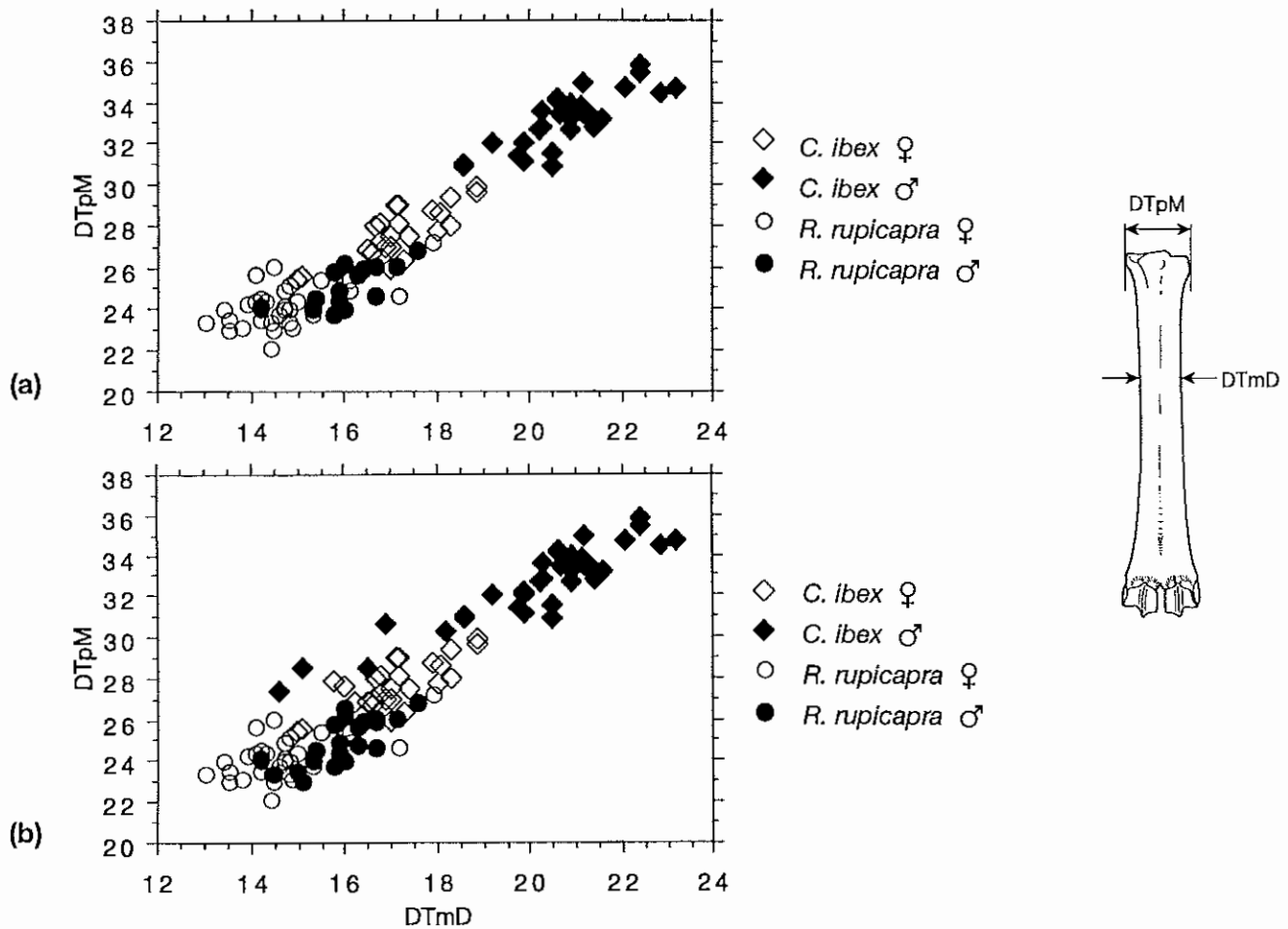


Figure 47. Métacarpe: a. Adultes uniquement b. Adultes et subadultes

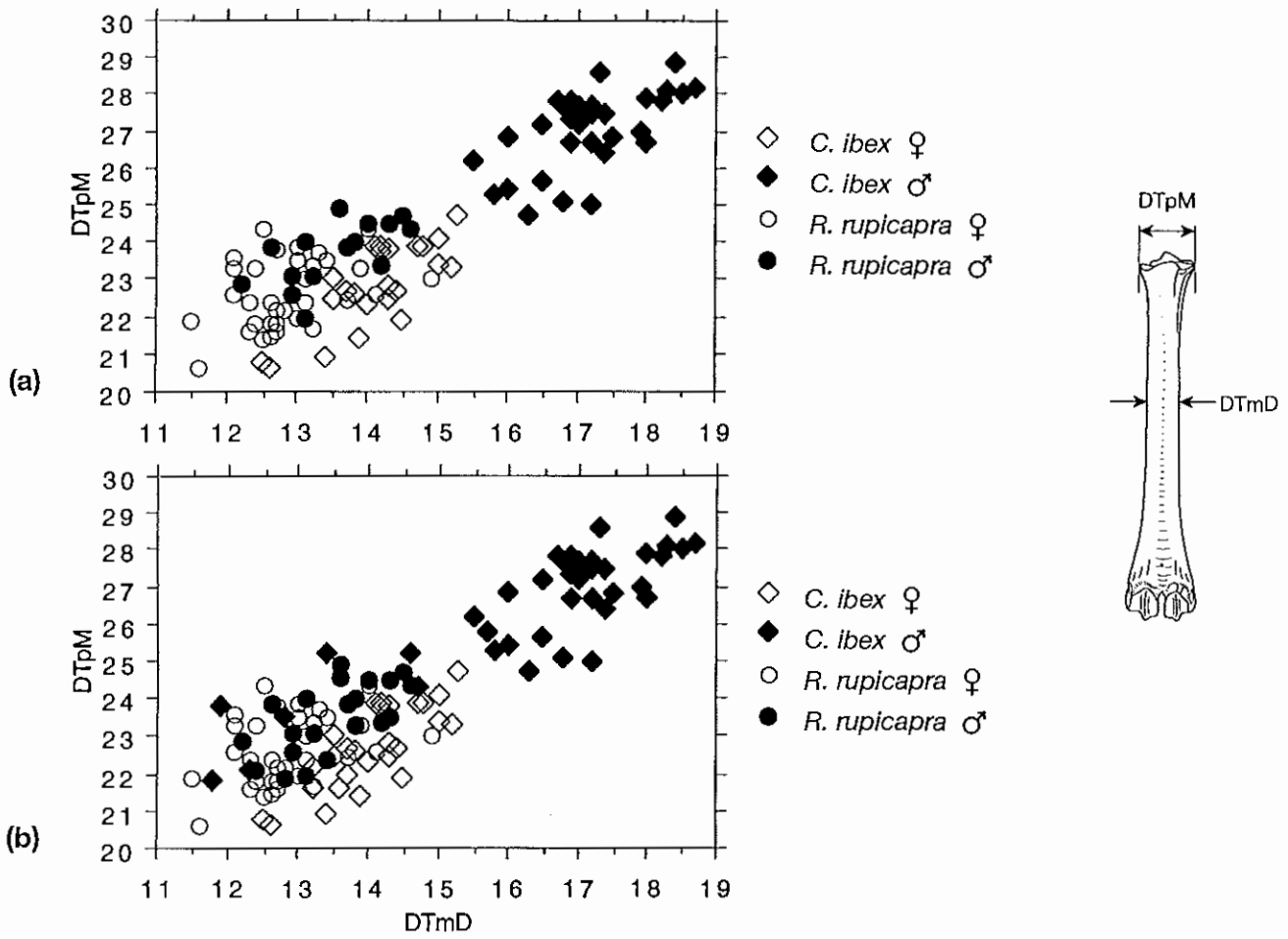


Figure 48. Métatarse. a. Adultes uniquement b. Adultes et subadultes

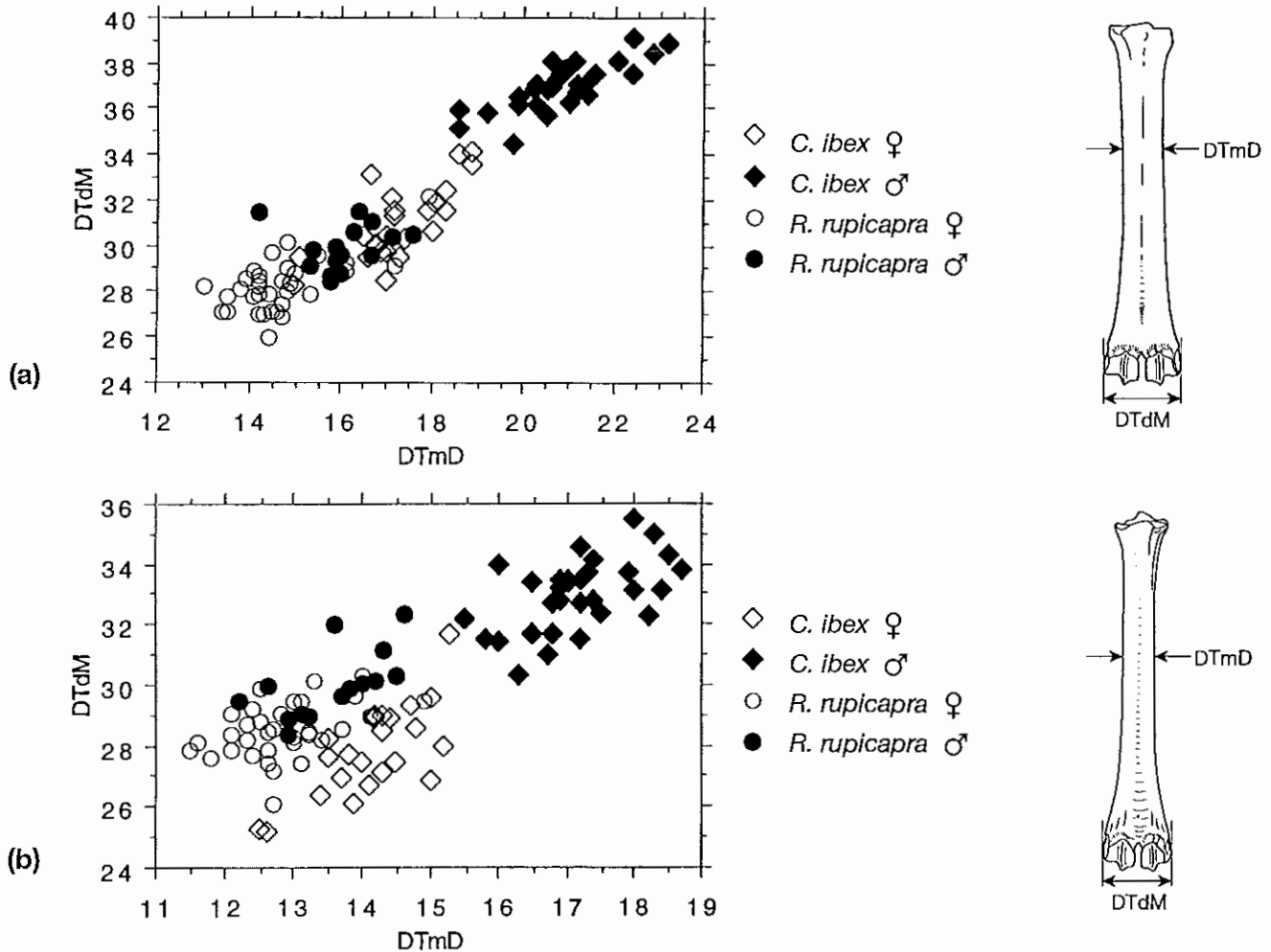


Figure 49. a. Métacarpe b. Métatarse. Adultes uniquement.

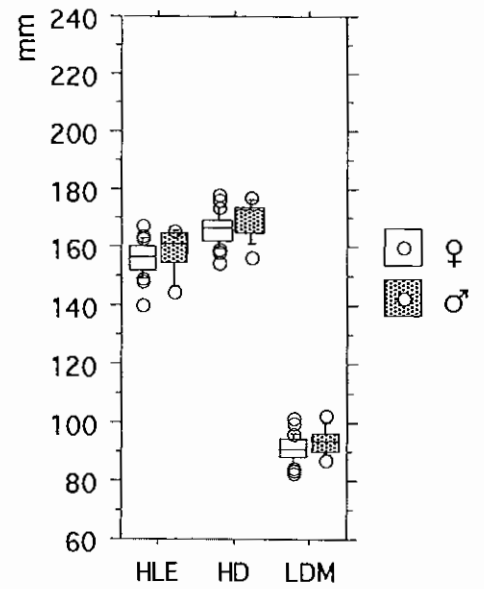
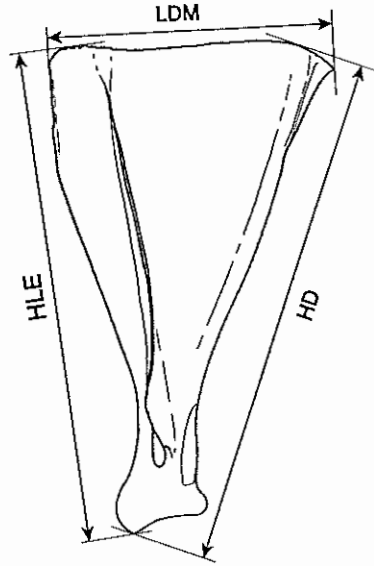
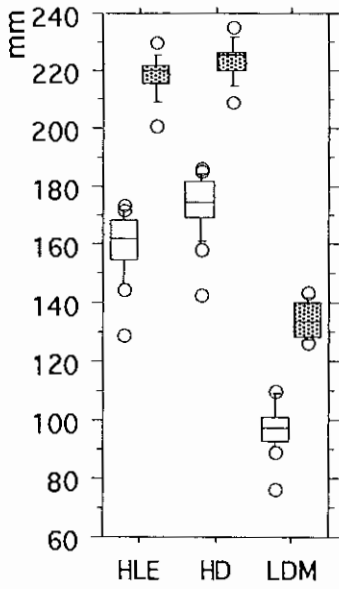


Figure 50. Scapula: bouquetin.

Figure 51. Scapula: chamois.

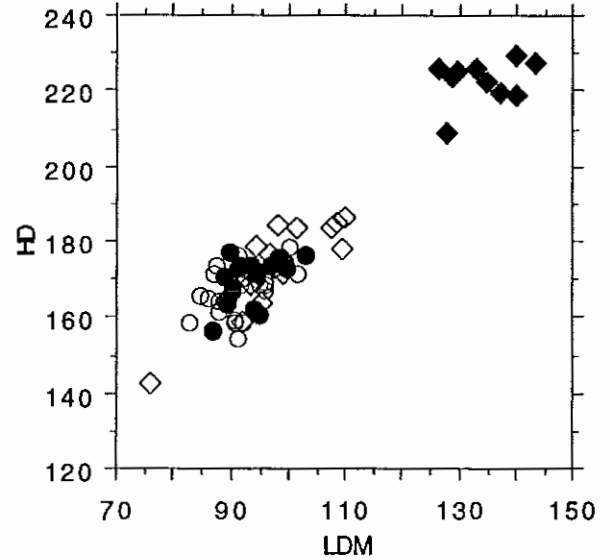
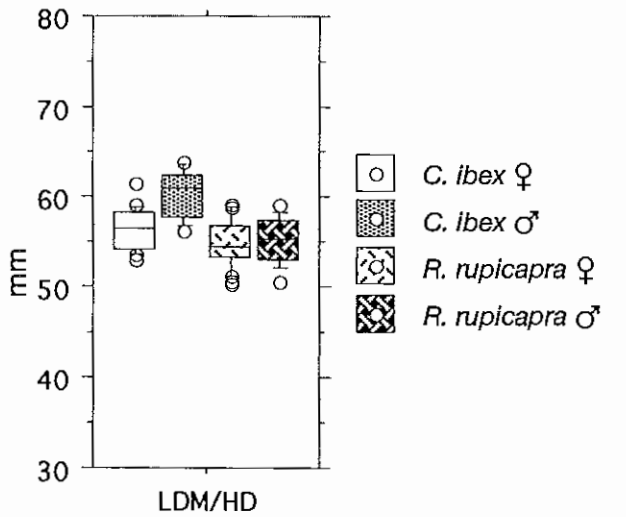


Figure 52. Scapula: bouquetin et chamois.

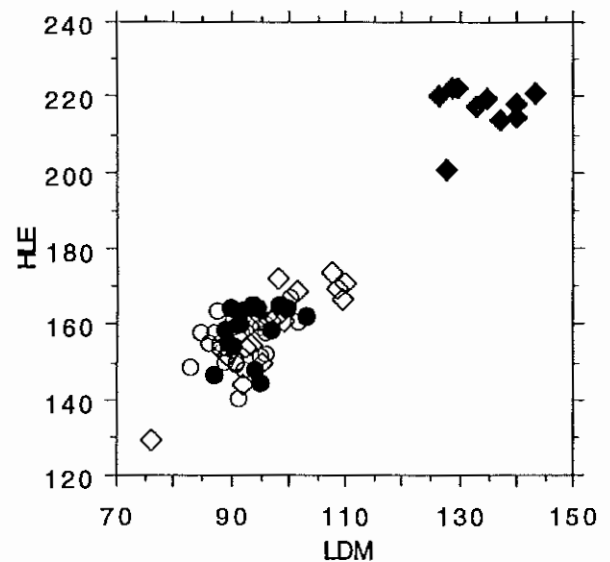
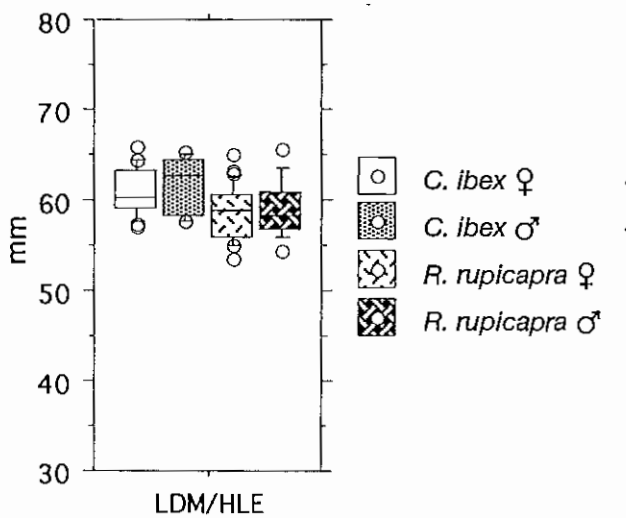


Figure 53. Scapula: bouquetin et chamois.

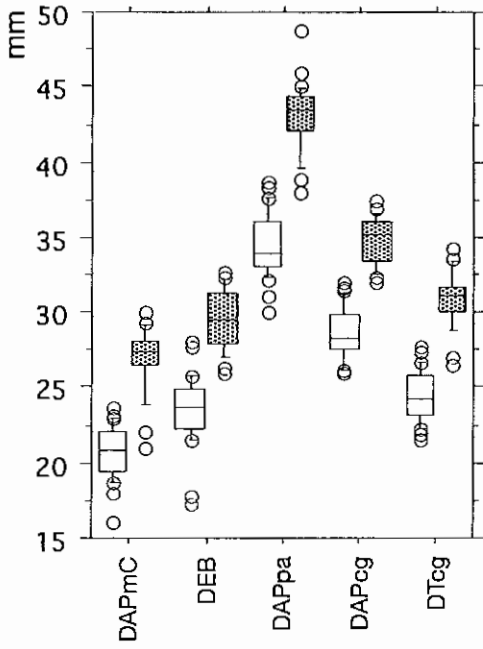


Figure 54. Scapula: bouquetin.

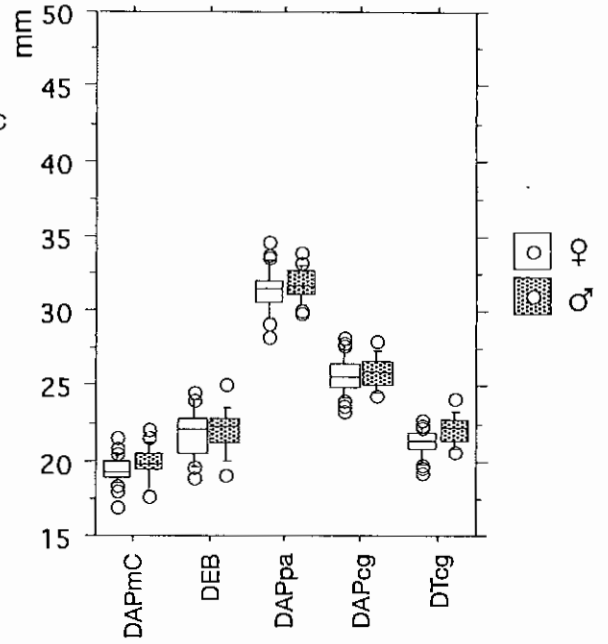


Figure 55. Scapula: chamois.

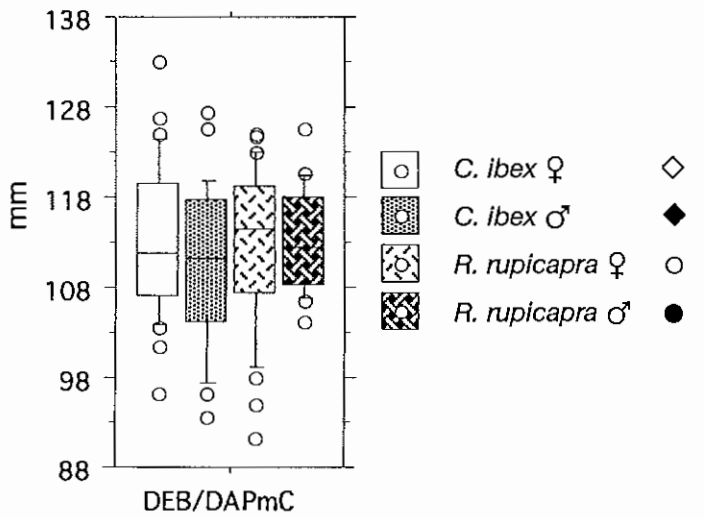


Figure 56. Scapula: bouquetin et chamois.

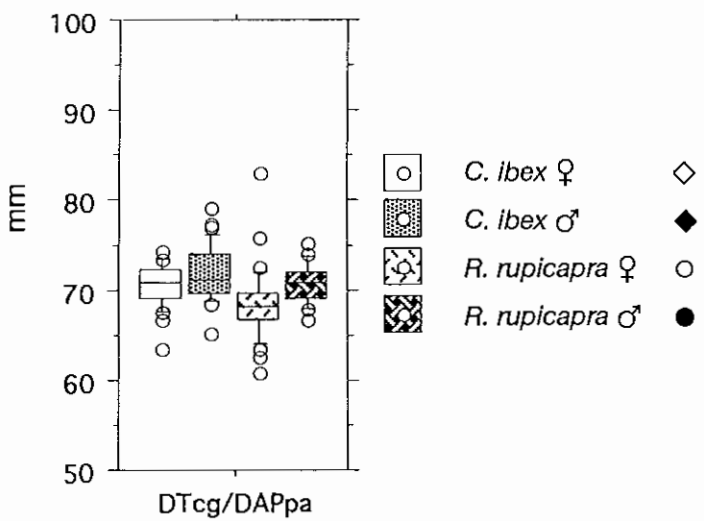
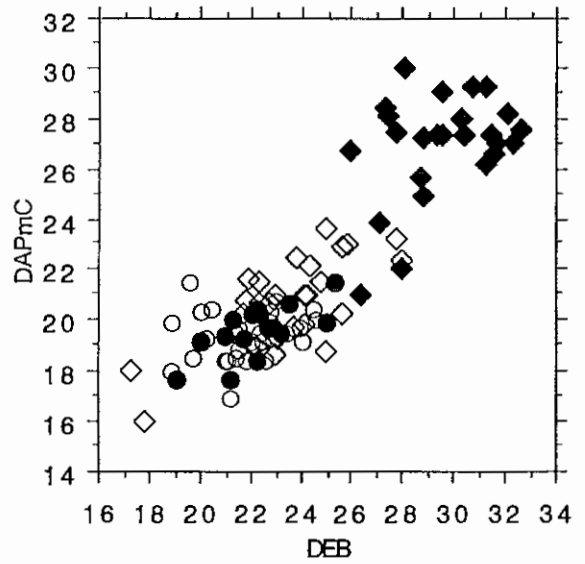
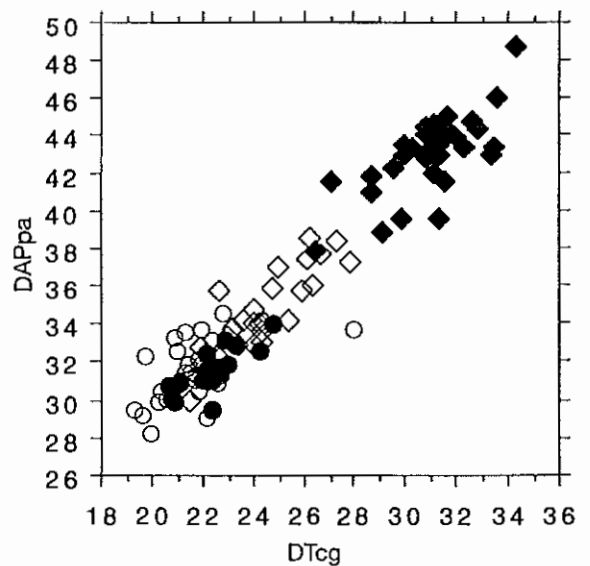


Figure 57. Scapula: bouquetin et chamois.



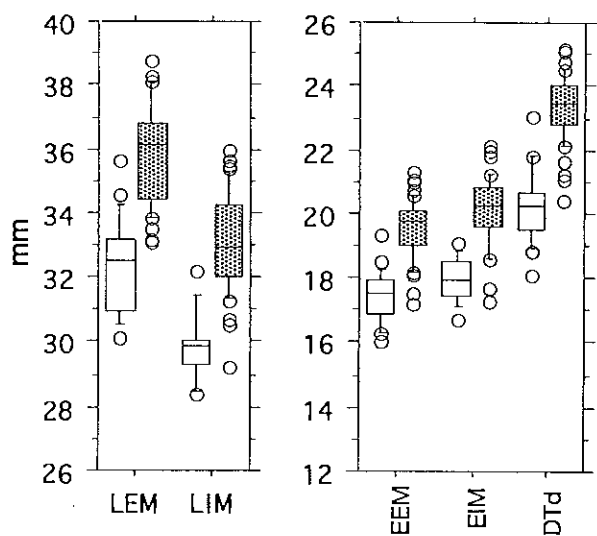


Figure 58. Talus: bouquetin.

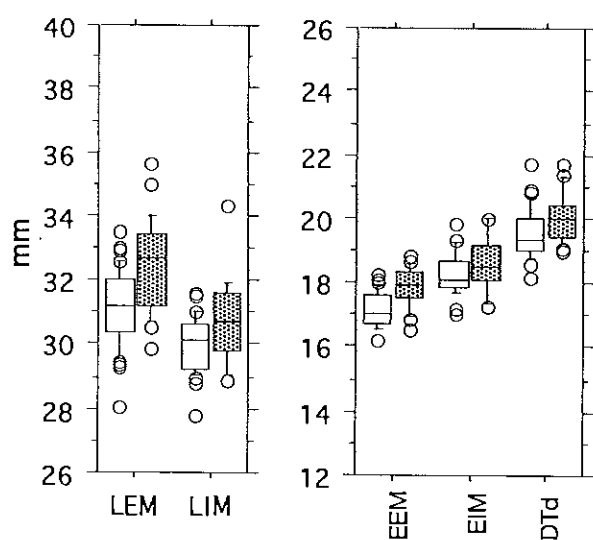


Figure 59. Talus: chamois.

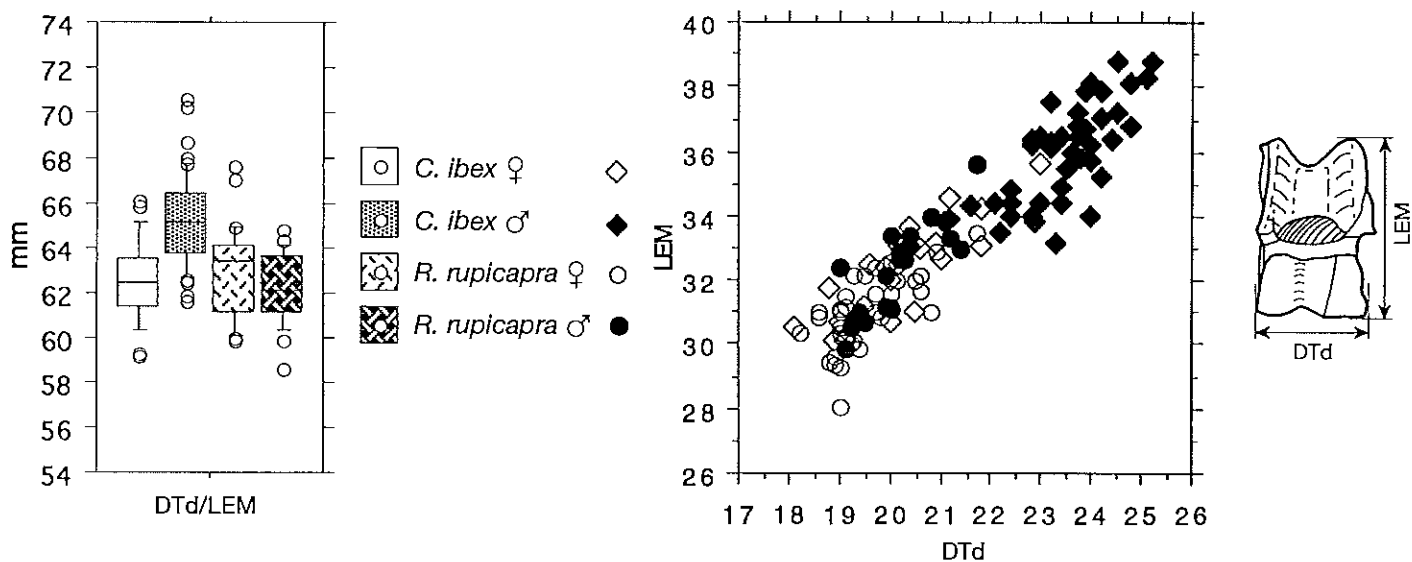


Figure 60. Talus: bouquetin et chamois.

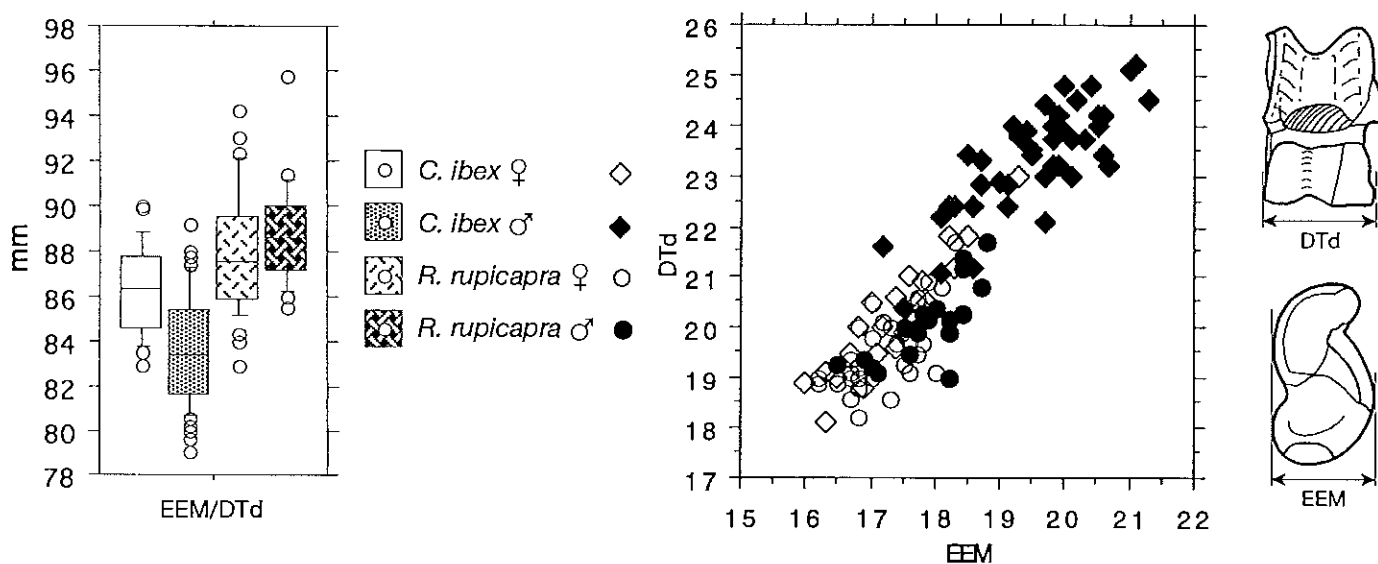


Figure 61. Talus: bouquetin et chamois.

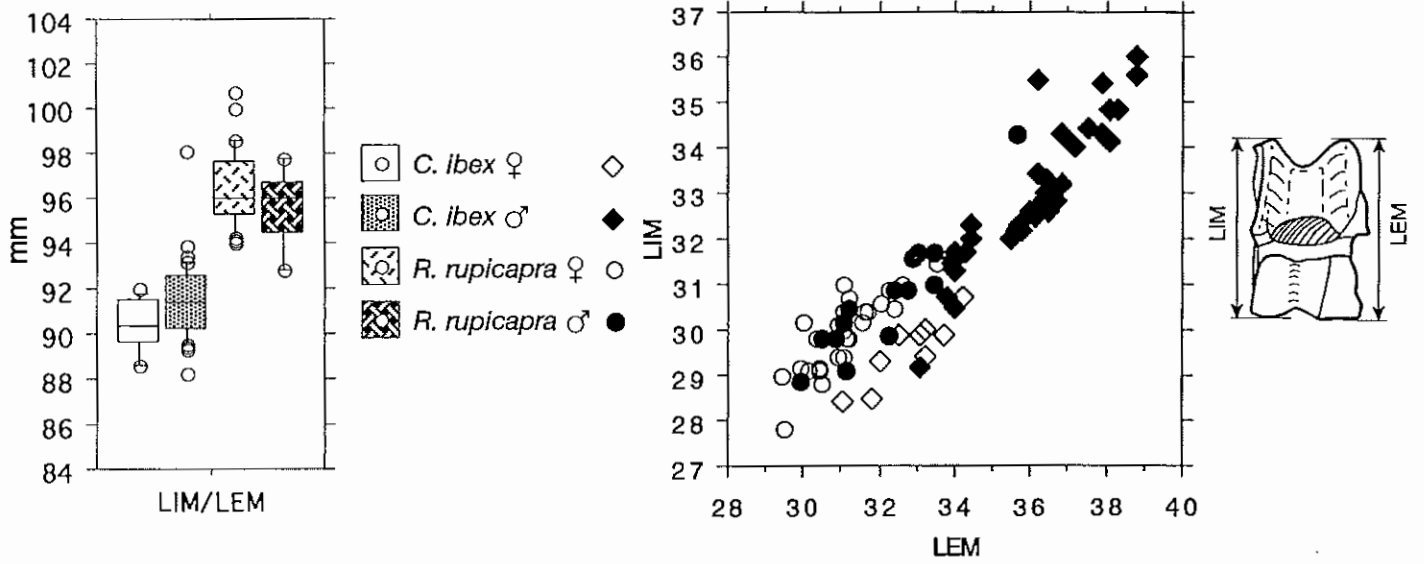


Figure 62. Talus: bouquetin et chamois.

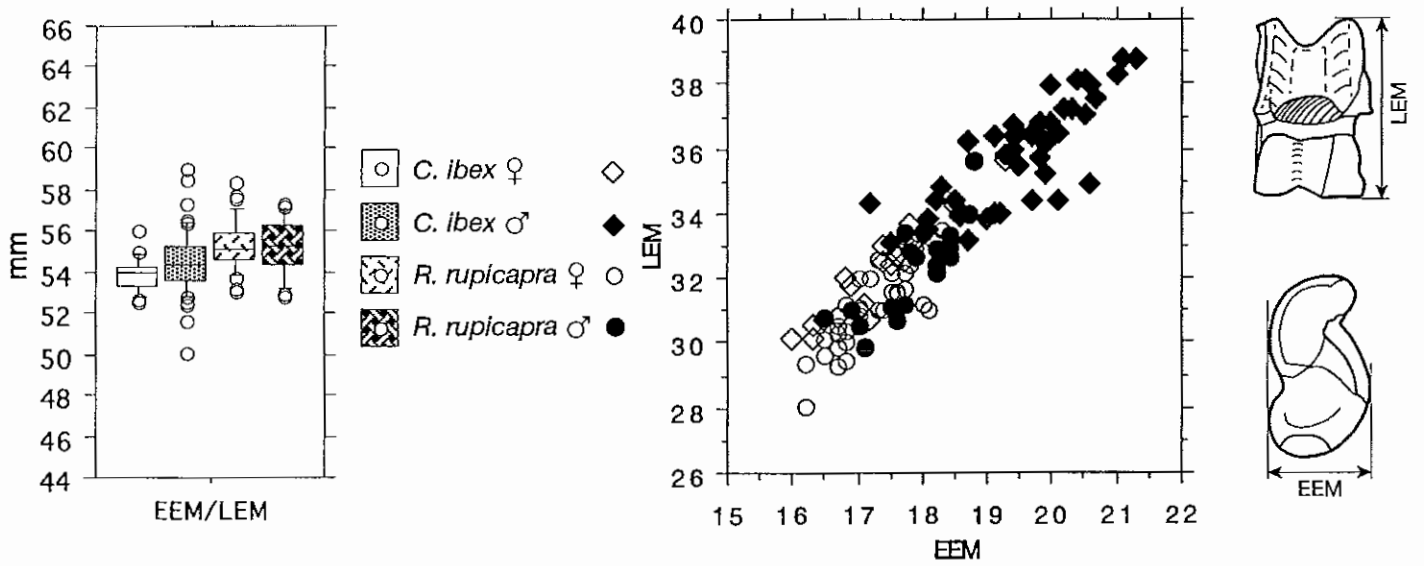


Figure 63. Talus: bouquetin et chamois.

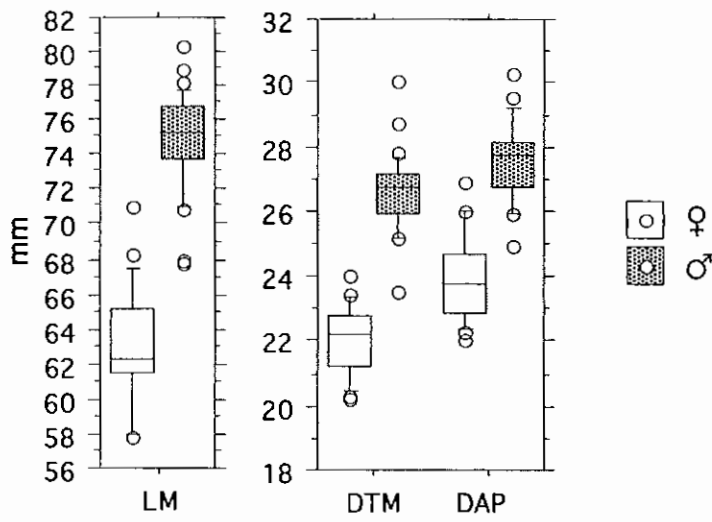


Figure 64. Calcaneus: bouquetin.

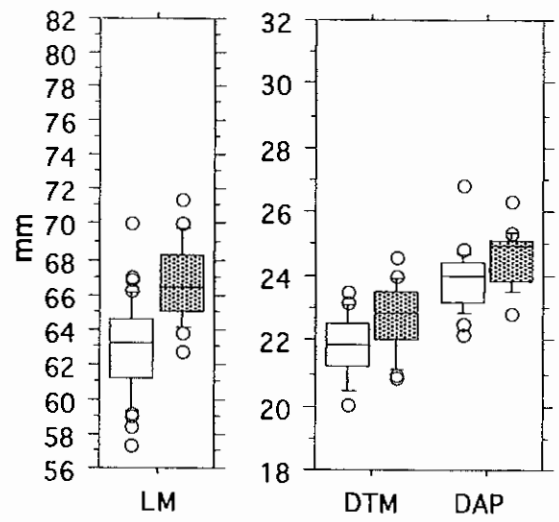


Figure 65. Calcaneus: chamois.

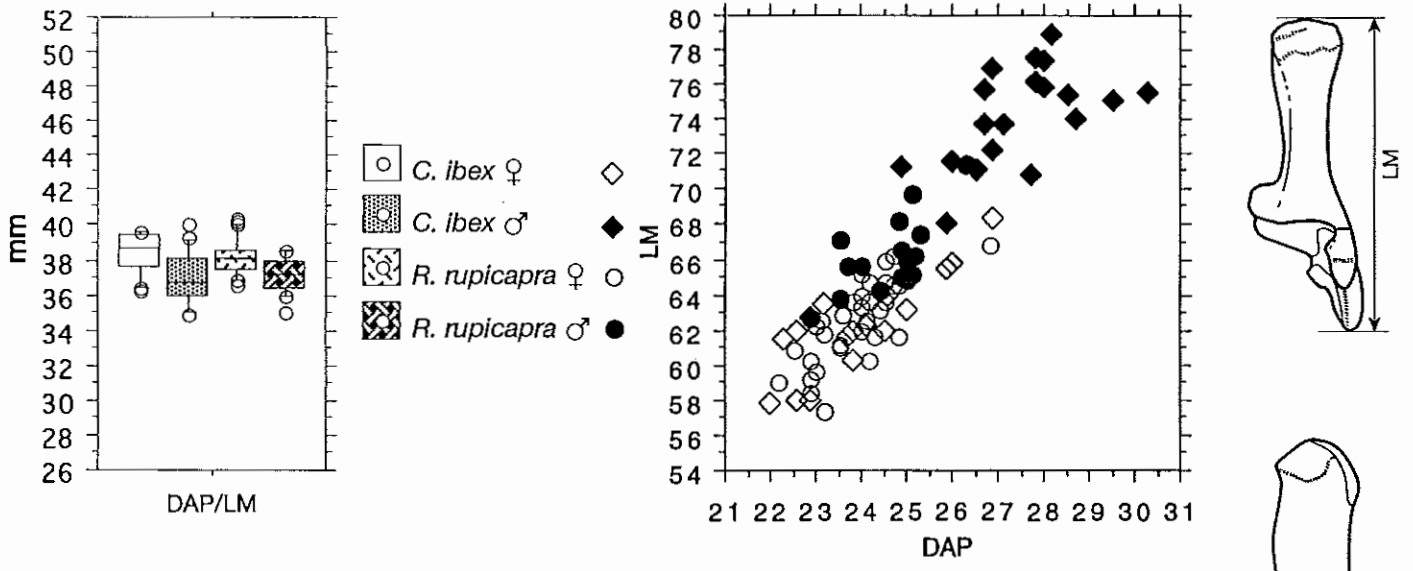


Figure 66. Calcaneus: bouquetin et chamois.

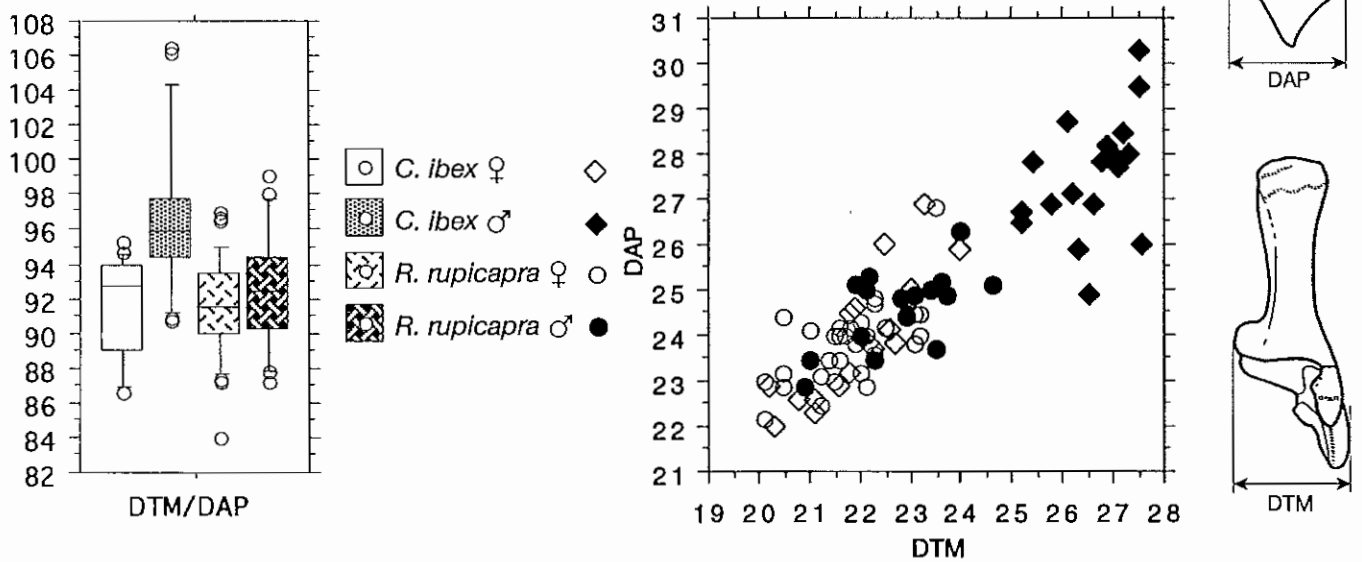


Figure 67. Calcaneus: bouquetin et chamois.

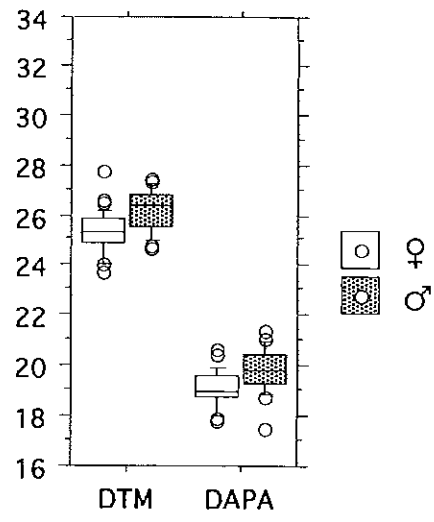
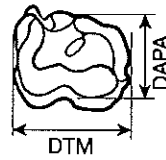
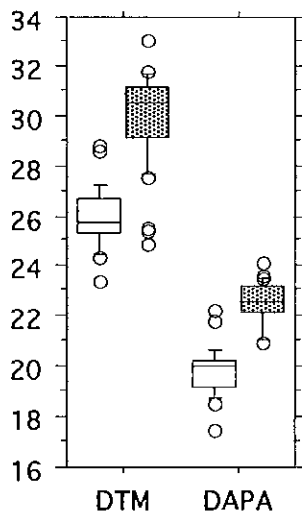


Figure 68. Naviculo-cuboïde: bouquetin.

Figure 69. Naviculo-cuboïde: chamois.

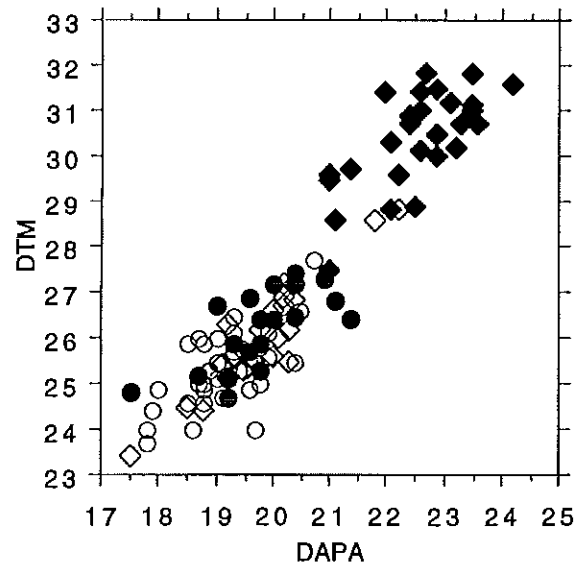
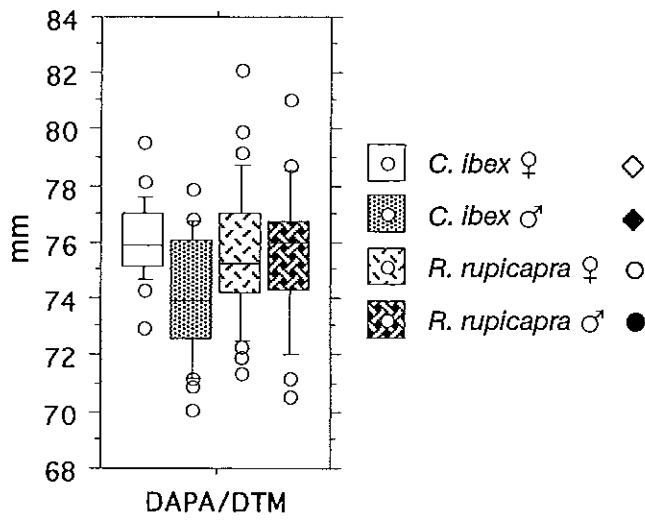


Figure 70. Naviculo-cuboïde: bouquetin et chamois.

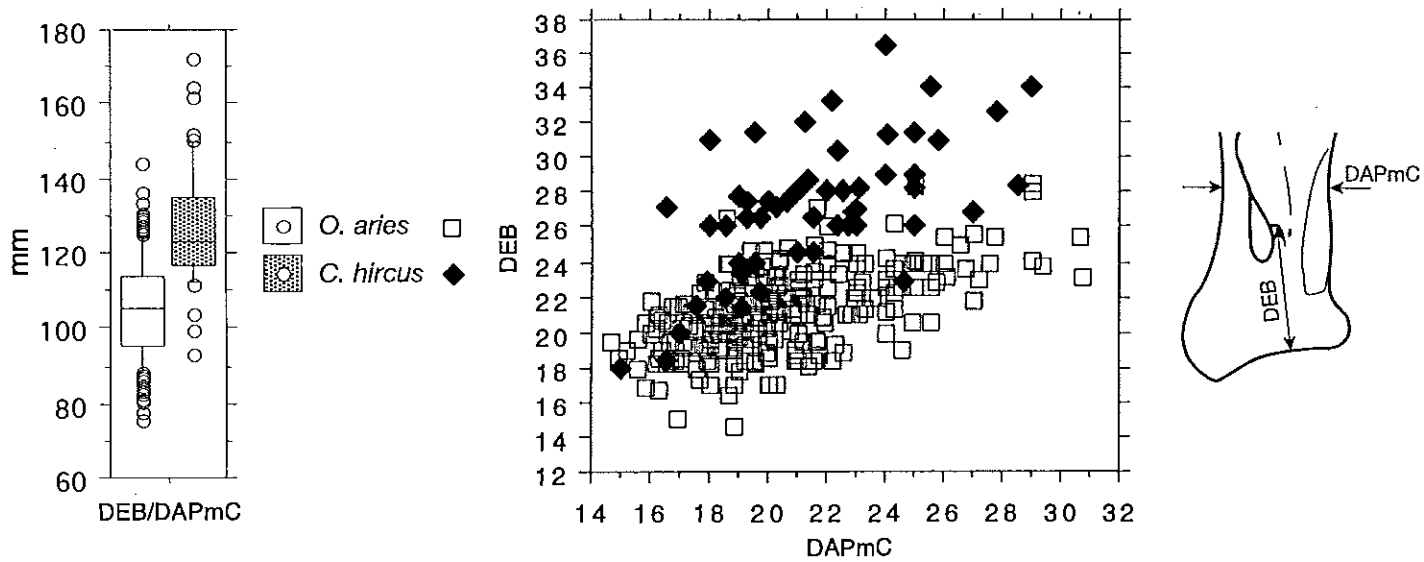


Figure 71. Scapula: chèvres et moutons actuels.

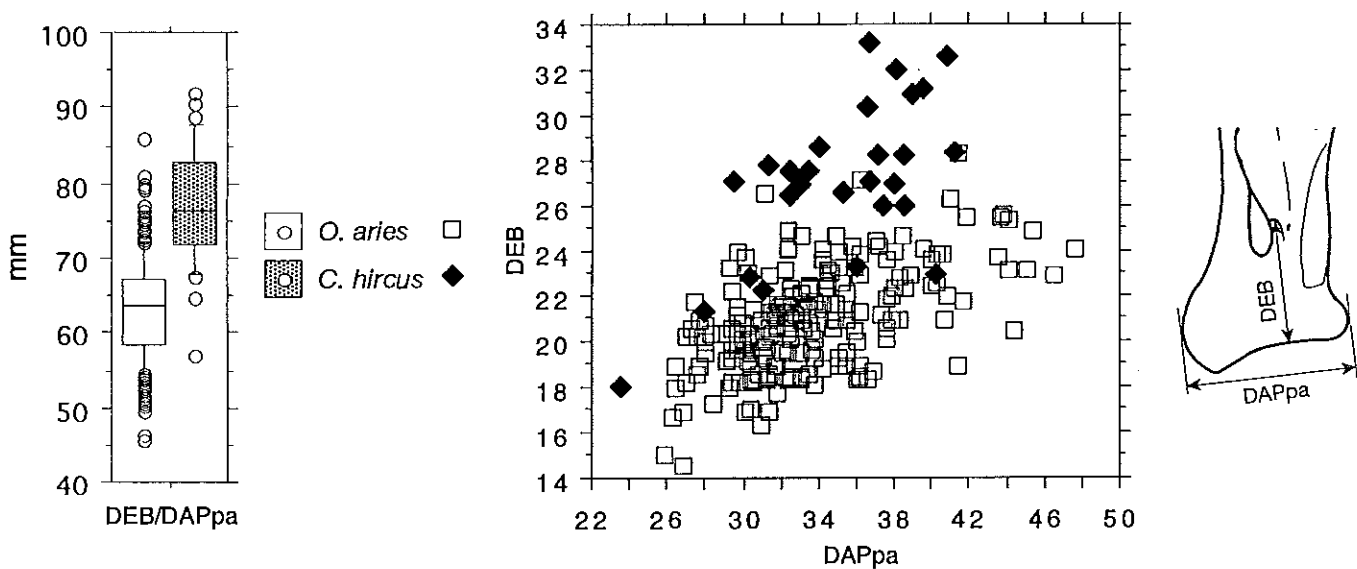


Figure 72. Scapula: chèvres et moutons actuels.

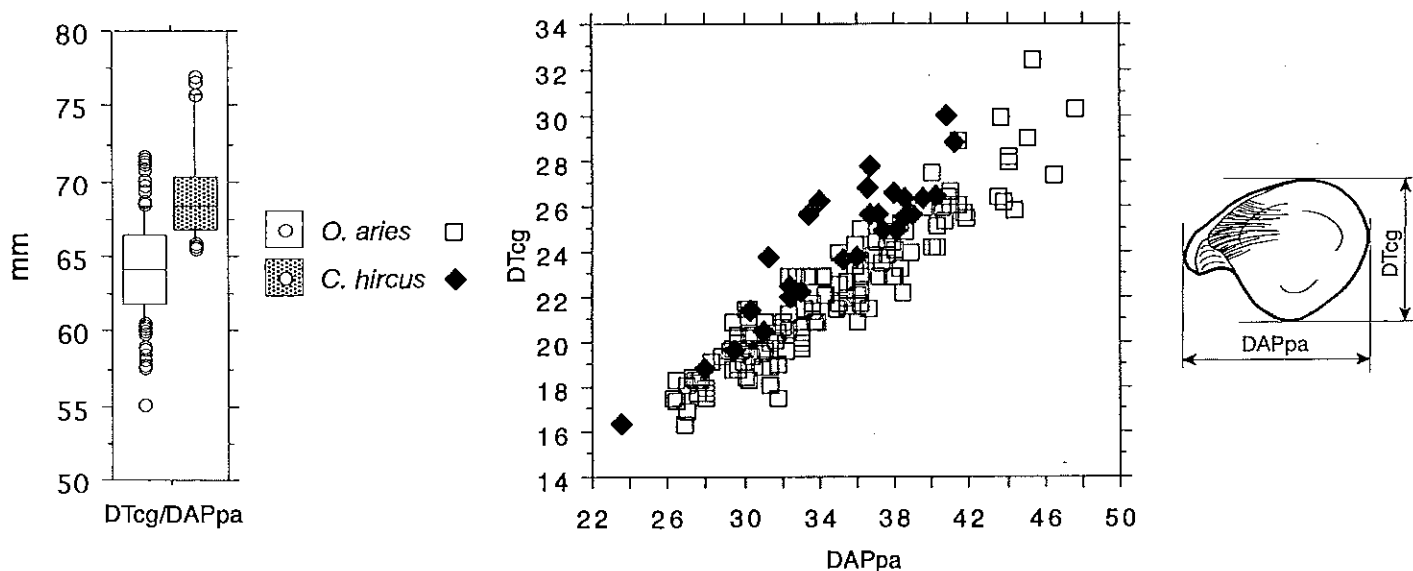


Figure 73. Scapula: chèvres et moutons actuels.

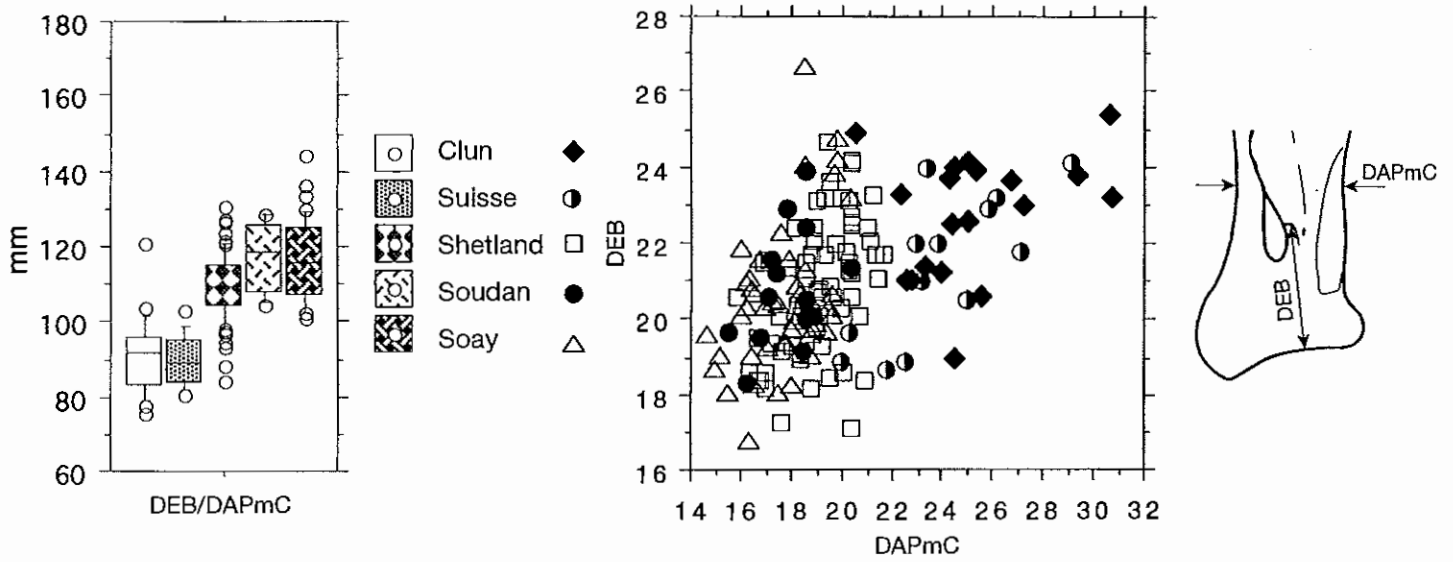


Figure 74. Scapula: différents types actuels de moutons.

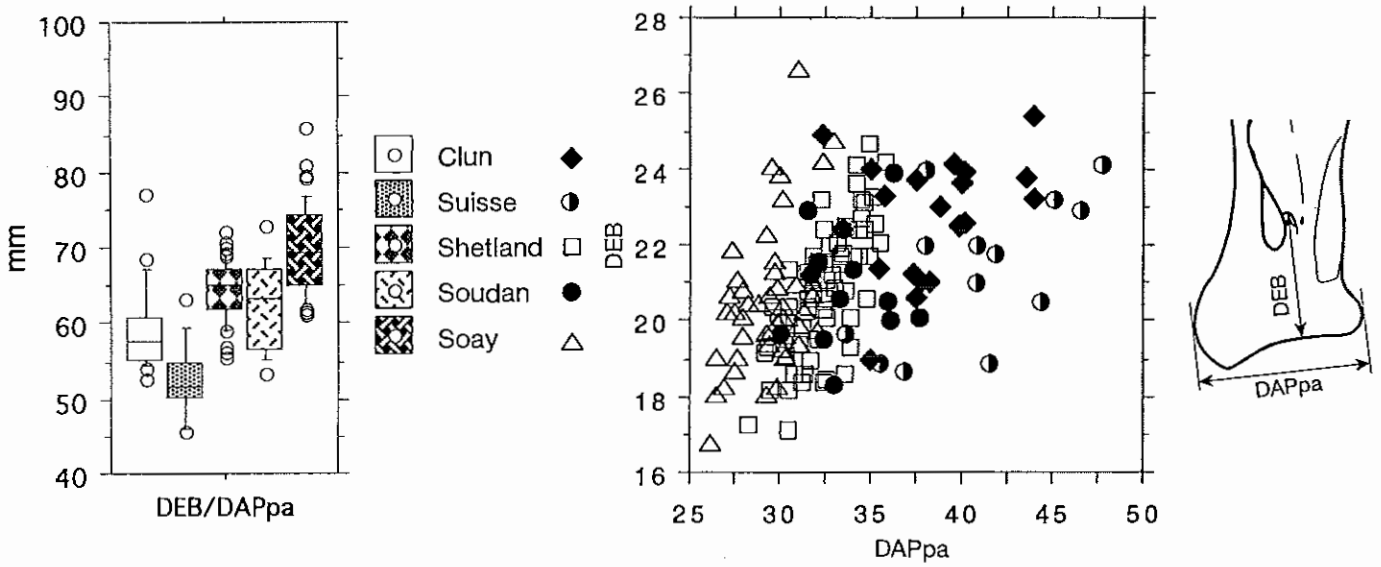


Figure 75. Scapula: différents types actuels de moutons.

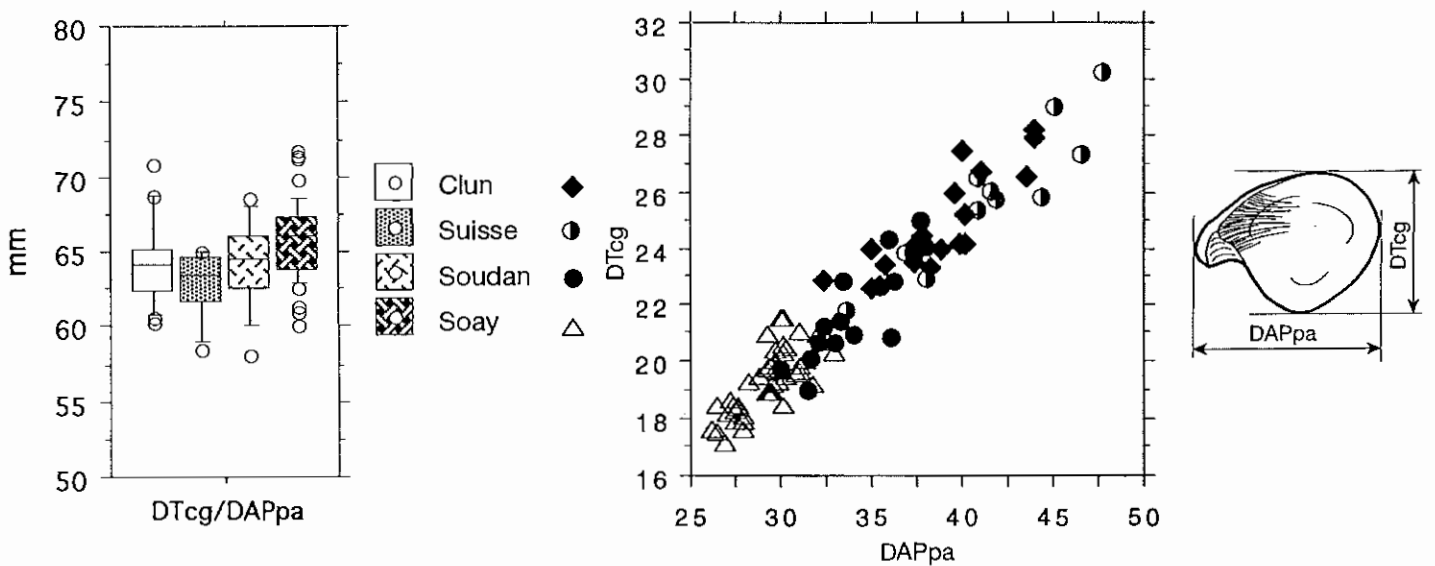


Figure 76. Scapula: différents types actuels de moutons.

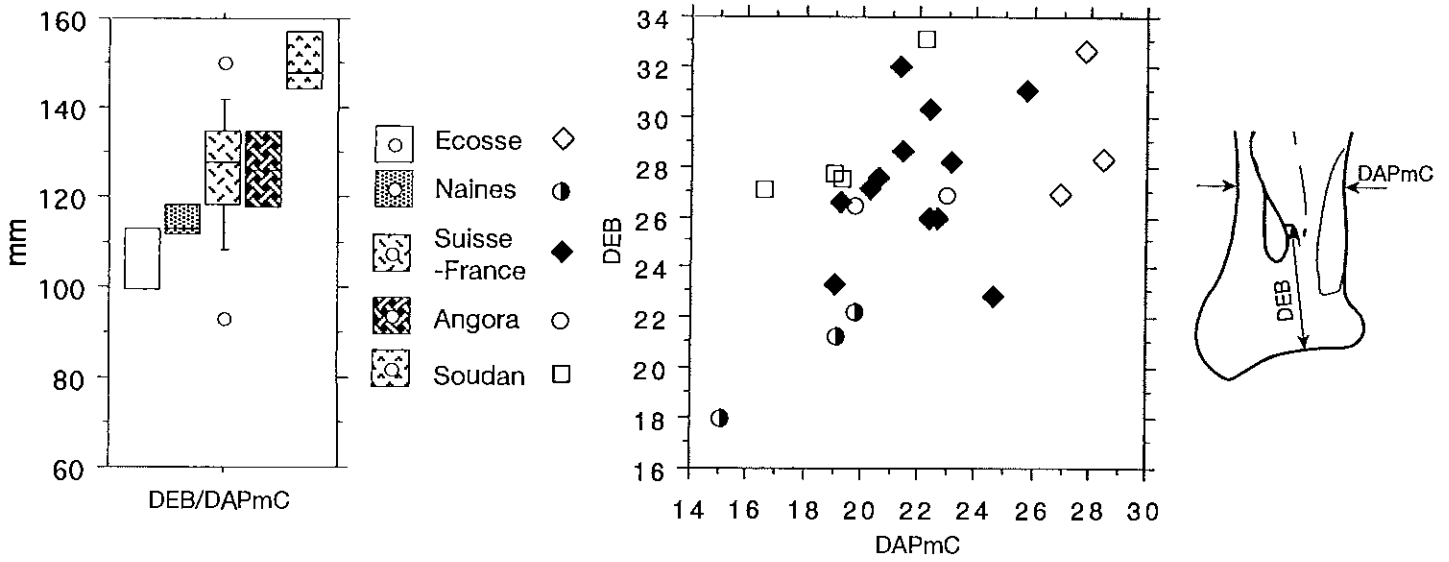


Figure 77. Scapula: différents types actuels de chèvres.

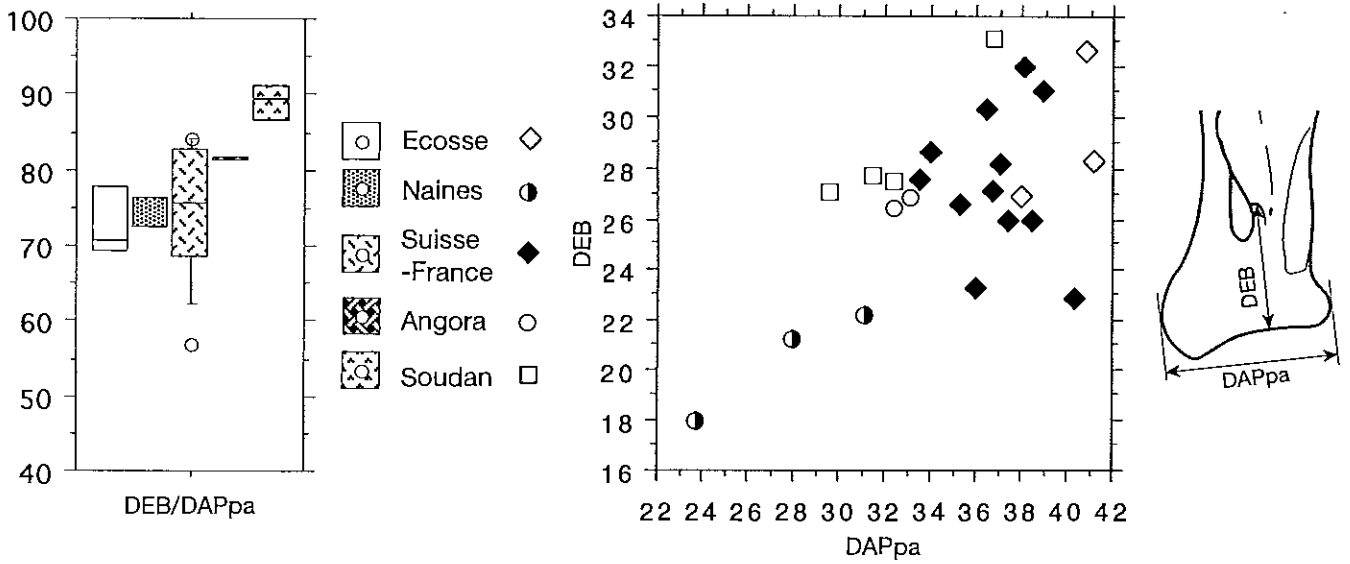


Figure 78. Scapula: différents types actuels de chèvres.

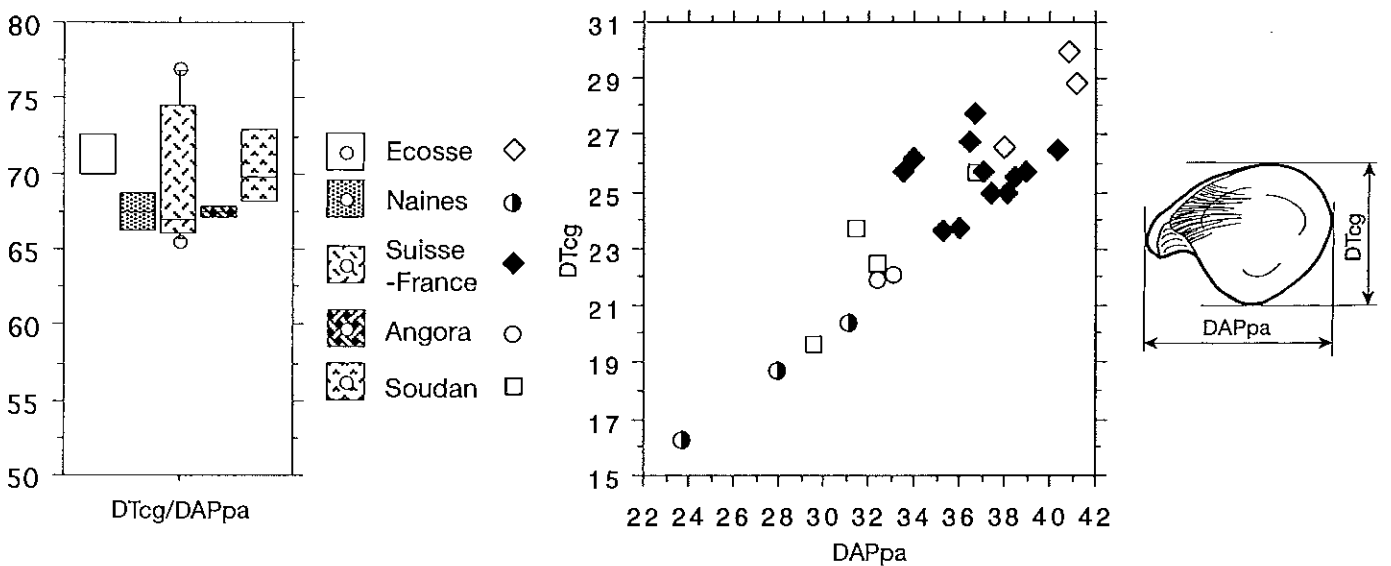


Figure 79. Scapula: différents types actuels de chèvres.

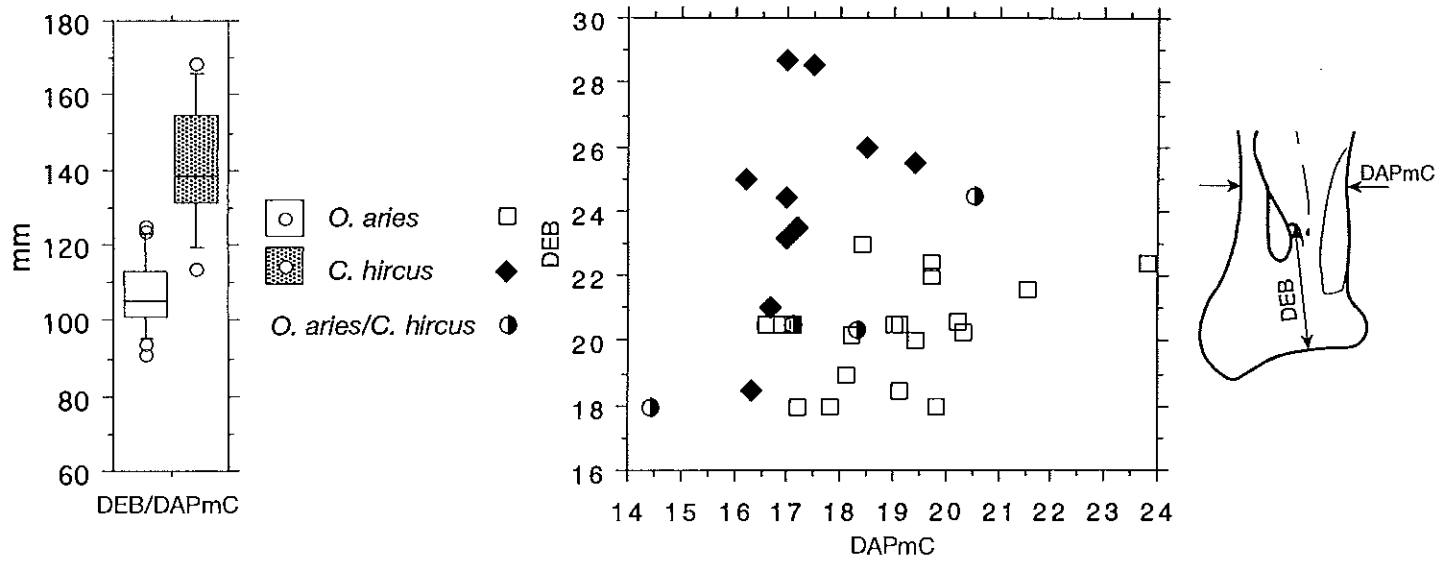


Figure 80. Scapula: chèvres et moutons d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

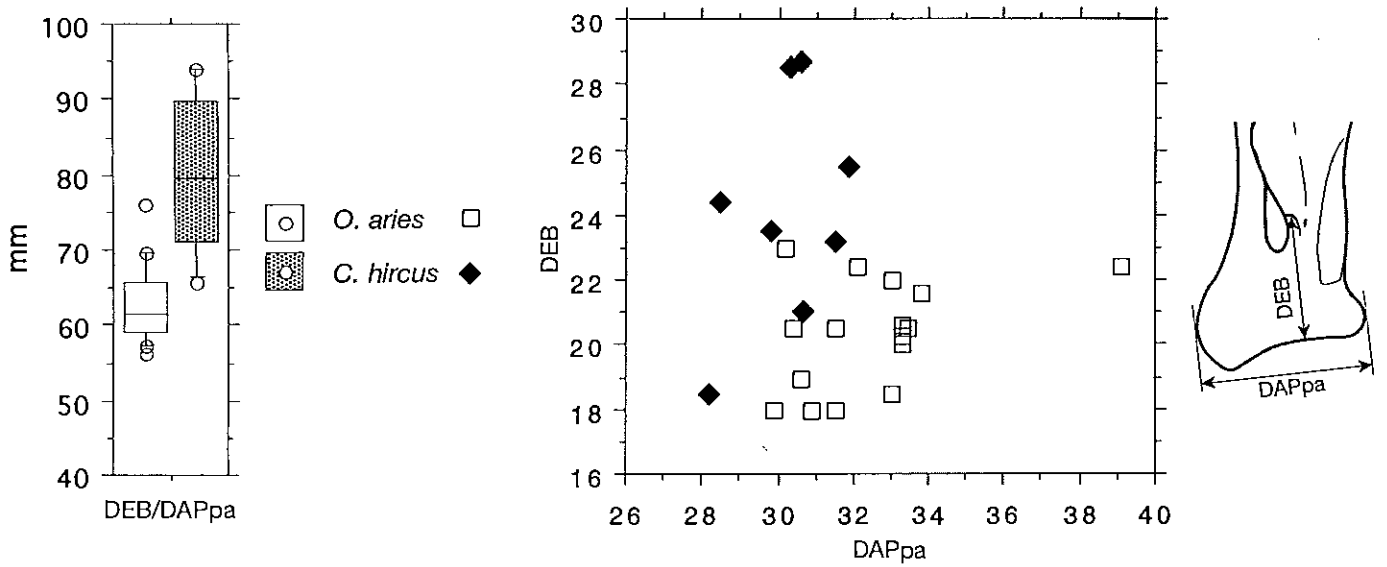


Figure 81. Scapula: chèvres et moutons d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

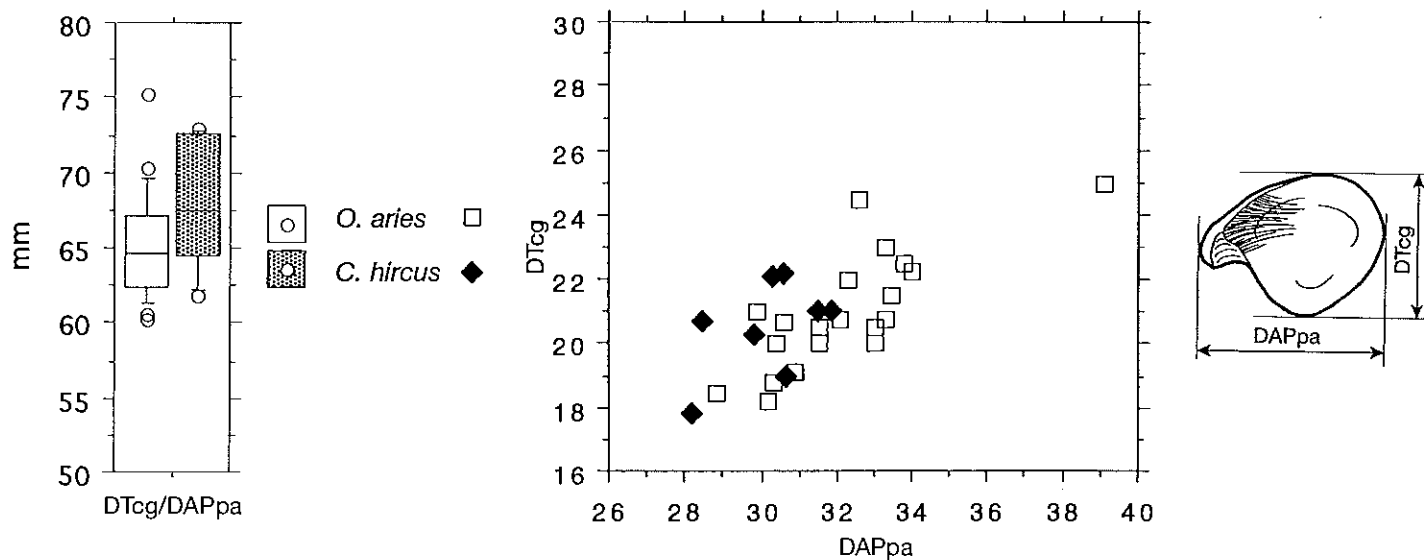


Figure 82. Scapula: chèvres et moutons d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

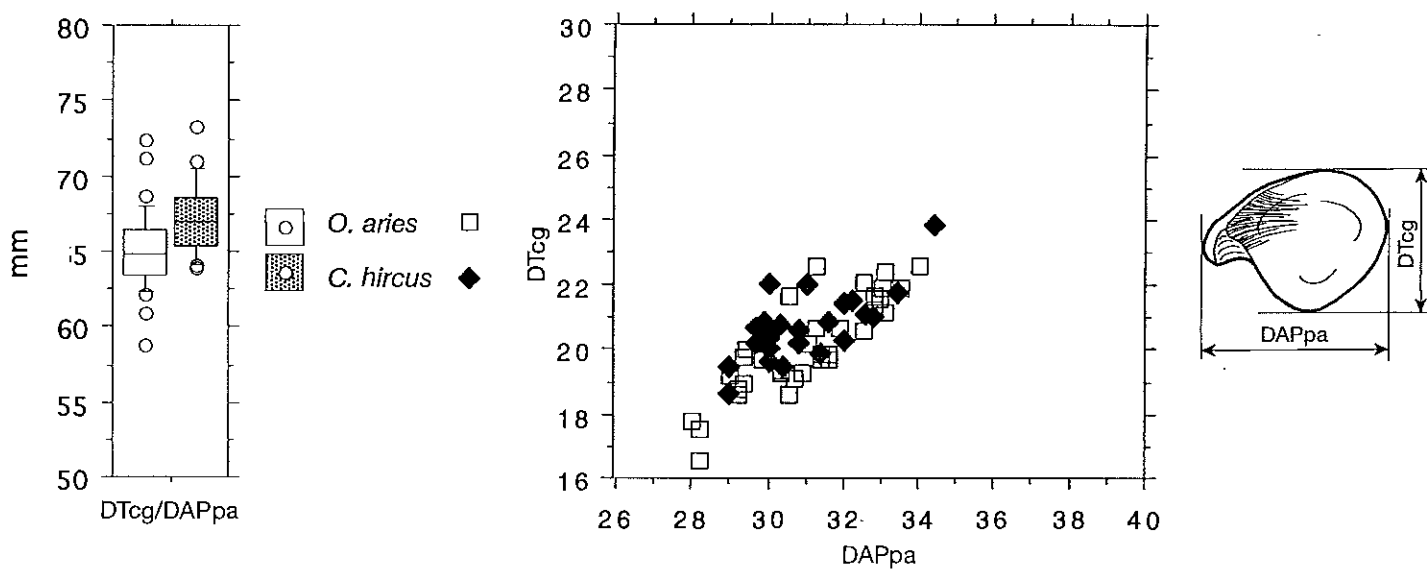


Figure 83. Scapula: chèvres et moutons de Twann (Néolithique).

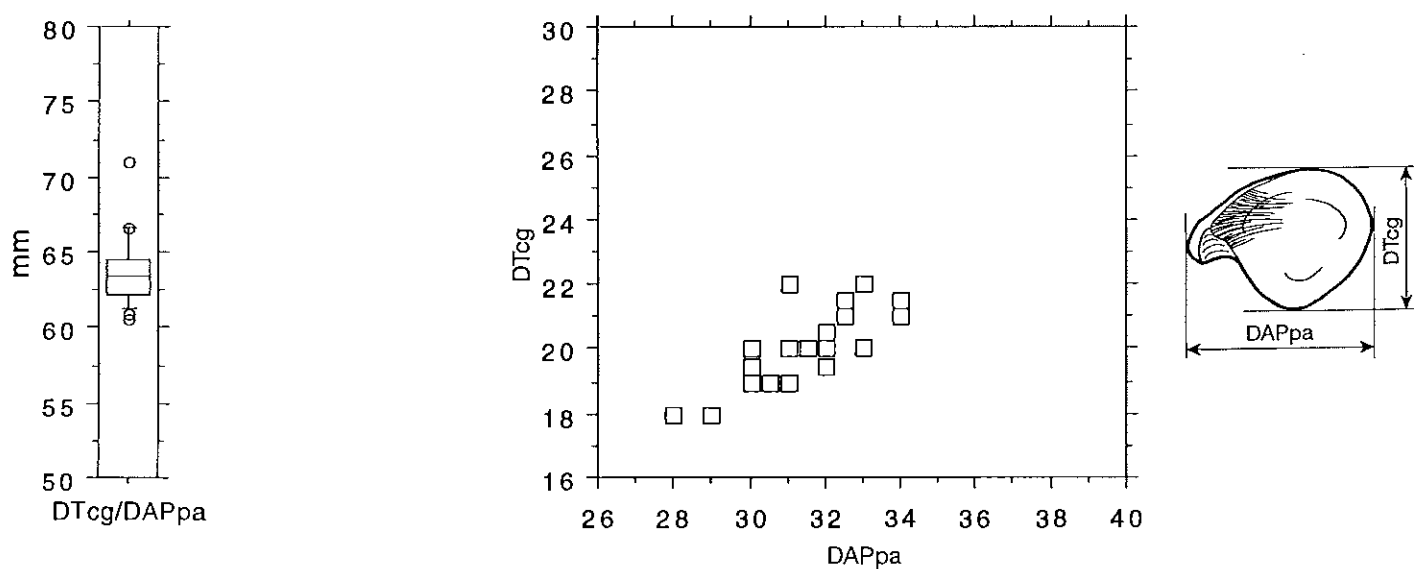


Figure 84. Scapula: moutons de Boury-en-Vexin (Néolithique).

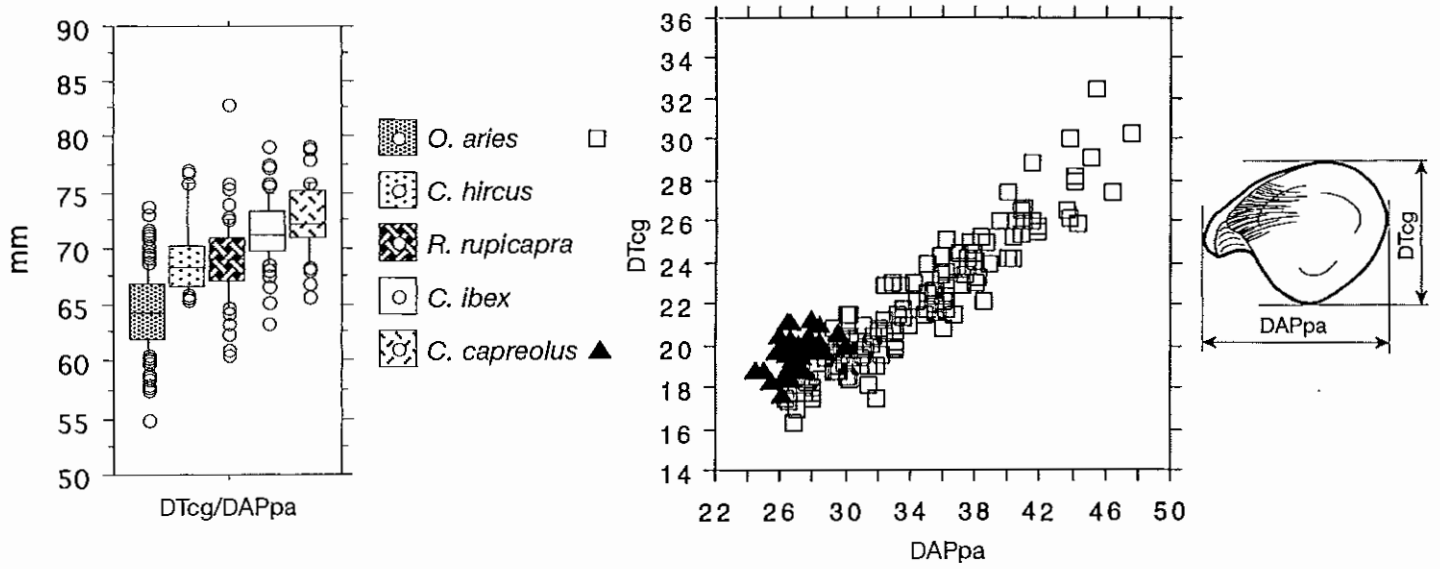


Figure 85a. Scapula: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

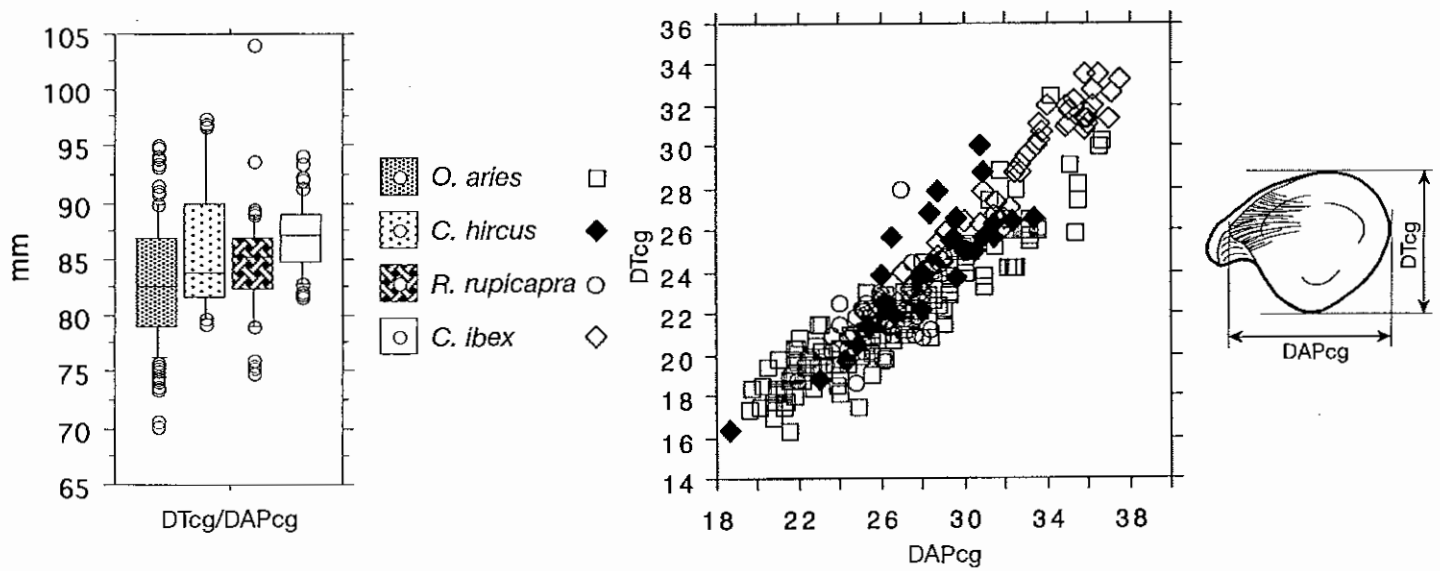


Figure 85b. Scapula: caprinés (spécimens actuels).

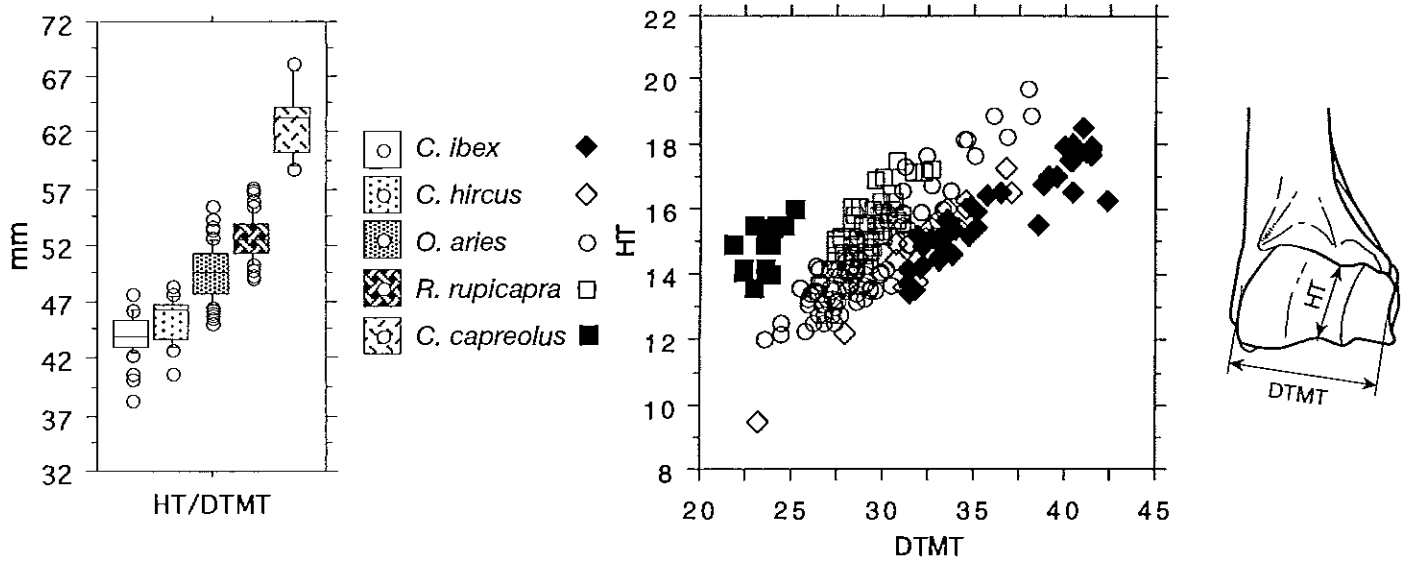


Figure 86. Humérus: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

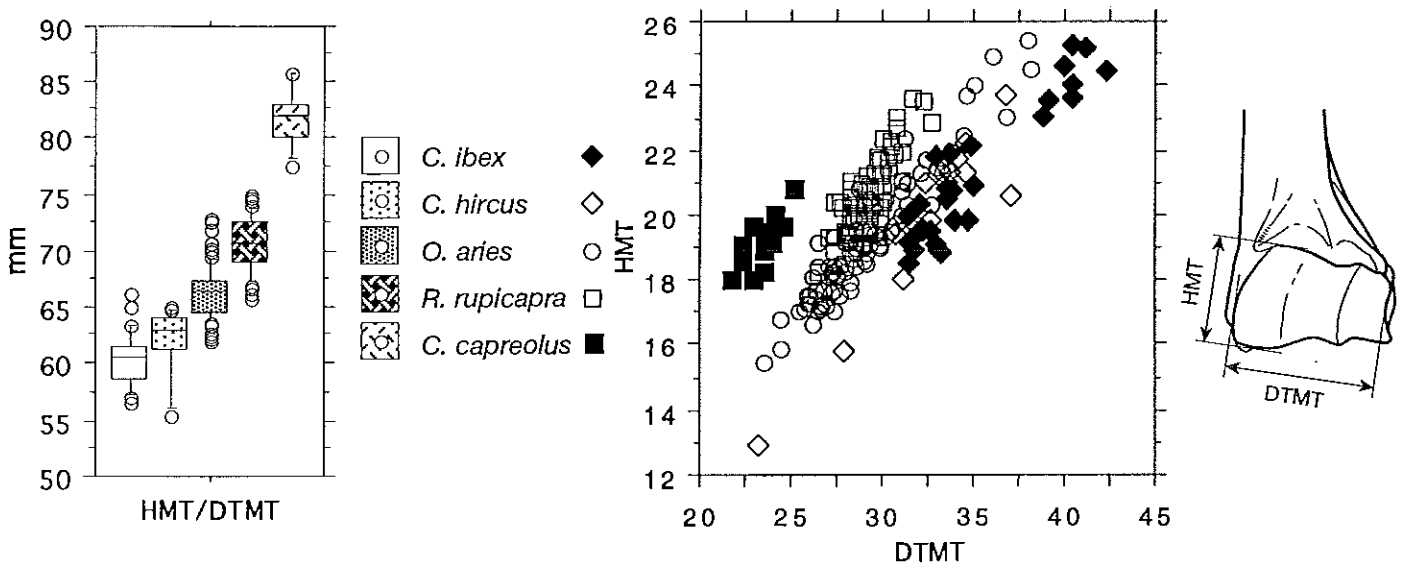


Figure 87. Humérus: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

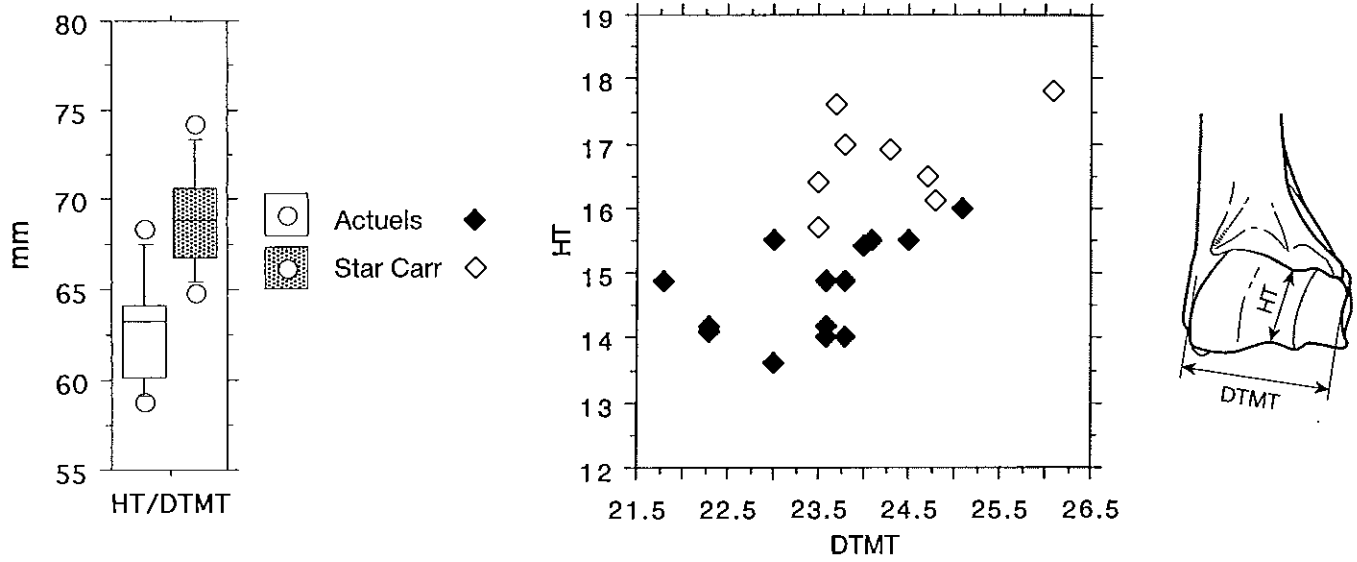


Figure 88. Humérus: chevreuils actuels et du site de Star Carr (Mésolithique).

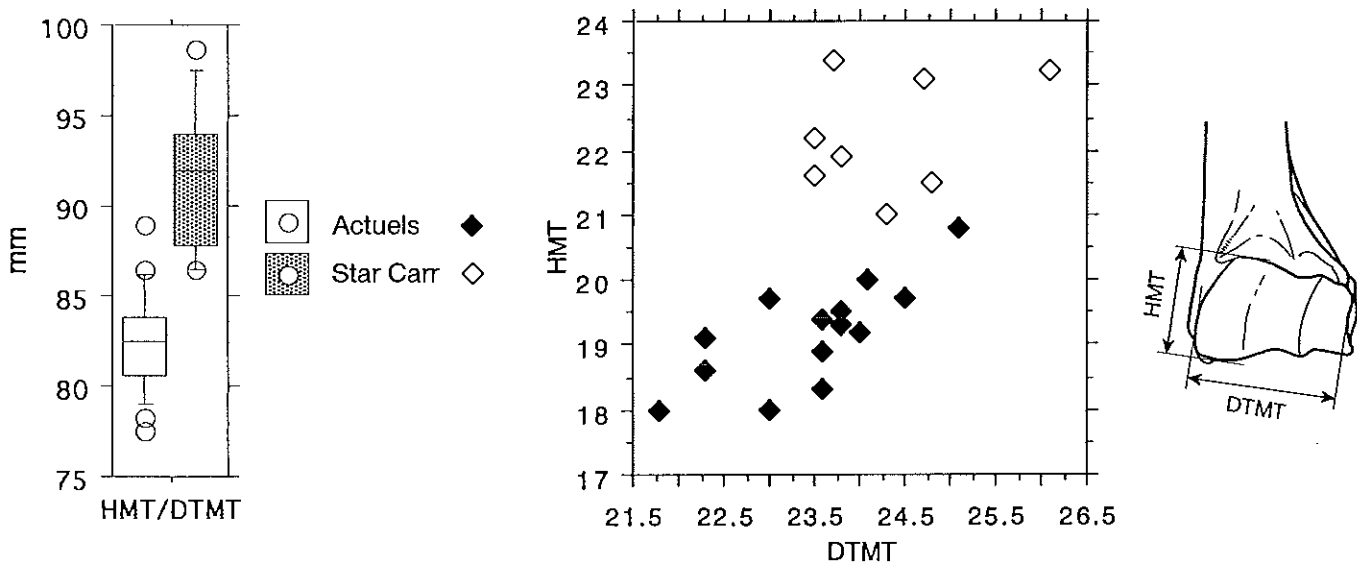


Figure 89. Humérus: chevreuils actuels et du site de Star Carr (Mésolithique).

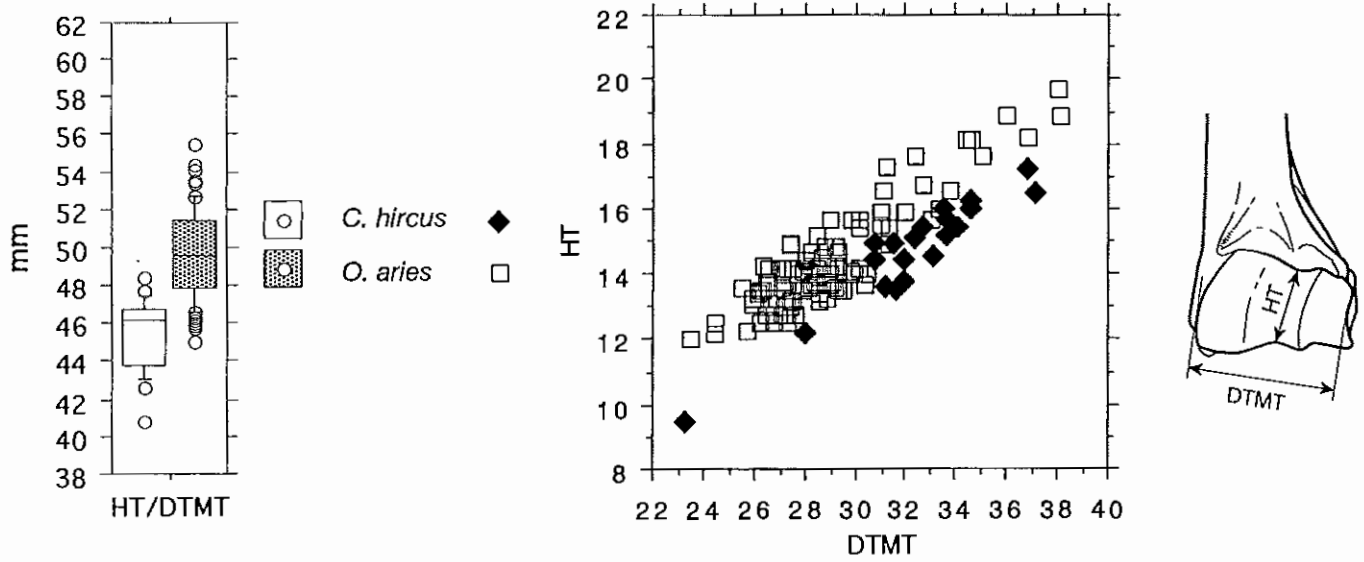


Figure 92. Humérus: chèvres et moutons actuels.

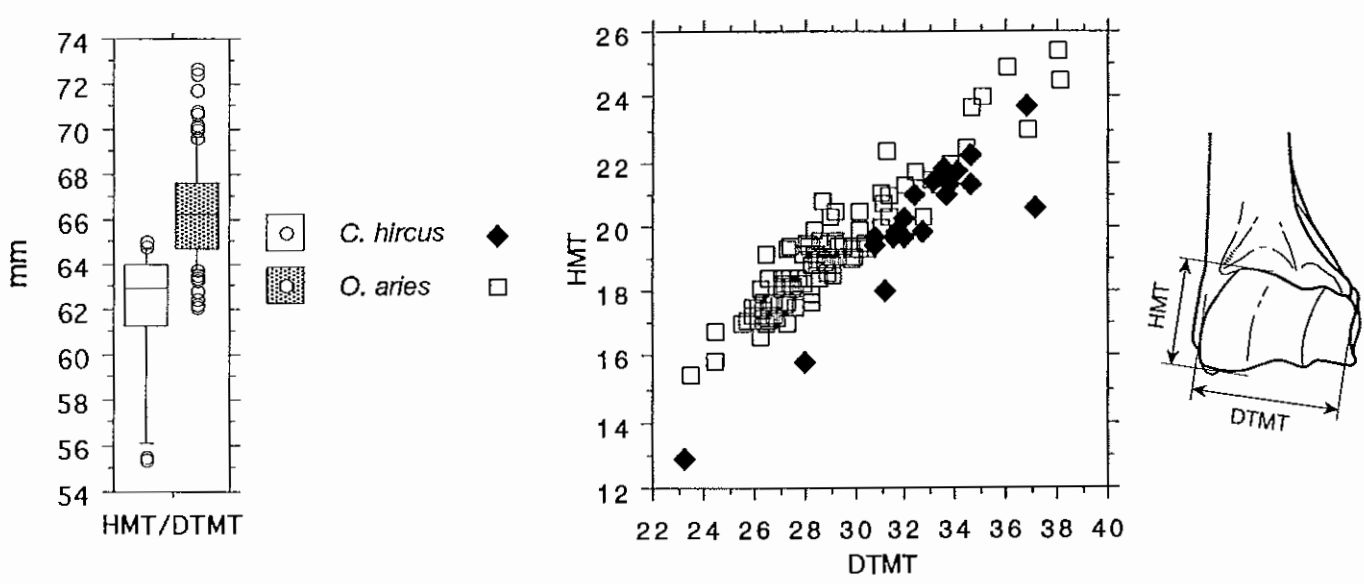


Figure 93. Humérus: chèvres et moutons actuels.

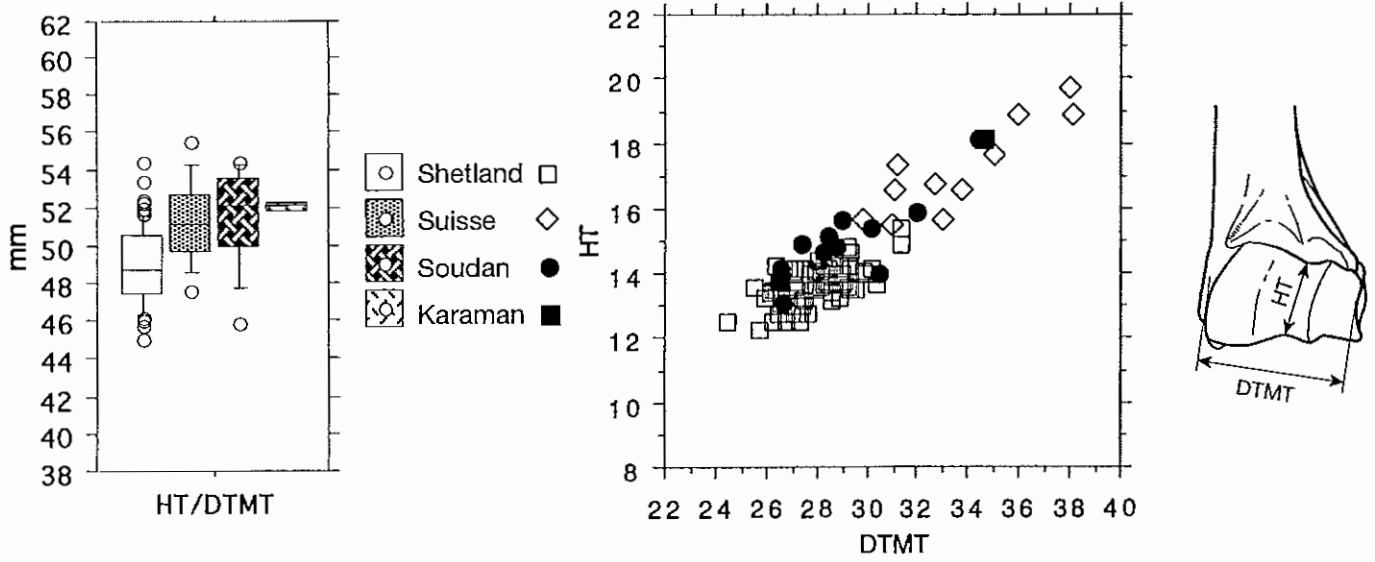


Figure 94. Humérus: différents types actuels de moutons.

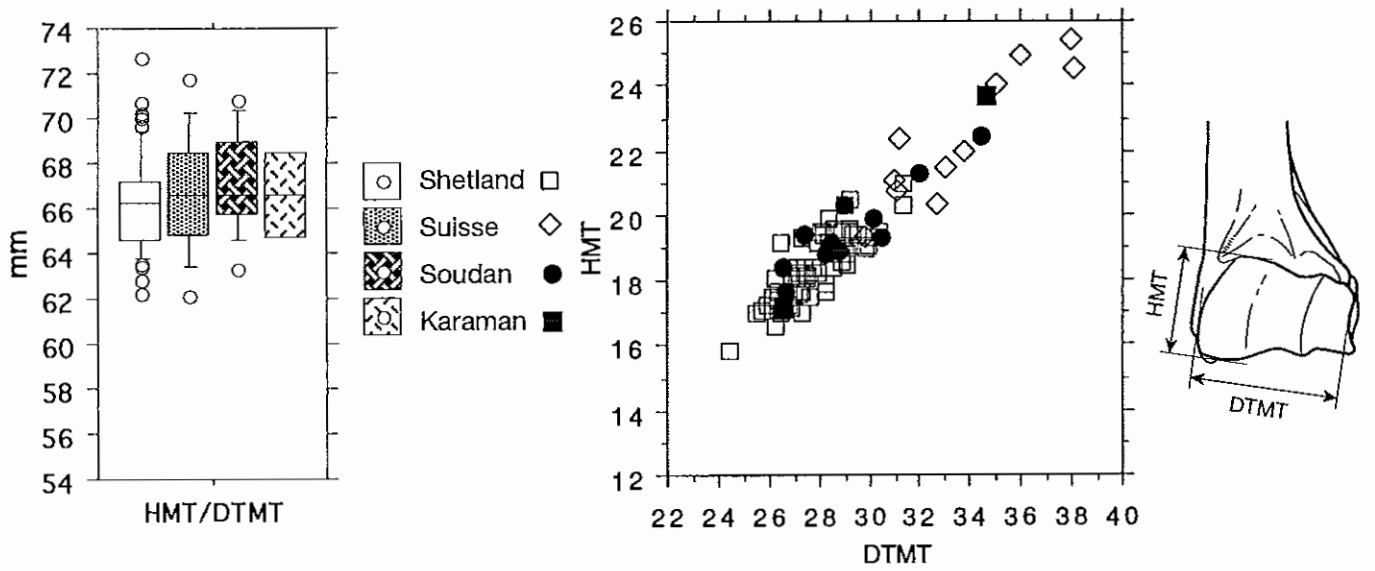


Figure 95. Humérus: différents types actuels de moutons.

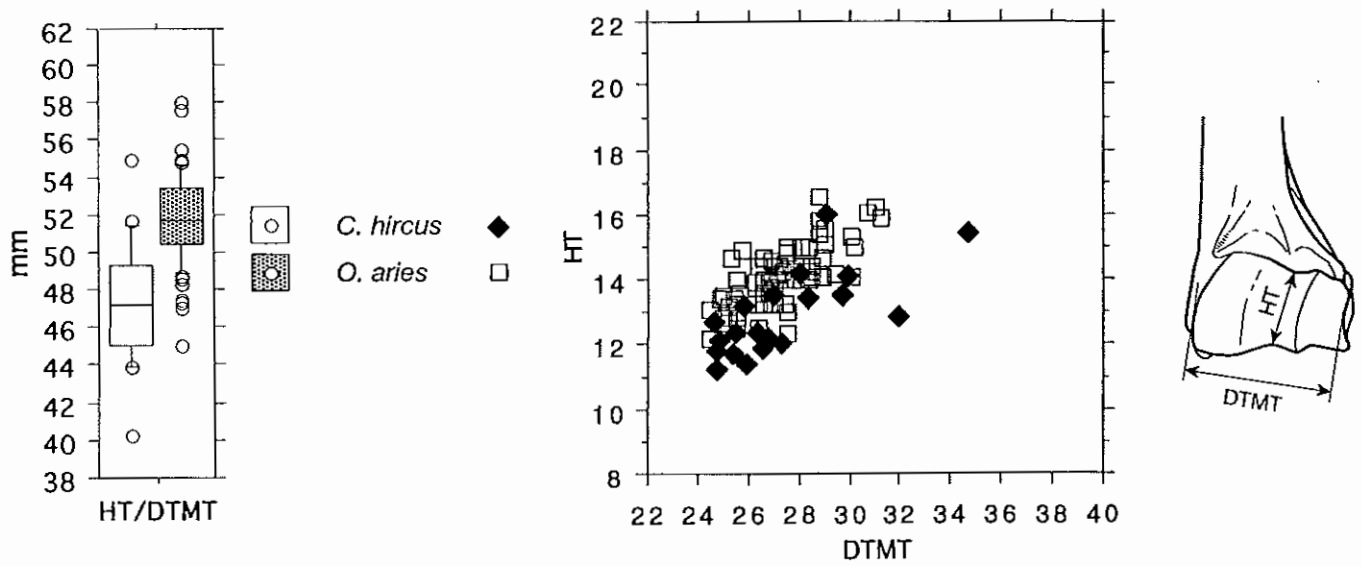


Figure 96. Humérus: chèvres et moutons d'Hauterive-Champréveyres (âge du Bronze).

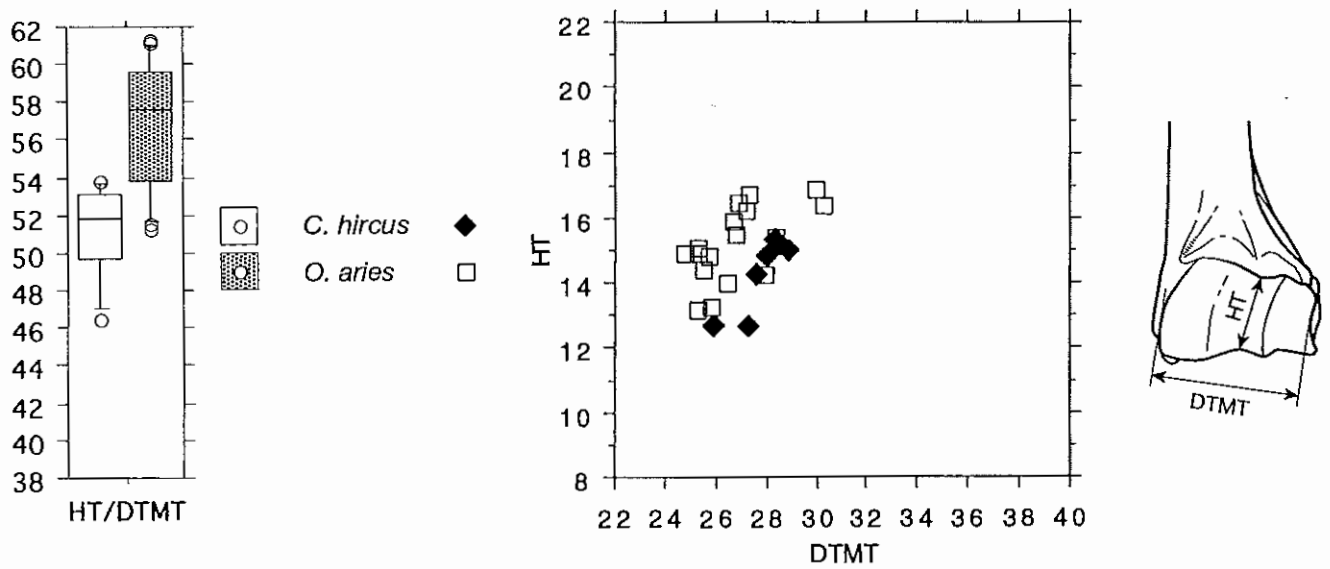


Figure 97. Humérus: chèvres et moutons de Twann (Néolithique).

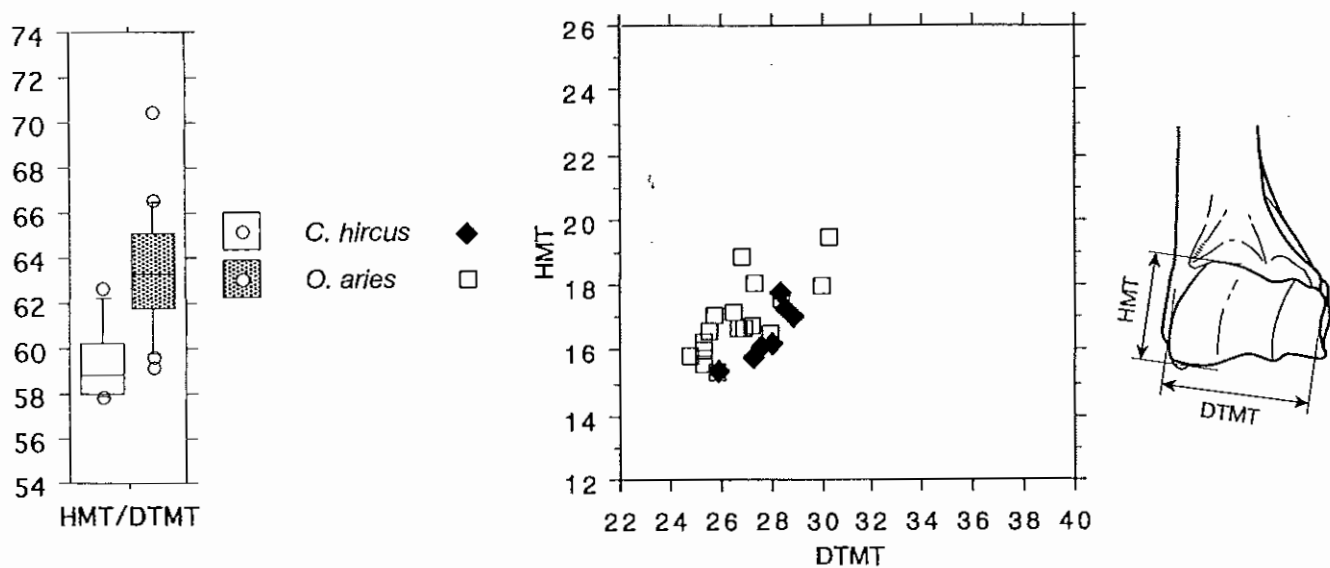


Figure 98. Humérus: chèvres et moutons de Twann (Néolithique).

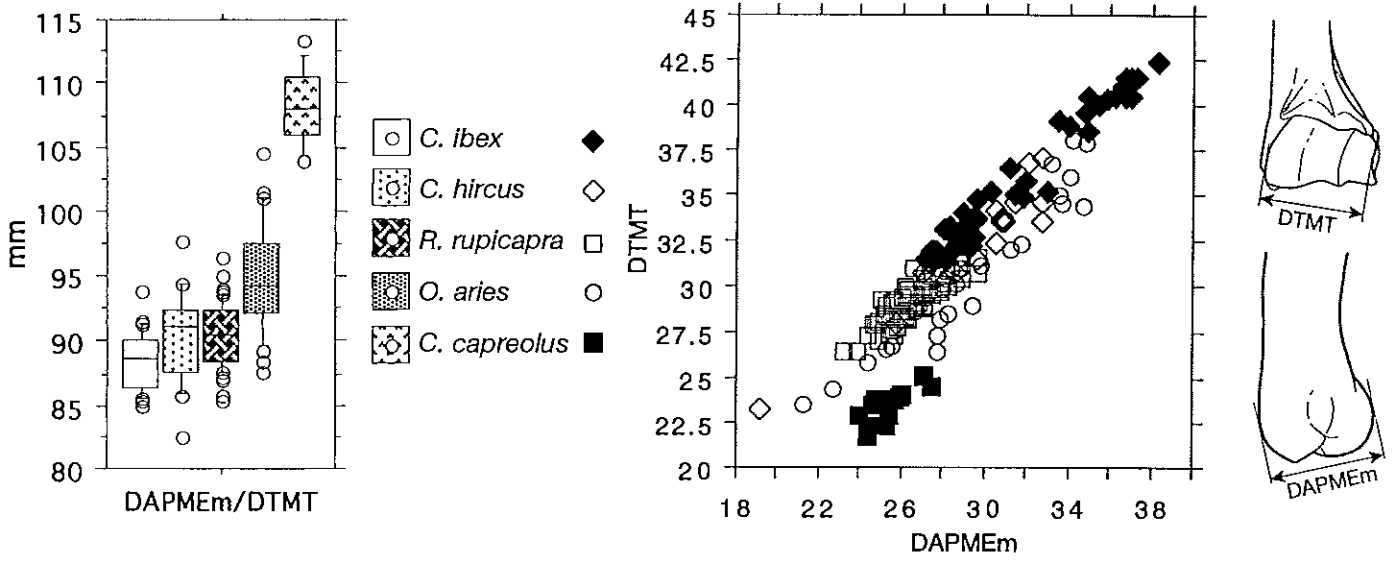


Figure 99. Humérus: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

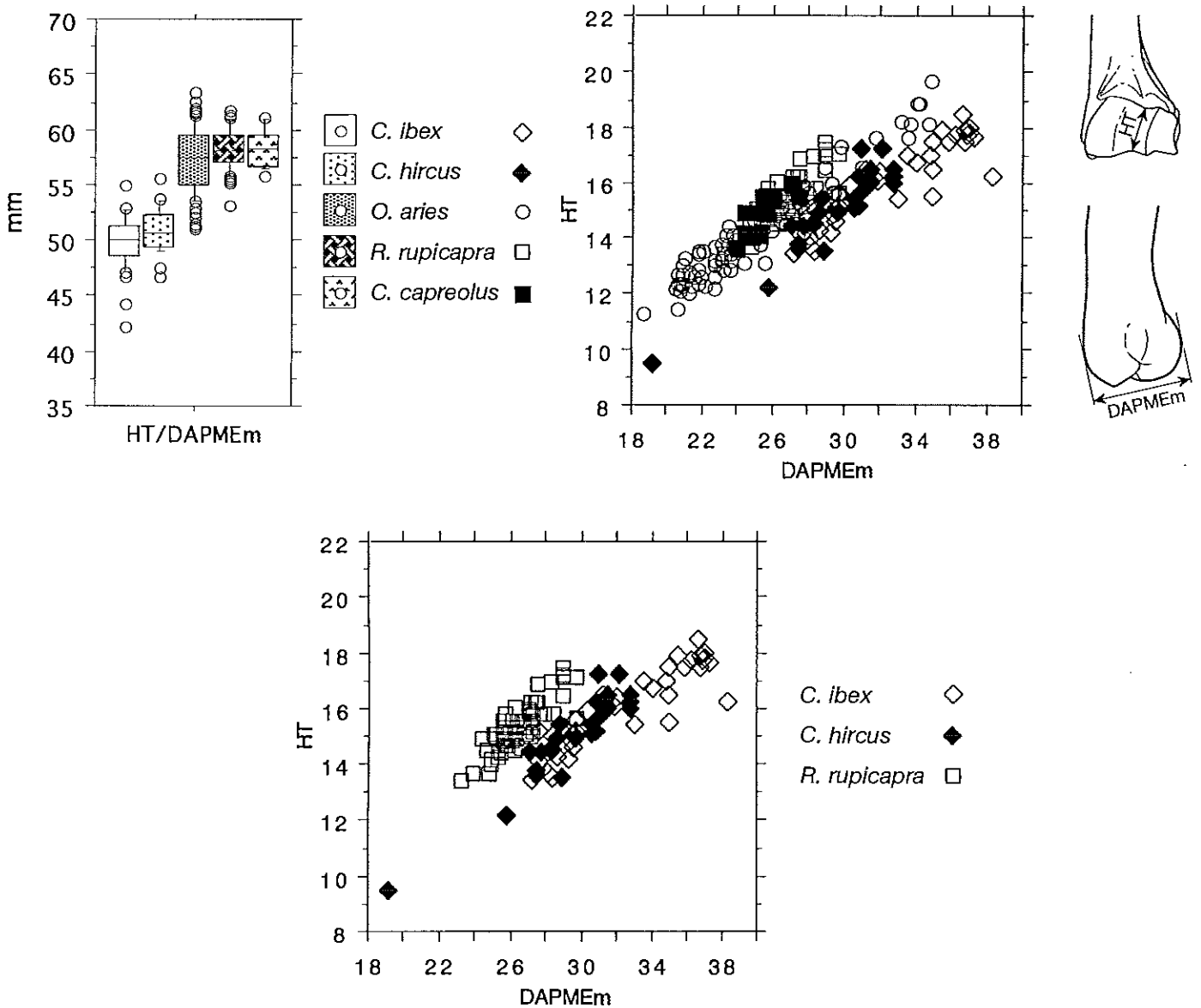


Figure 100. Humérus: caprinés et chevreuil (spécimens actuels).

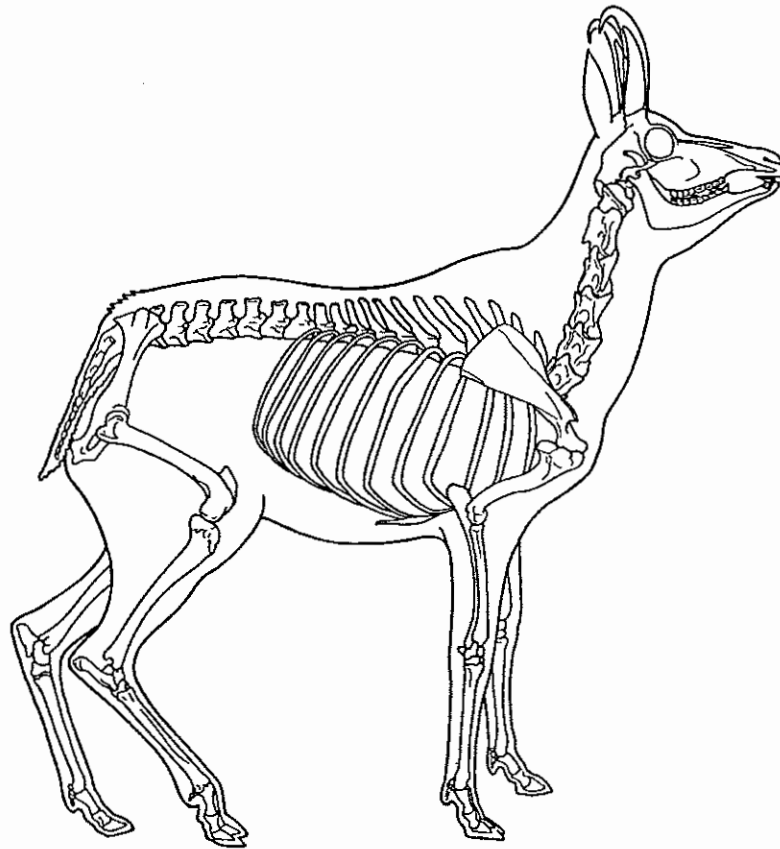
UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES

Département de zoologie et biologie animale

Professeur L. Chaix

Ostéologie comparée des petits ruminants eurasiatiques sauvages et domestiques (genres *Rupicapra*, *Ovis*, *Capra* et *Capreolus*): diagnose différentielle du squelette appendiculaire

**THÈSE**

présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès sciences, mention biologique

par

Helena FERNANDEZ

(Volume II : planches et figures)

Muséum d'histoire naturelle**Genève 2001**

GE Bib. Muséum hist. nat.

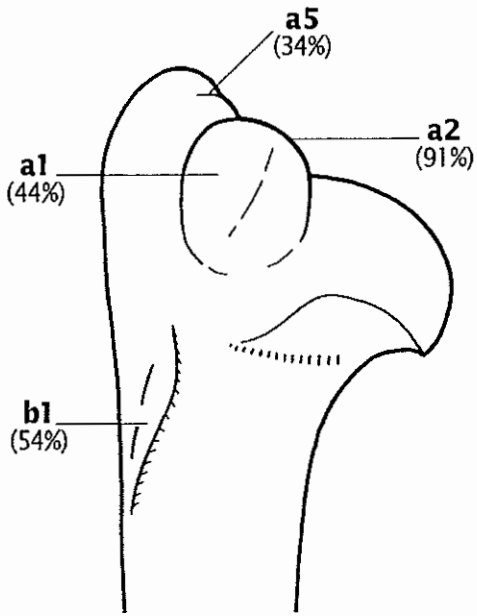


1061382505 A

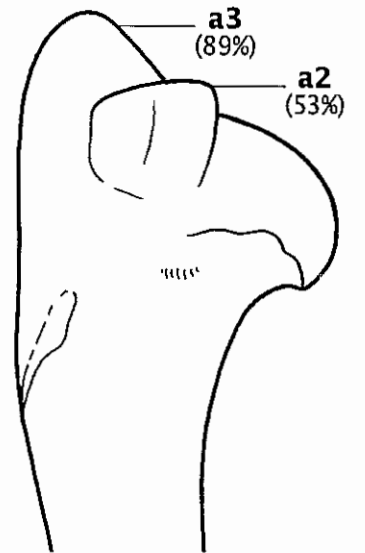
BIBLIOTHEQUE L. CHAIX / C172

PLANCHES

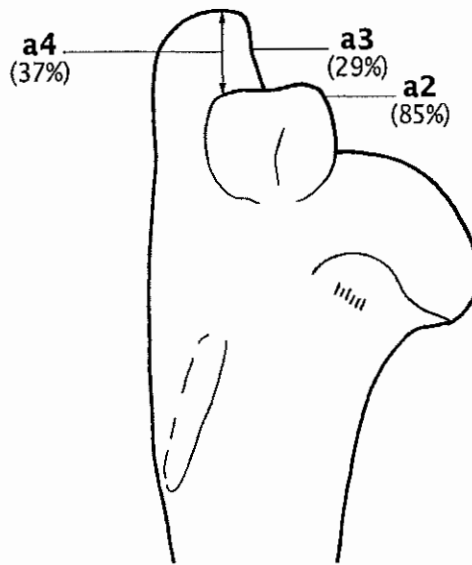
I - XLV



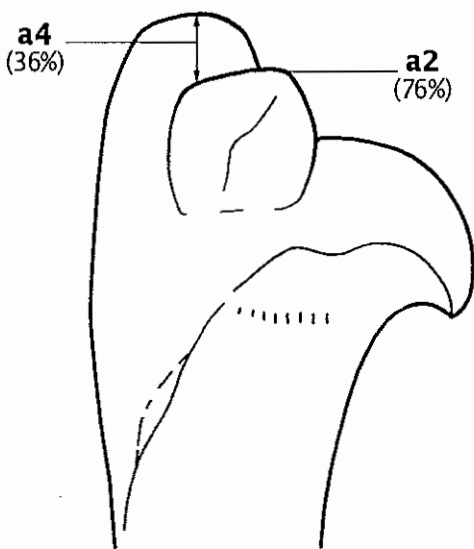
(A) *R. rupicapra*



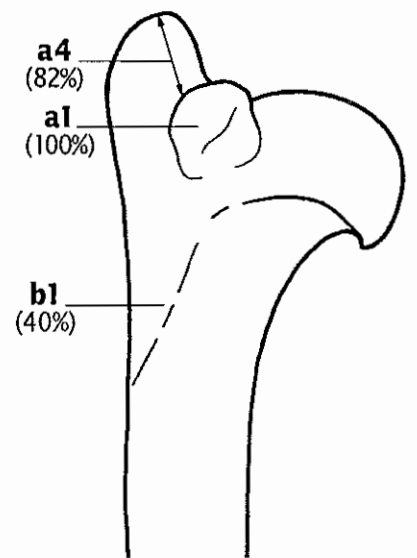
(B) *O. aries*



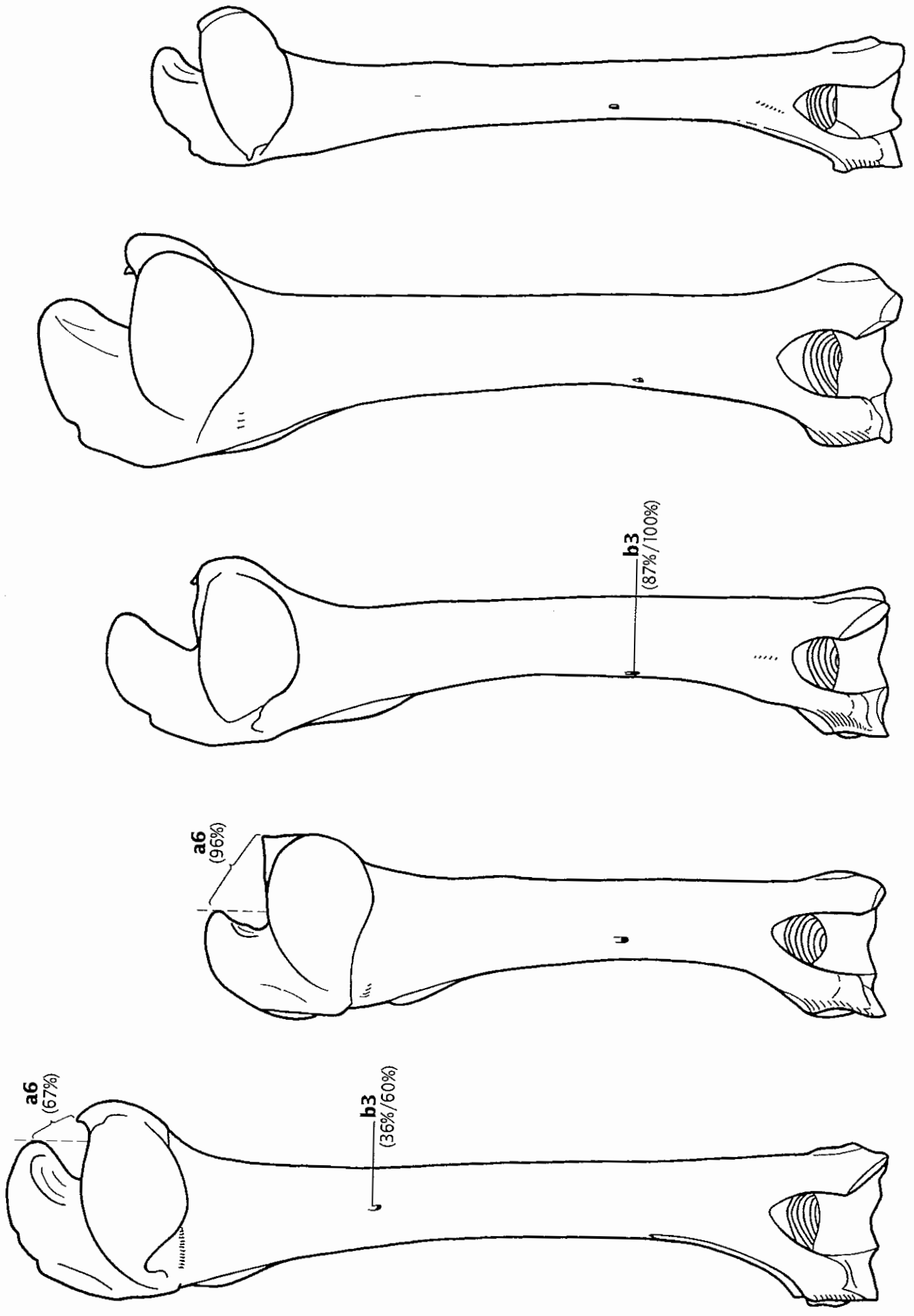
(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*



(E) *C. capreolus*



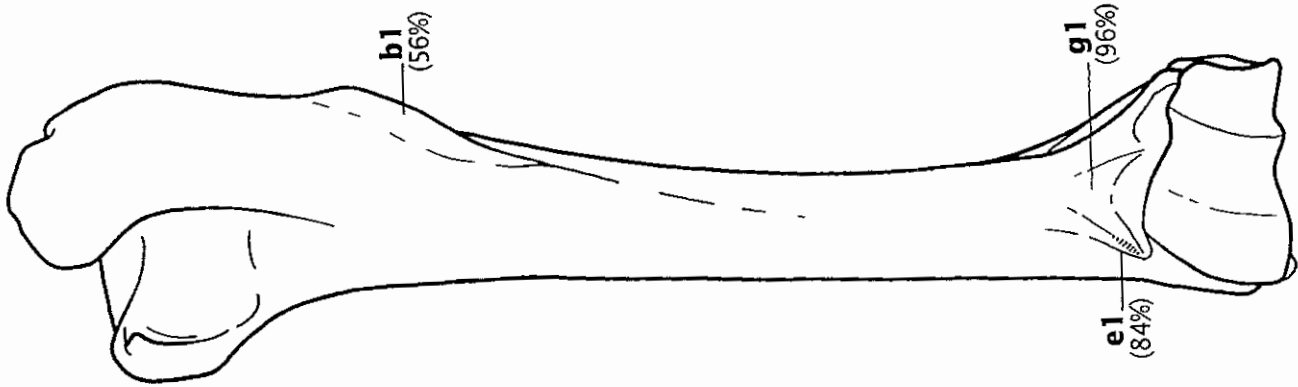
(A) *R. rupicapra*

(B) *O. aries*

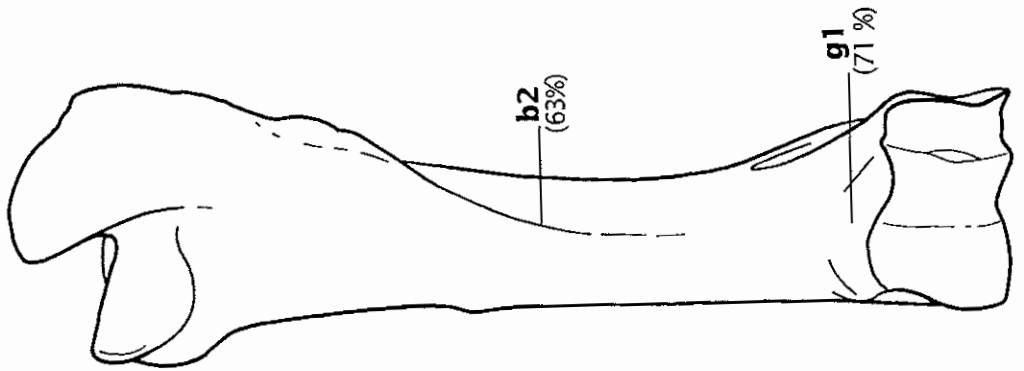
(C) *C. hircus*

(D) *C. ibex*

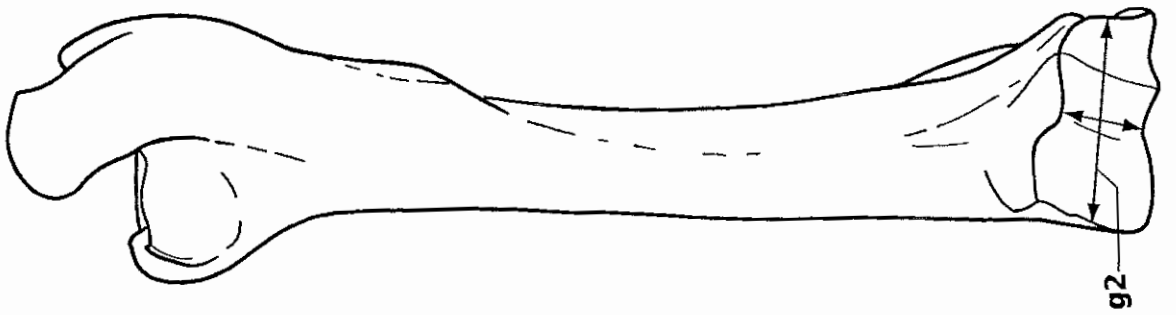
(E) *C. capreolus*



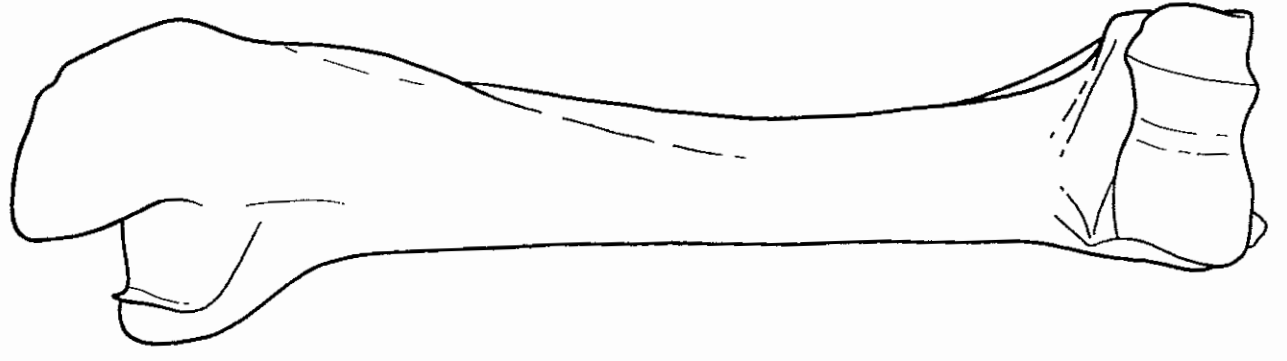
(A) *R. rupicapra*



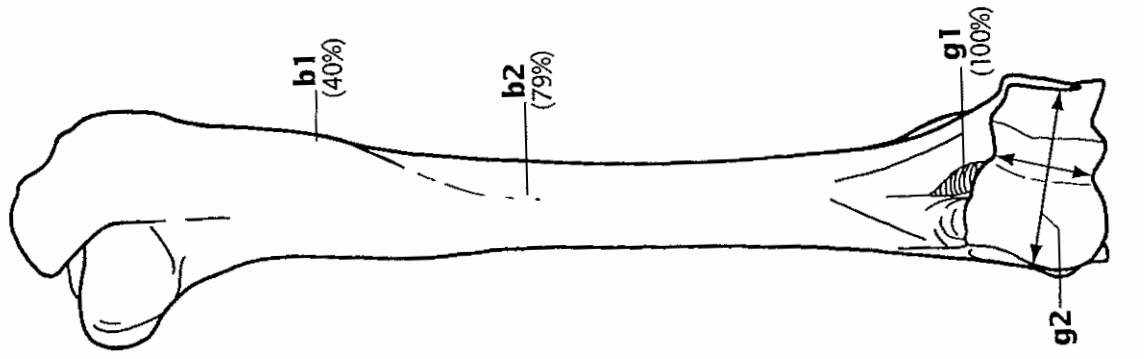
(B) *O. aries*



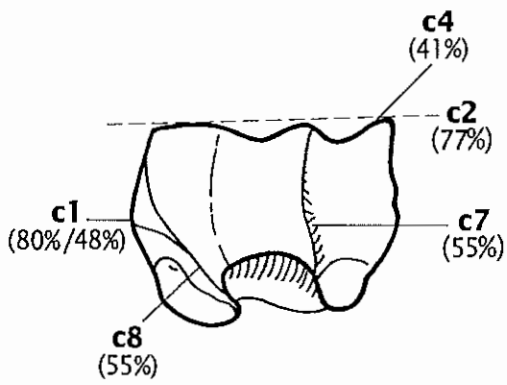
(C) *C. hircus*



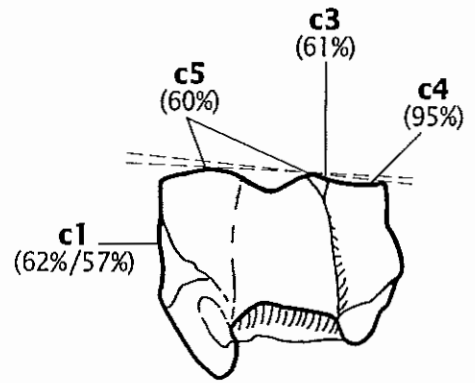
(D) *C. ibex*



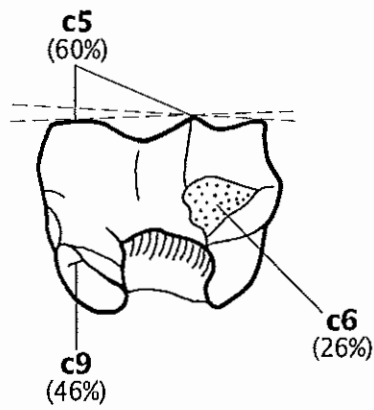
(E) *C. capreolus*



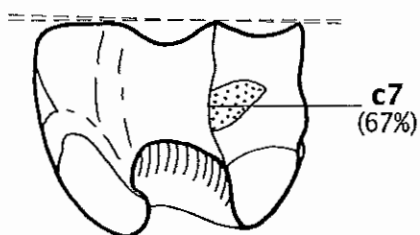
(A) *R. rupicapra*



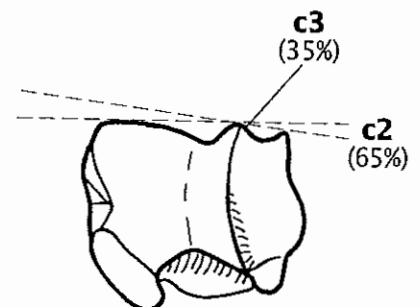
(B) *O. aries*



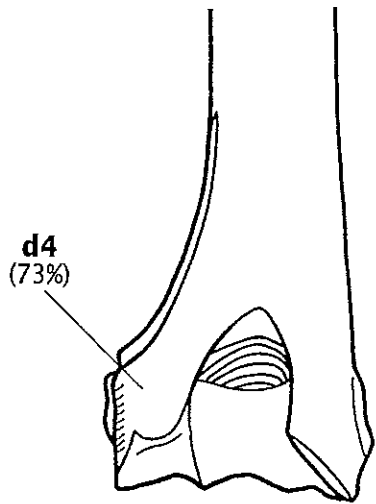
(C) *C. hircus*



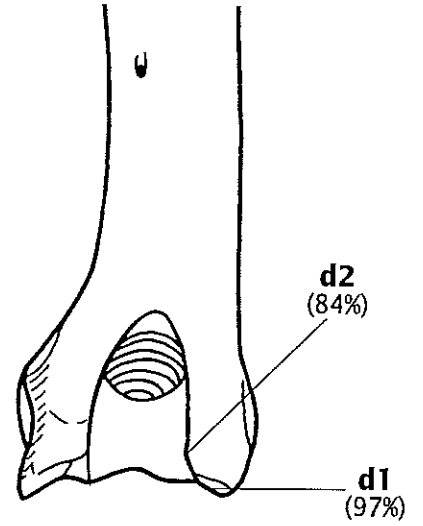
(D) *C. ibex*



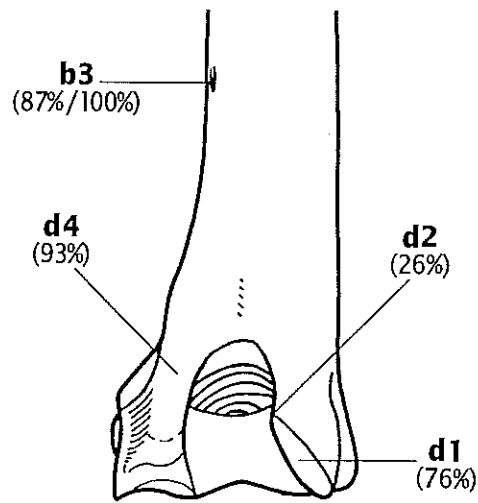
(E) *C. capreolus*



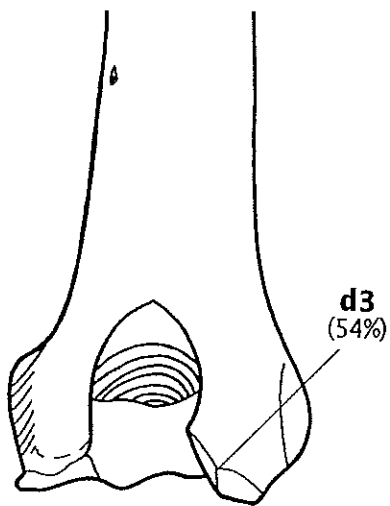
(A) *R. rupicapra*



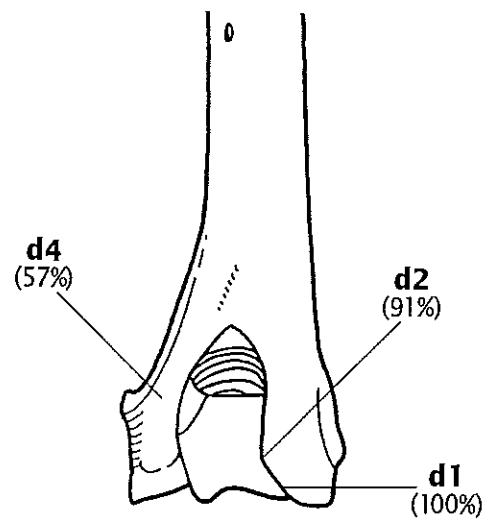
(B) *O. aries*



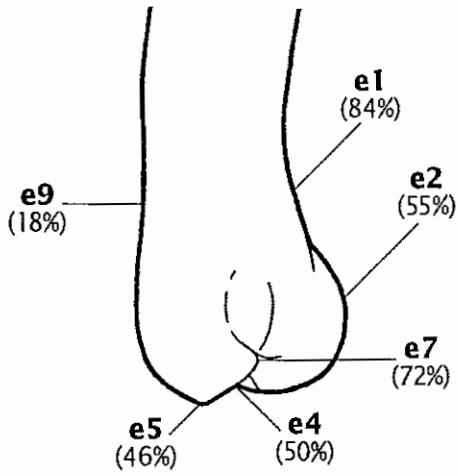
(C) *C. hircus*



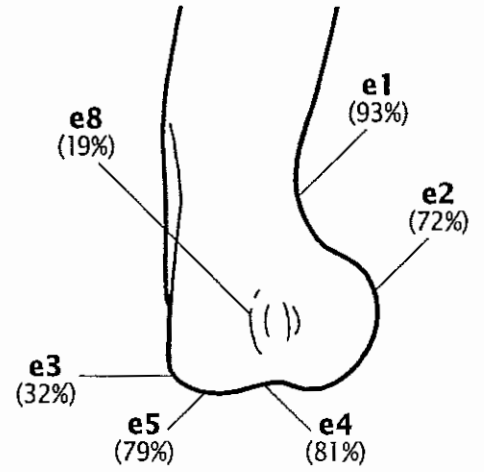
(D) *C. ibex*



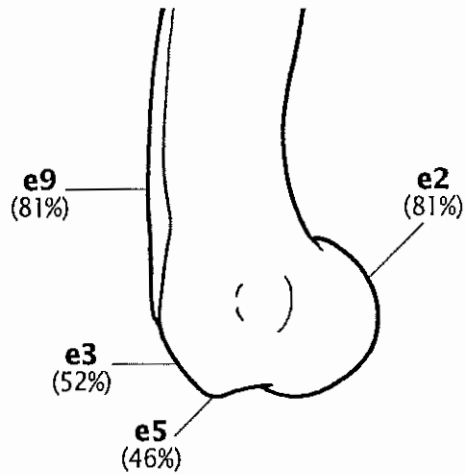
(E) *C. capreolus*



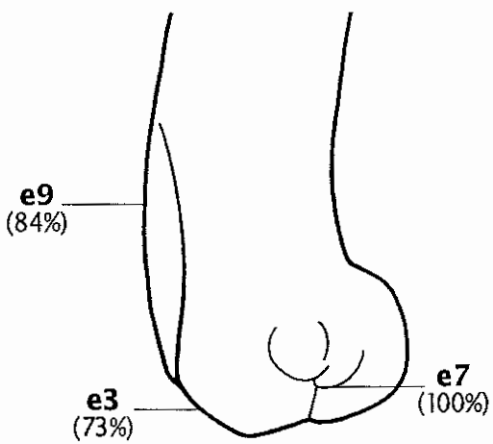
(A) *R. rupicapra*



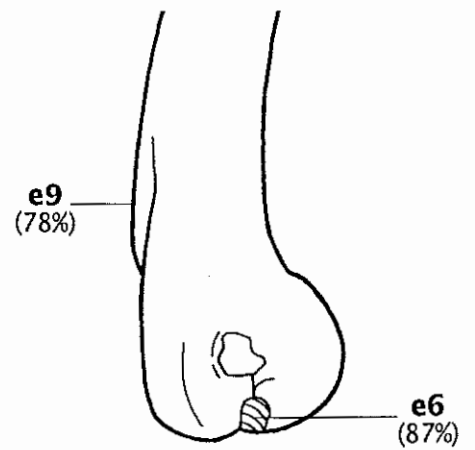
(B) *O. aries*



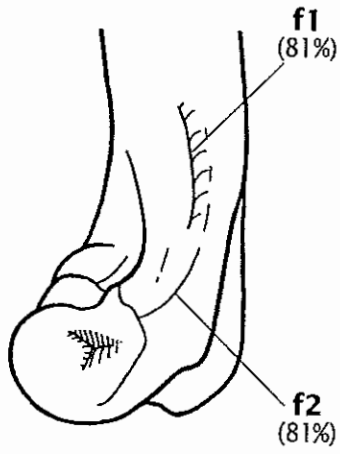
(C) *C. hircus*



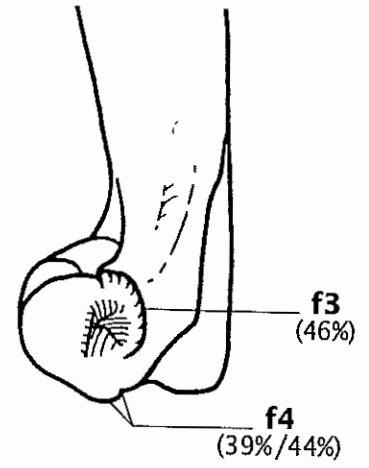
(D) *C. ibex*



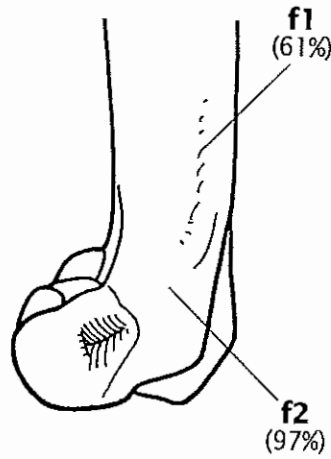
(E) *C. capreolus*



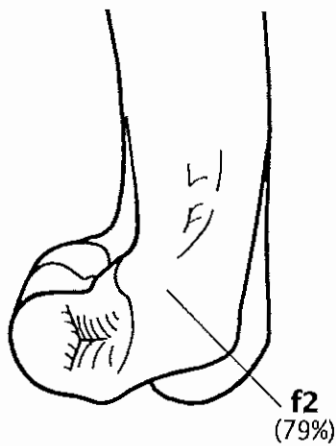
(A) *R. rupicapra*



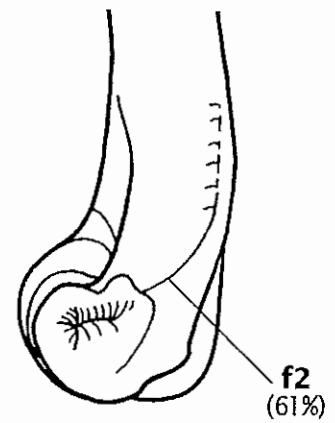
(B) *O. aries*



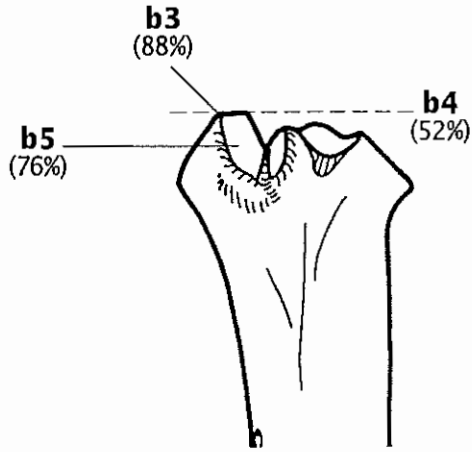
(C) *C. hircus*



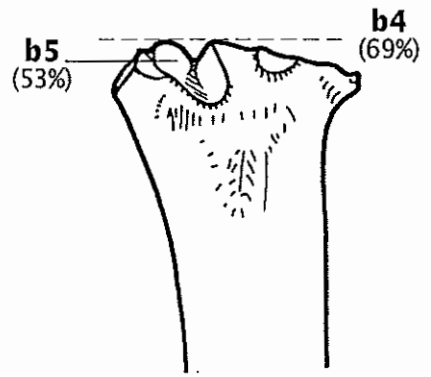
(D) *C. ibex*



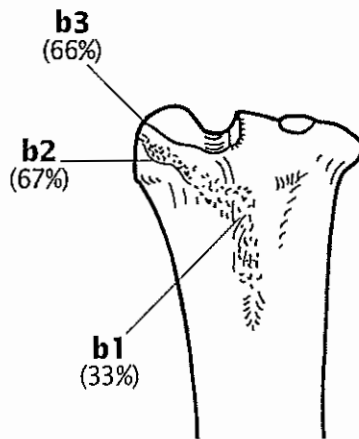
(E) *C. capreolus*



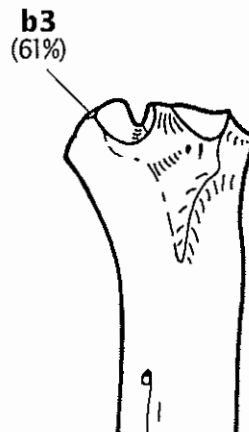
(A) *R. rupicapra*



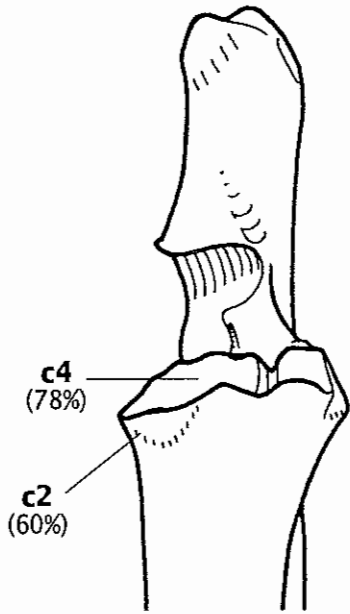
(B) *O. aries*



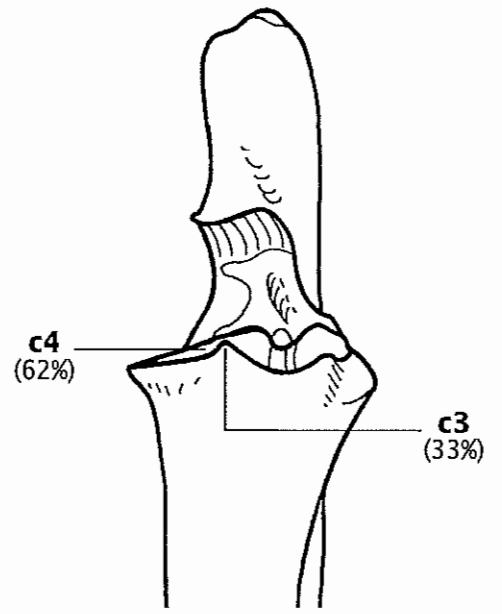
(C) *C. hircus*
(subadulte)



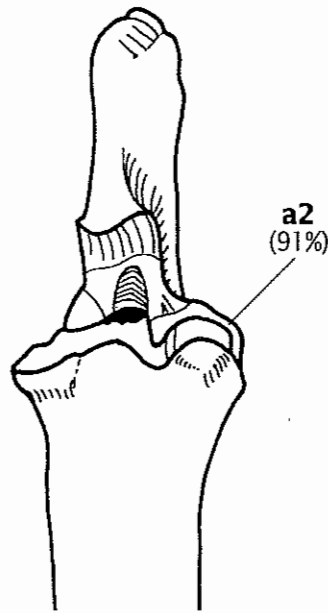
(E) *C. capreolus*



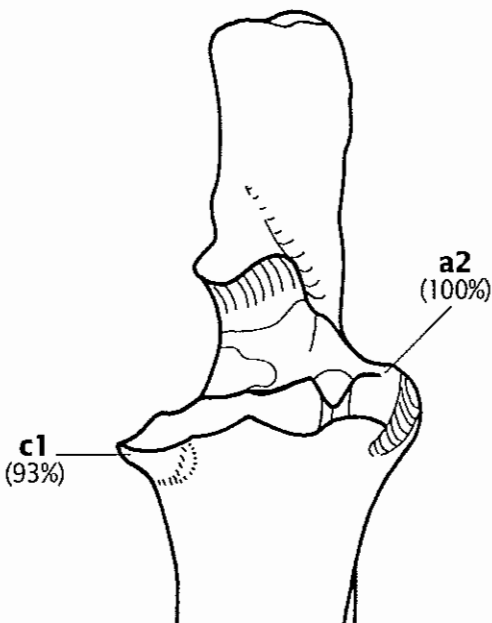
(A) *R. rupicapra*



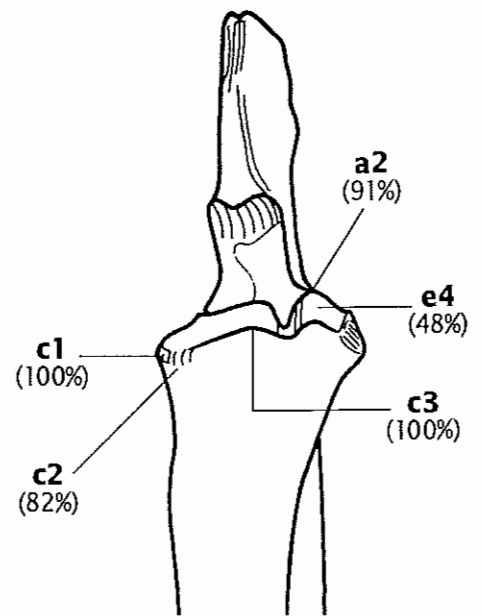
(B) *O. aries*



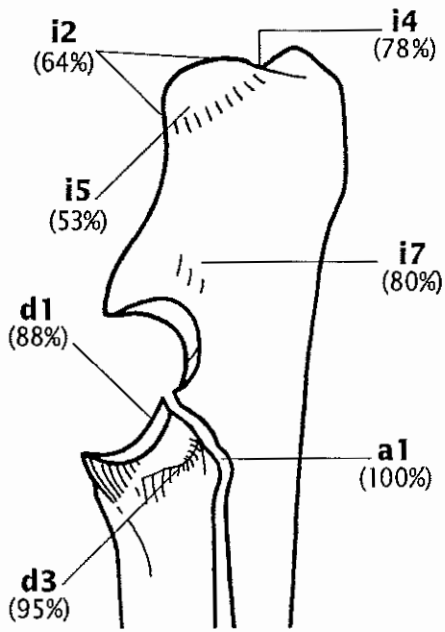
(C) *C. hircus*



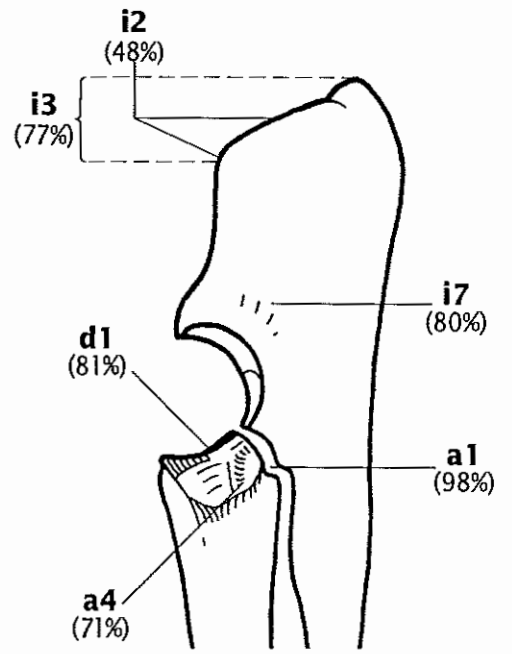
(D) *C. ibex*



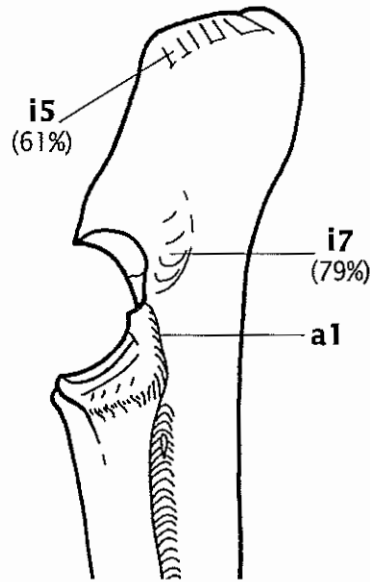
(E) *C. capreolus*



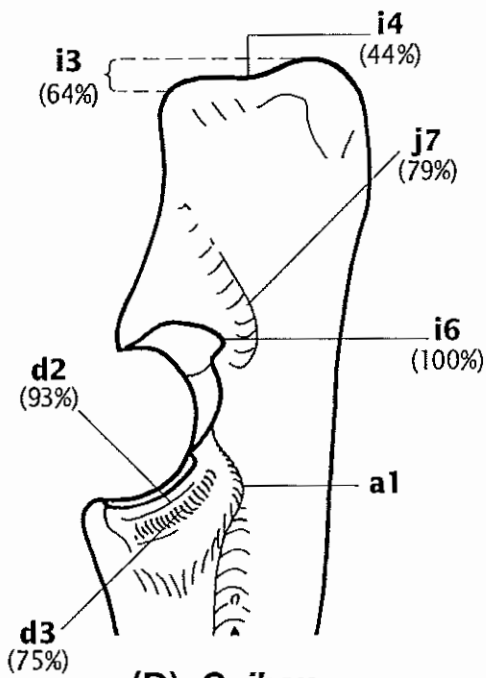
(A) *R. rupicapra*



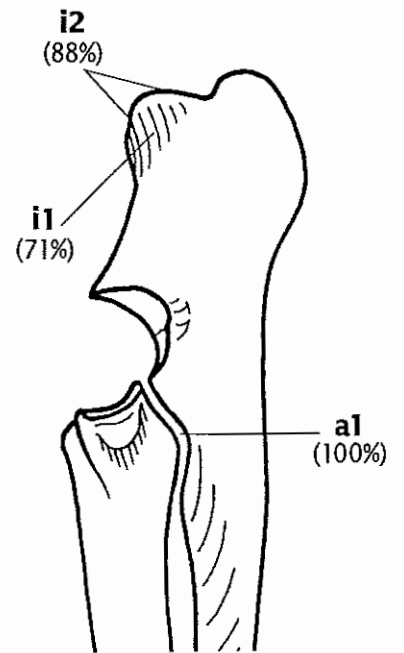
(B) *O. aries*



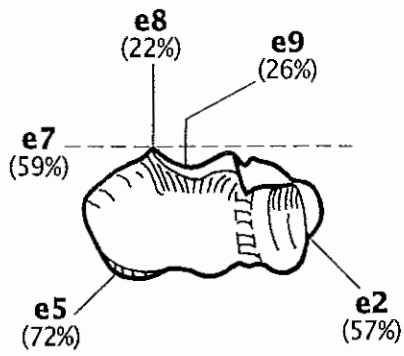
(C) *C. hircus*



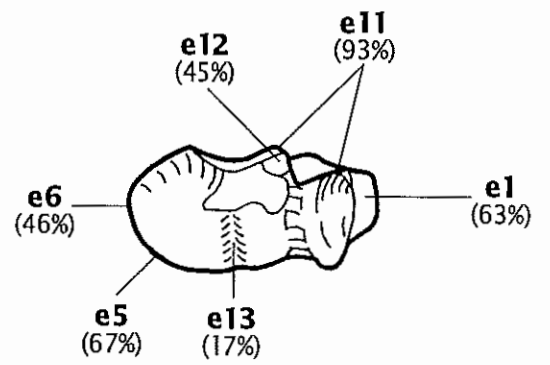
(D) *C. ibex*



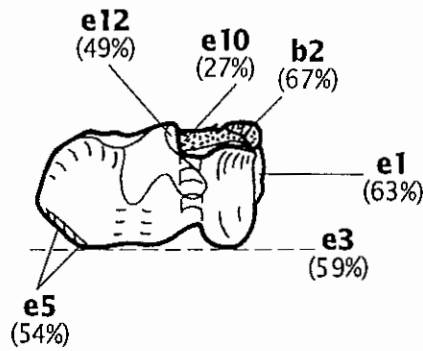
(E) *C. capreolus*



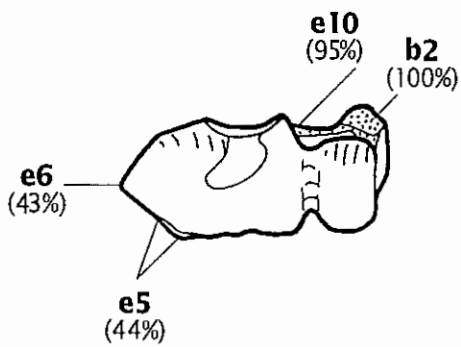
(A) *R. rupicapra*



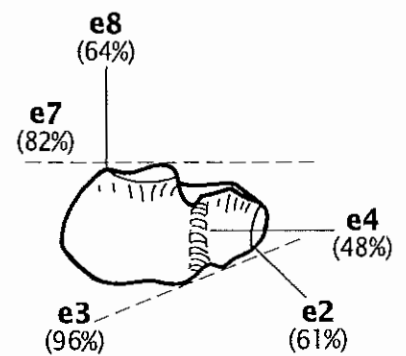
(B) *O. aries*



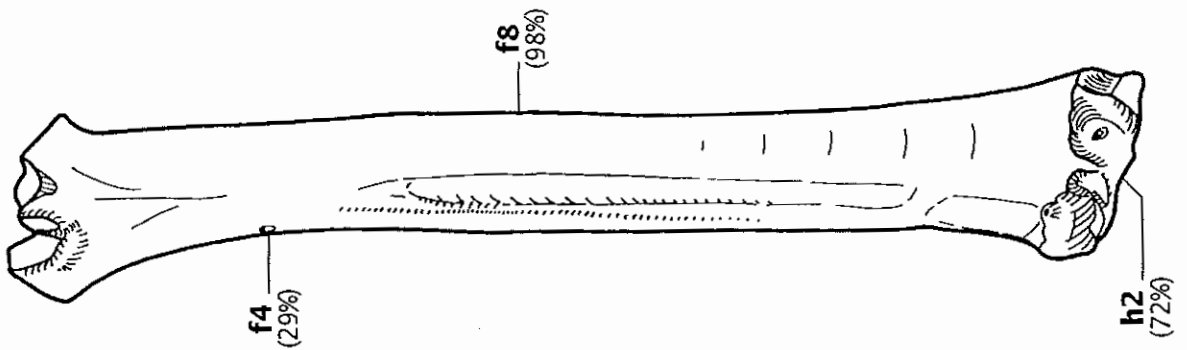
(C) *C. hircus*



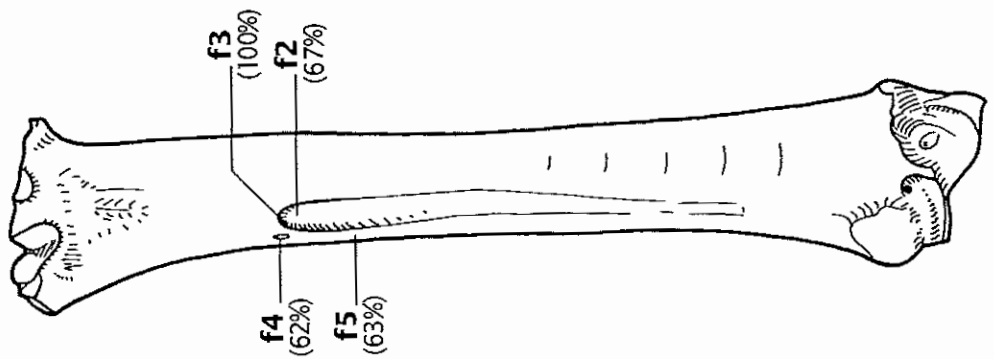
(D) *C. ibex*



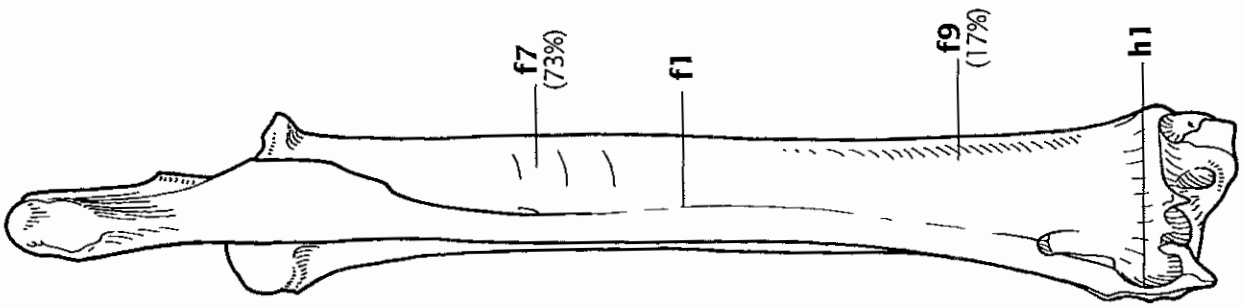
(E) *C. capreolus*



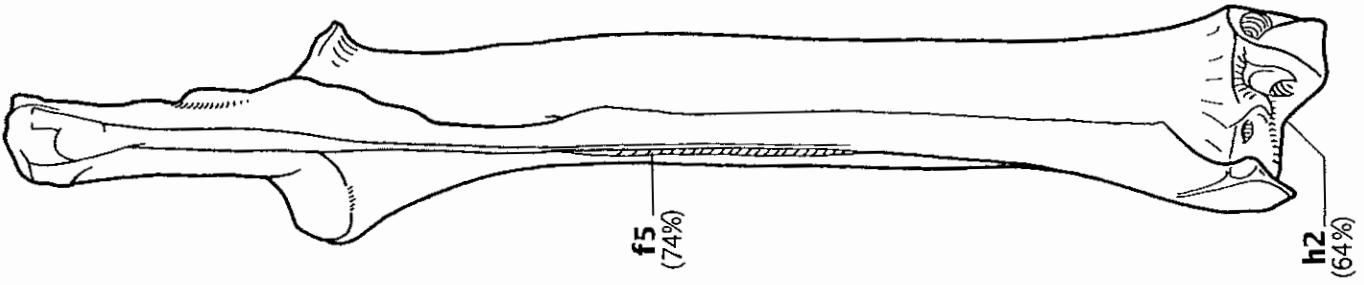
(A) *R. rupicapra*



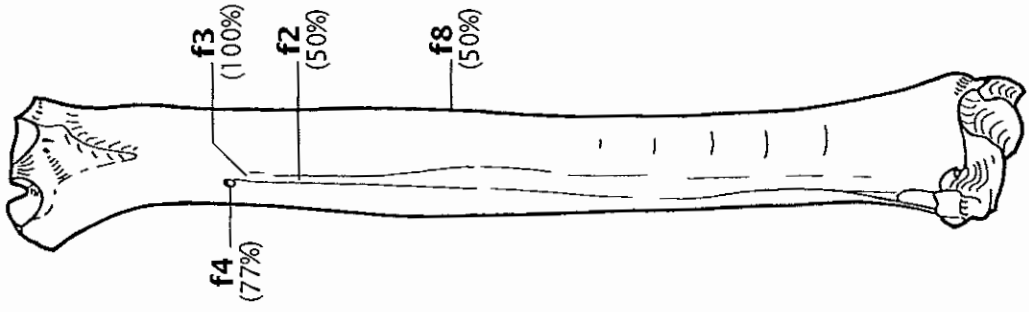
(B) *O. aries*



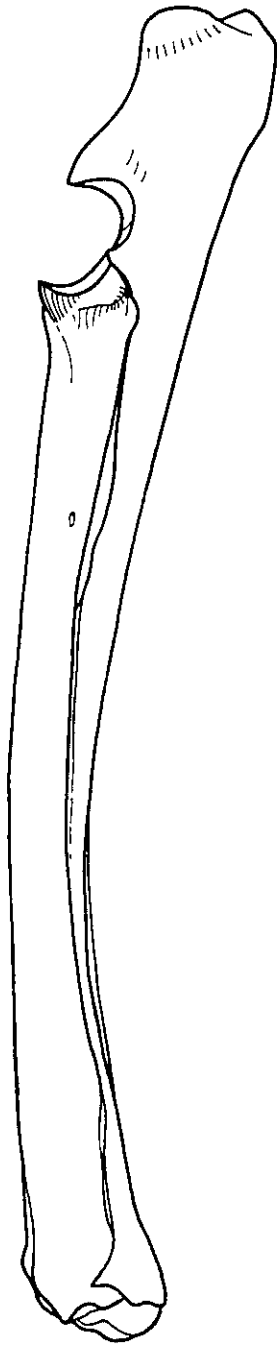
(C) *C. hircus*



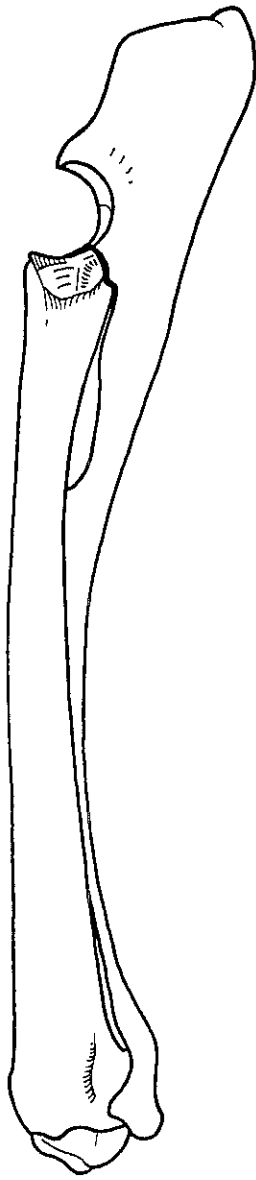
(D) *C. ibex*



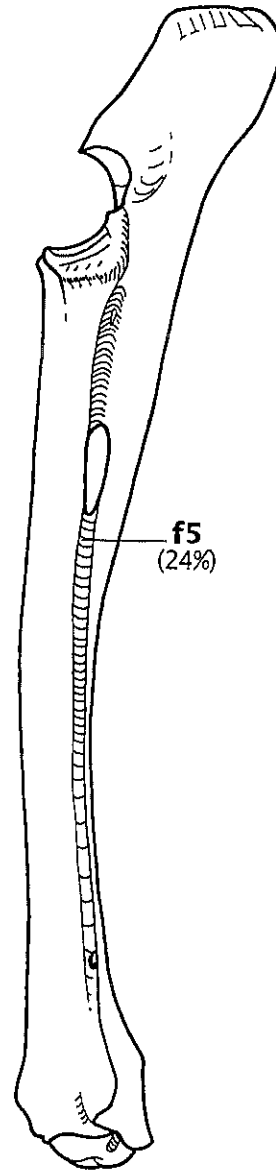
(E) *C. capreolus*



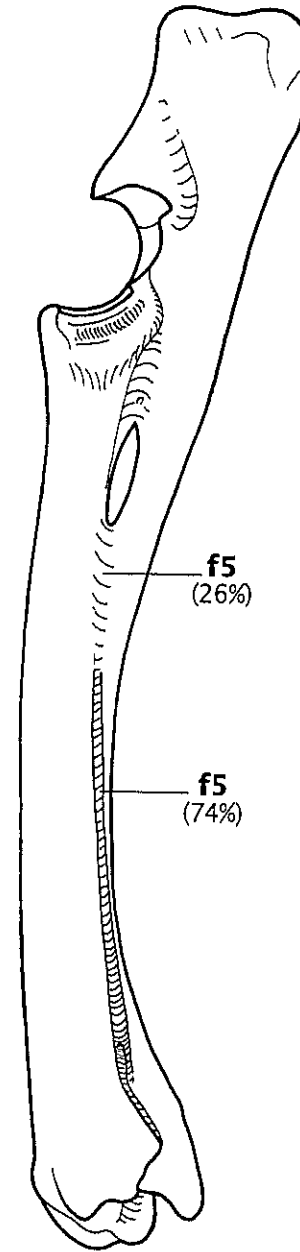
(A) *R. rupicapra*



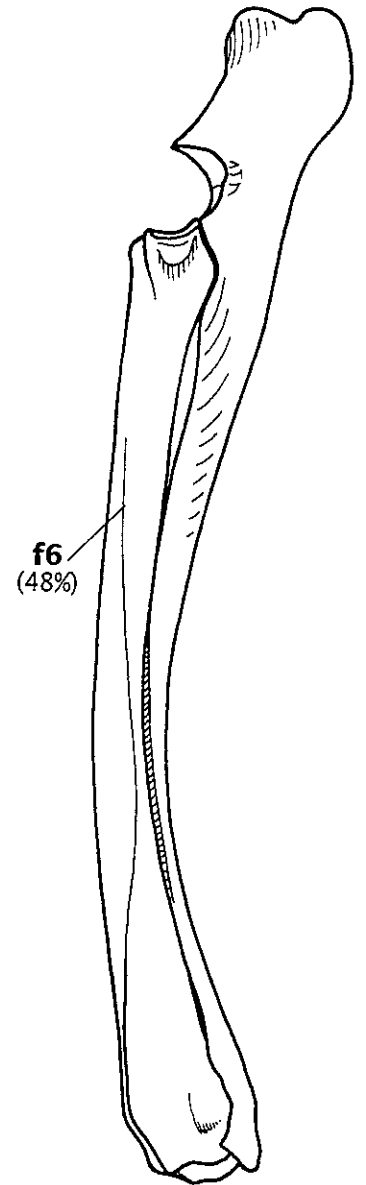
(B) *O. aries*



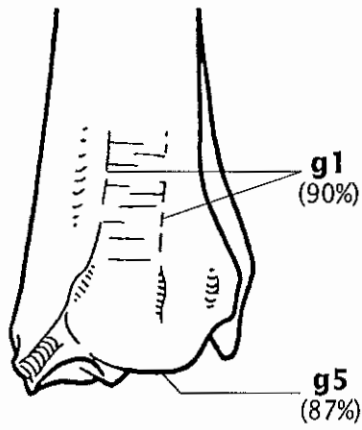
(C) *C. hircus*



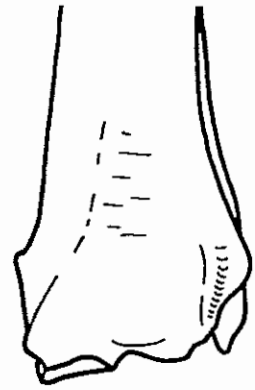
(D) *C. ibex*



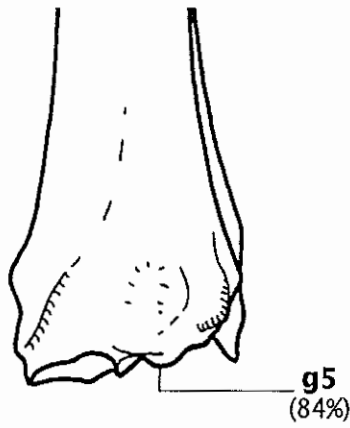
(E) *C. capreolus*



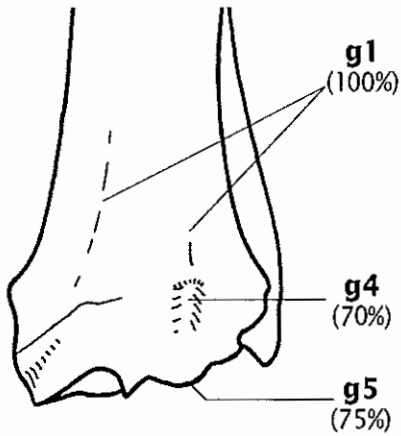
(A) *R. rupicapra*



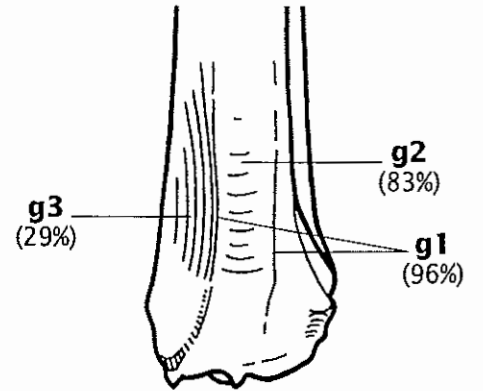
(B) *O. aries*



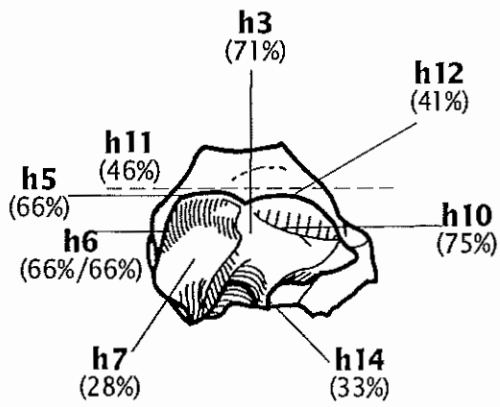
(C) *C. hircus*



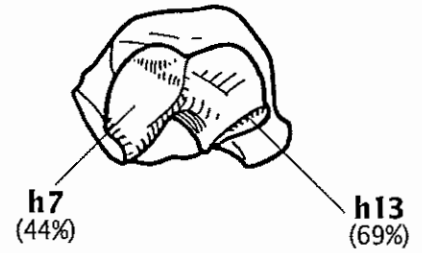
(D) *C. ibex*



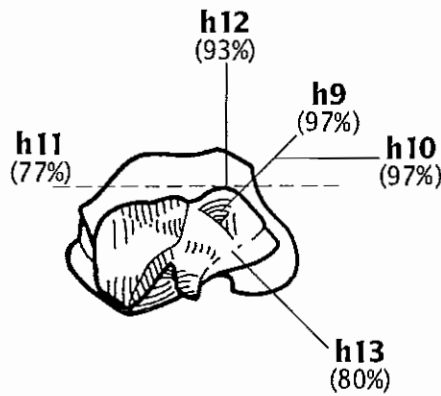
(E) *C. capreolus*



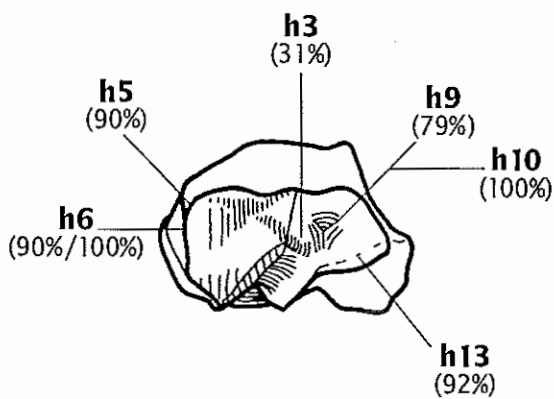
(A) *R. rupicapra*



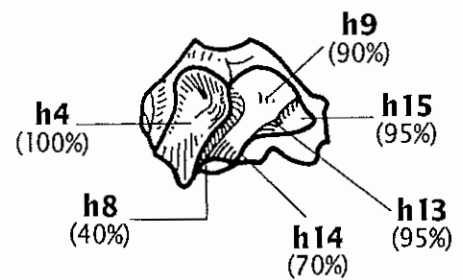
(B) *O. aries*



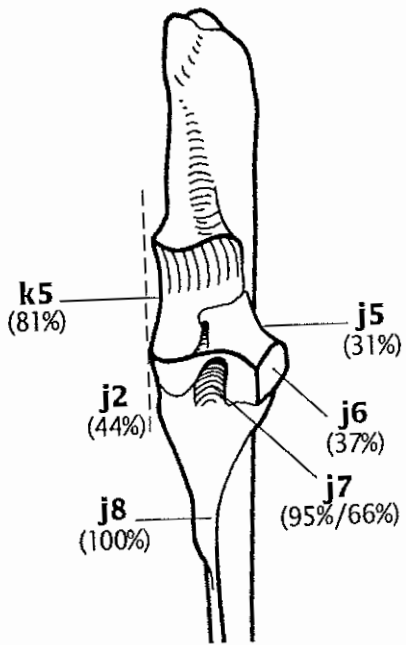
(C) *C. hircus*



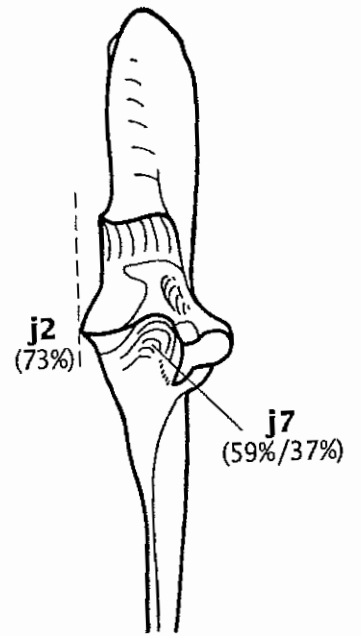
(D) *C. ibex*



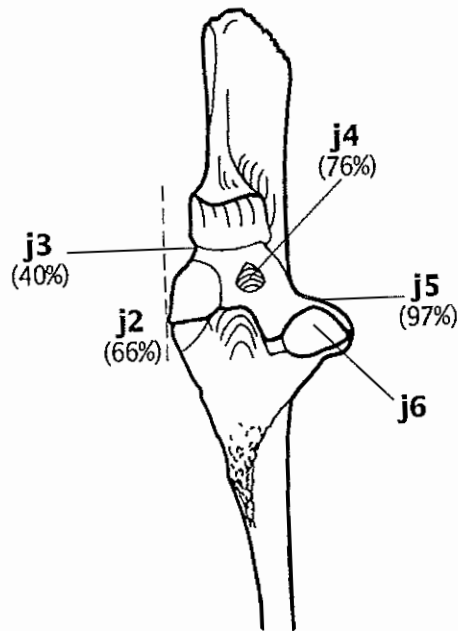
(E) *C. capreolus*



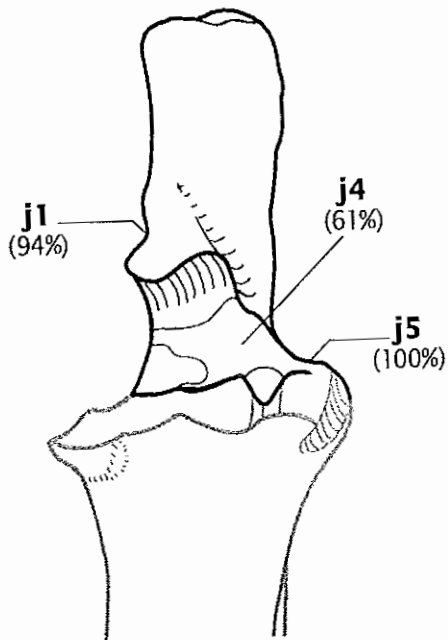
(A) *R. rupicapra*



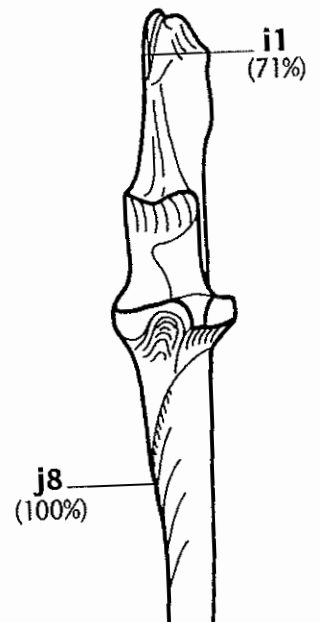
(B) *O. aries*



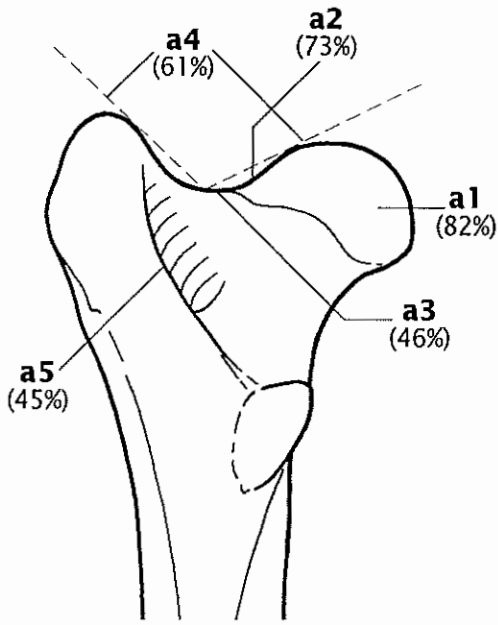
(C) *C. hircus*
(subadulte)



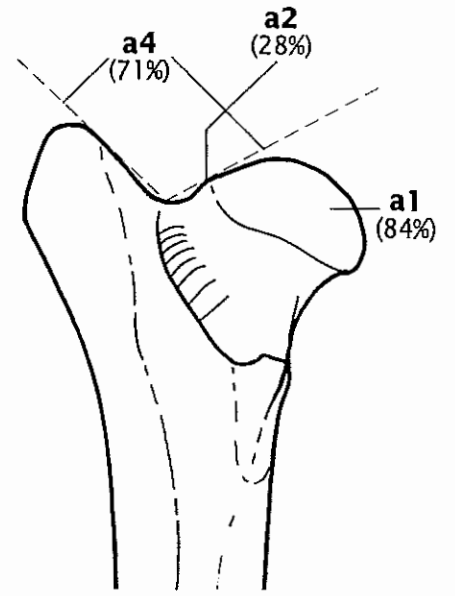
(D) *C. ibex*



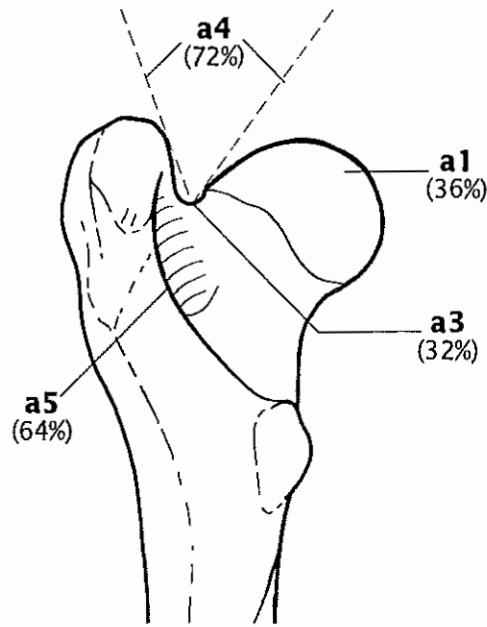
(E) *C. capreolus*



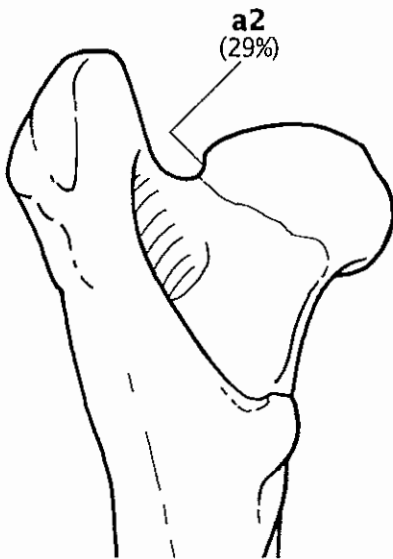
(A) *R. rupicapra*



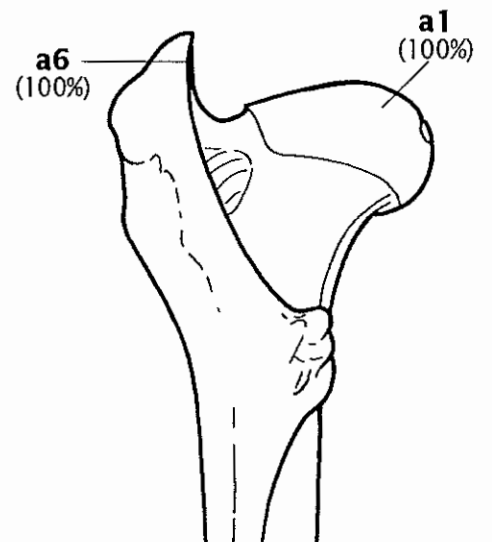
(B) *O. aries*



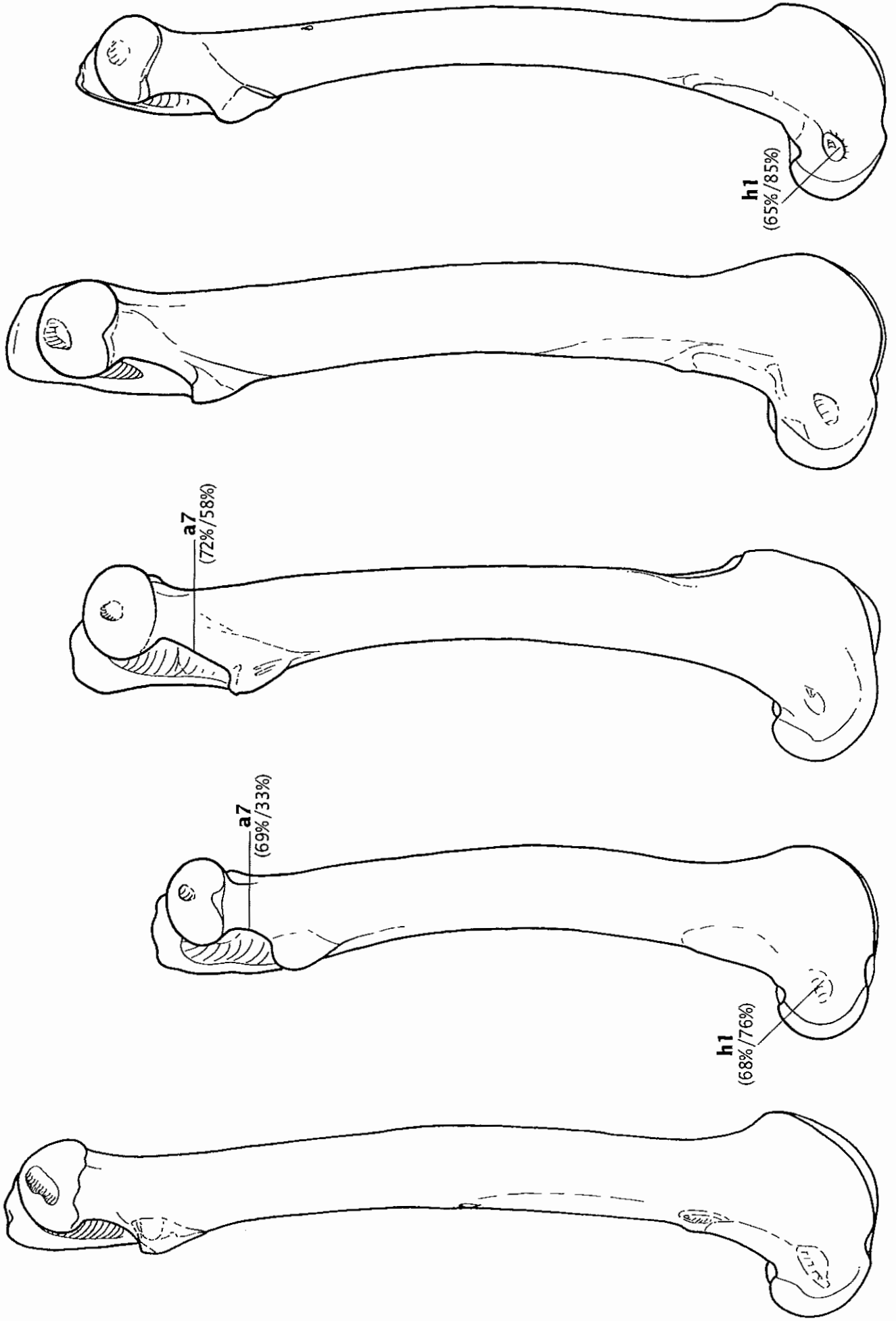
(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*



(E) *C. capreolus*



PlancheXVIII. FÉMUR (gauche): vue médiale (80%)

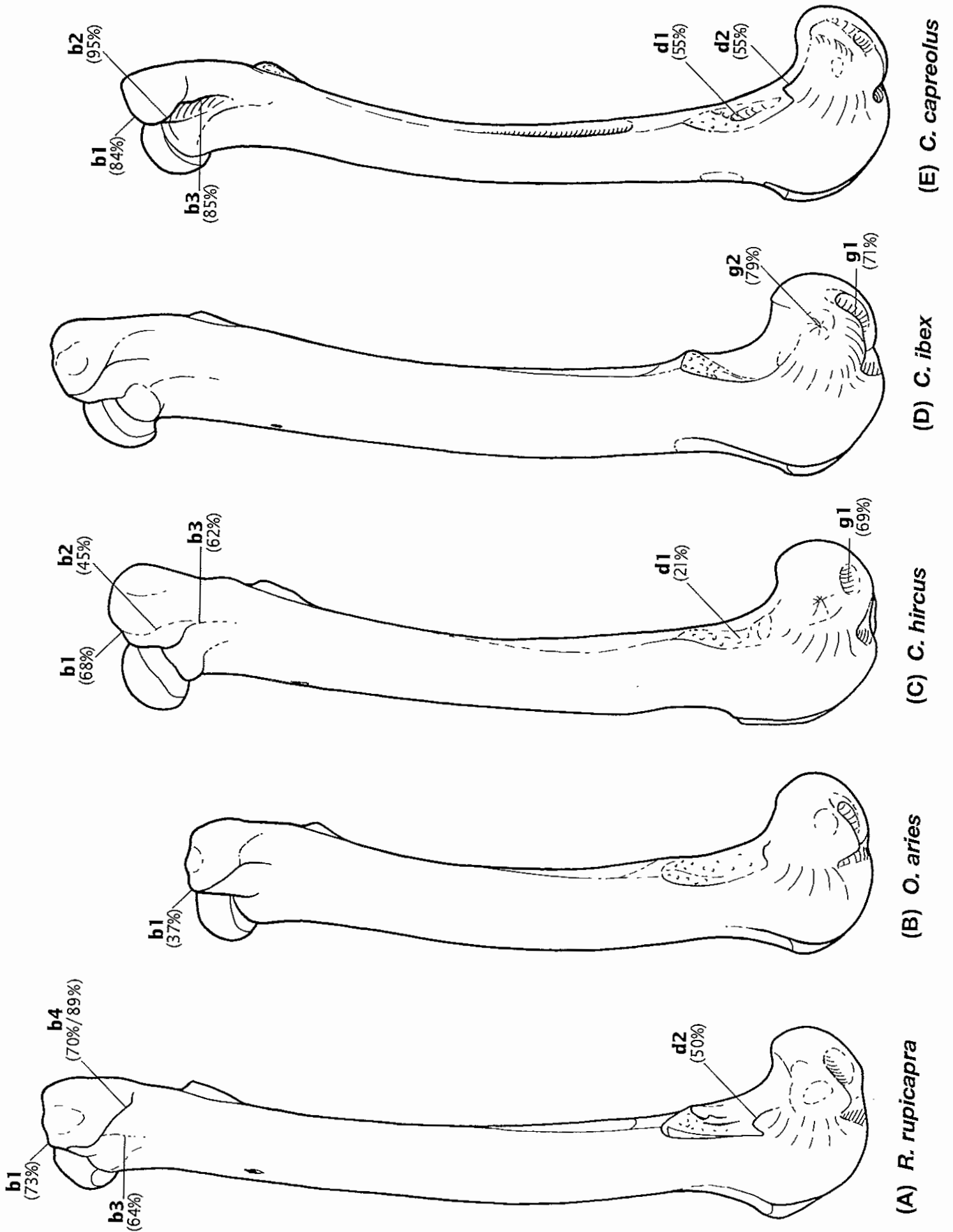
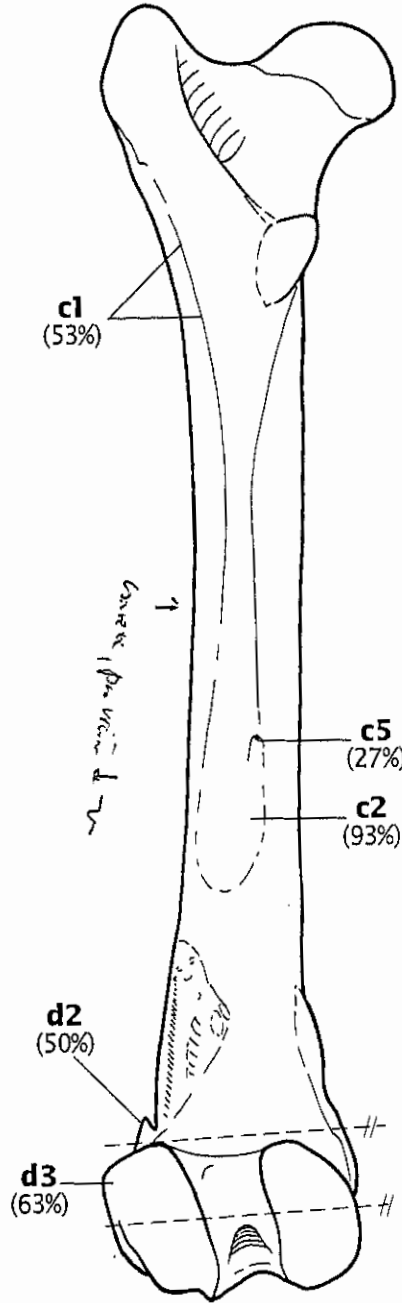
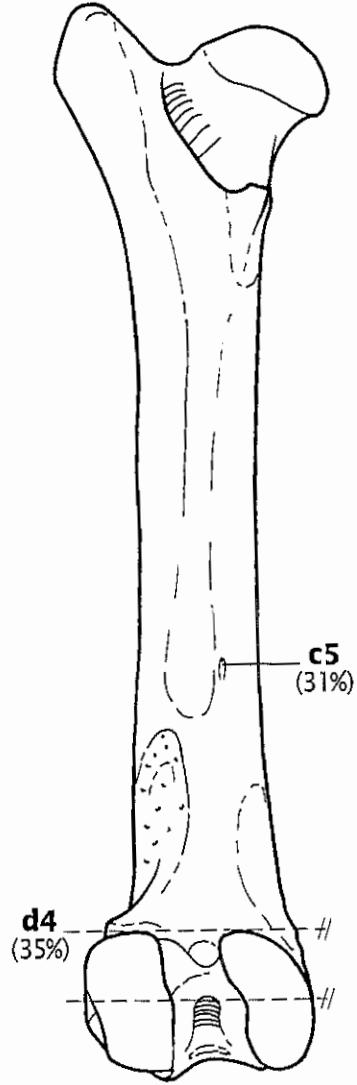


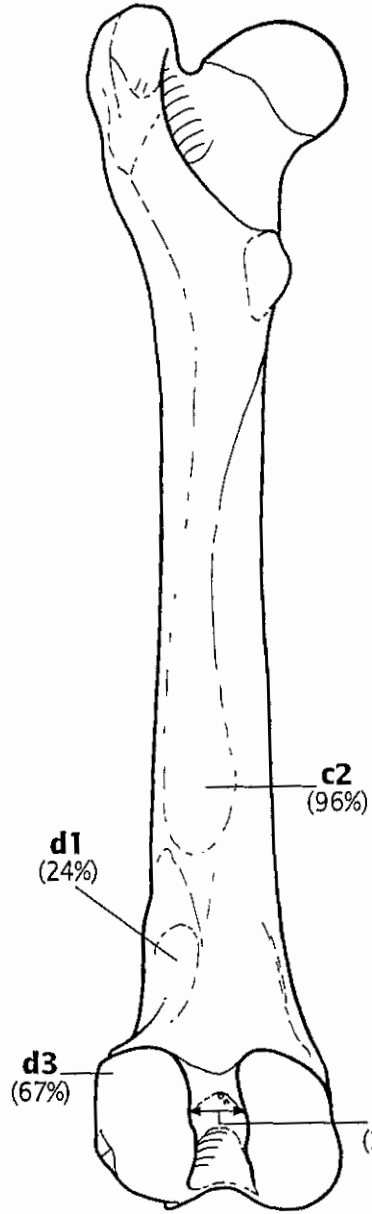
Planche XIX. FÉMUR (gauche): vue latérale (80%)



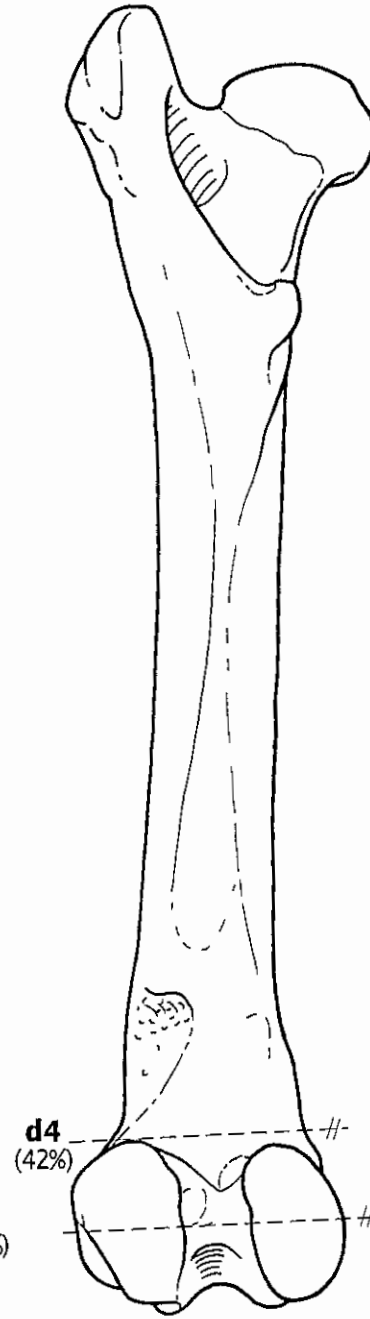
(A) *R. rupicapra*



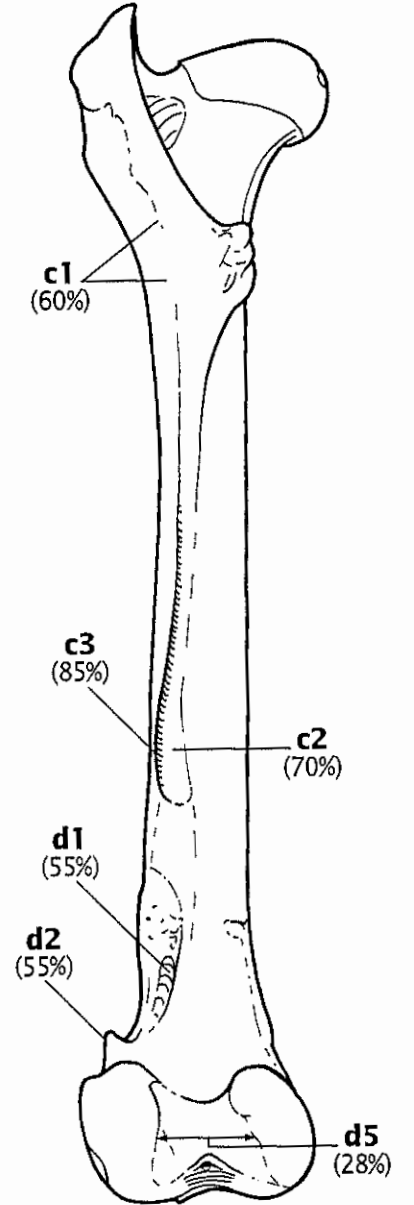
(B) *O. aries*



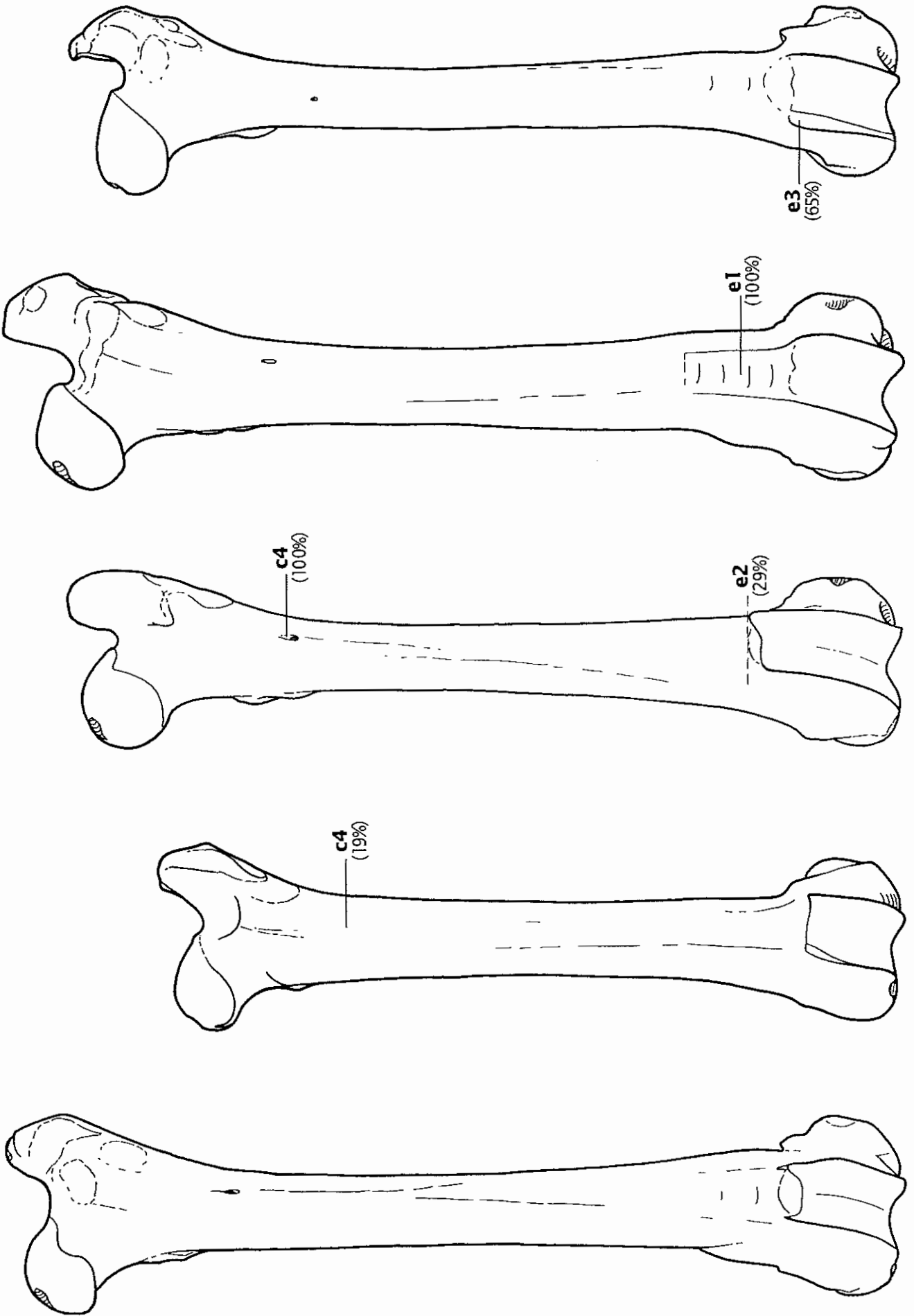
(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*



(E) *C. capreolus*



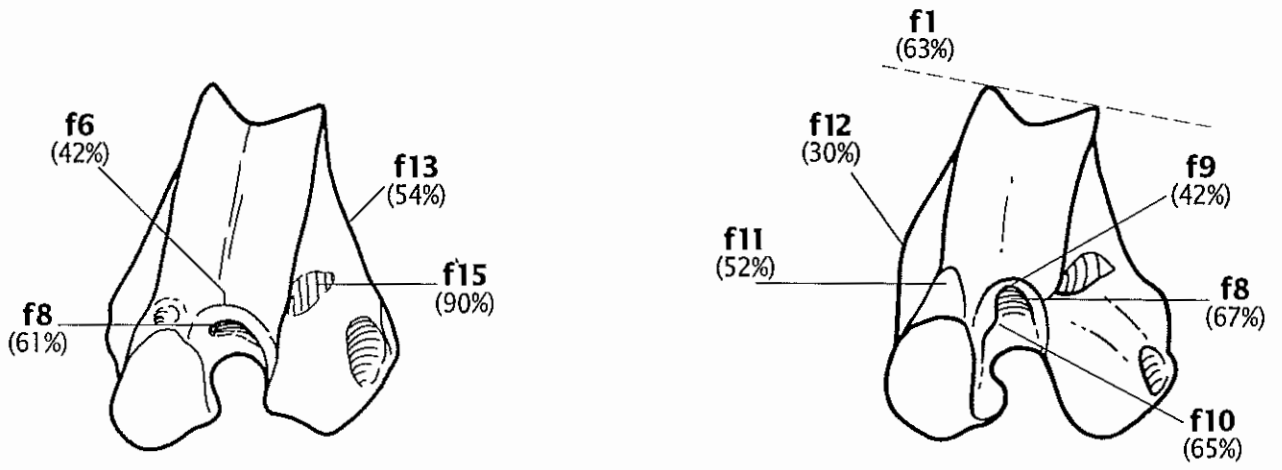
(E) *C. capreolus*

(D) *C. ibex*

(C) *C. hircus*

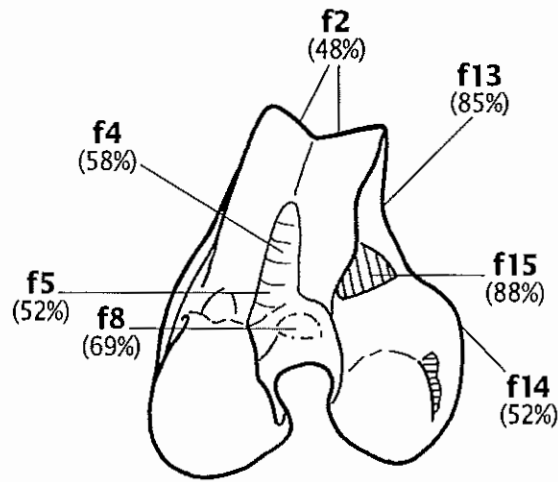
(B) *O. aries*

(A) *R. rupicapra*

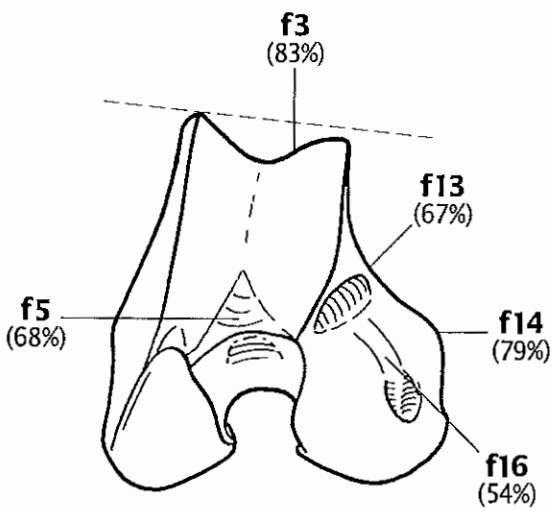


(A) *R. rupicapra*

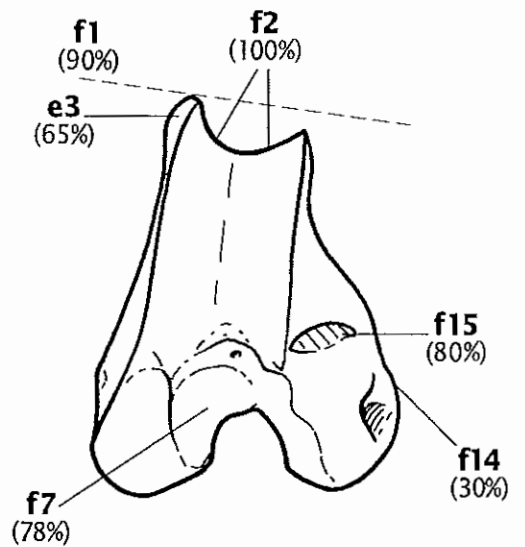
(B) *O. aries*



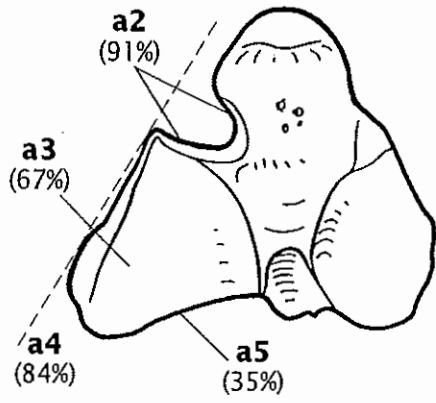
(C) *C. hircus*



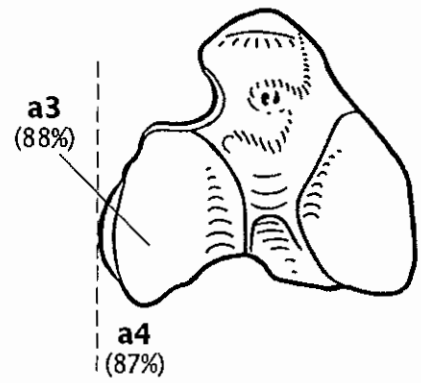
(D) *C. ibex*



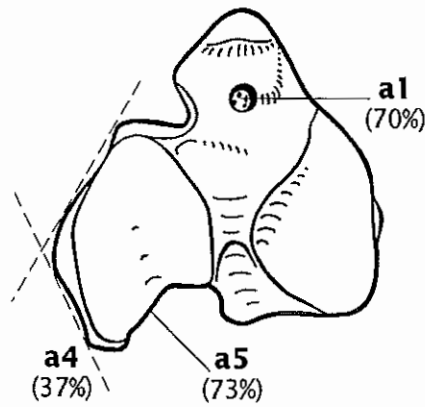
(E) *C. capreolus*



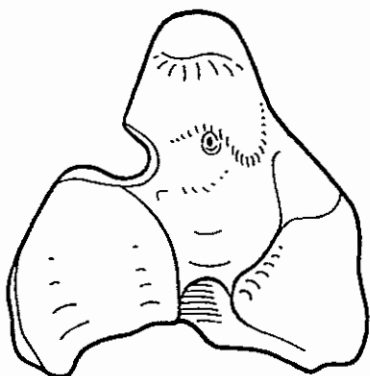
(A) *R. rupicapra*



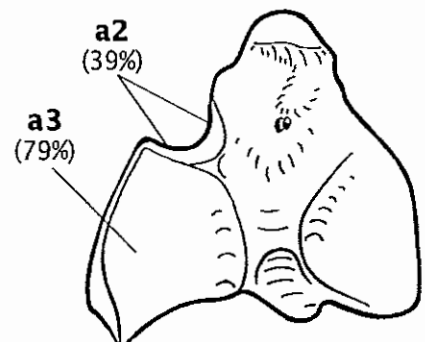
(B) *O. aries*



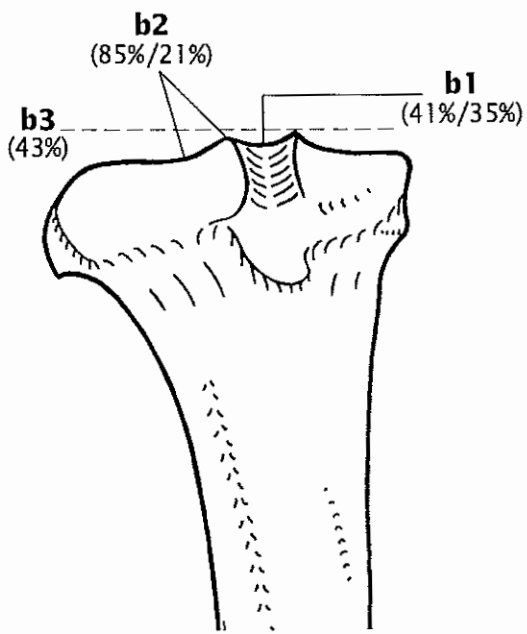
(C) *C. hircus*



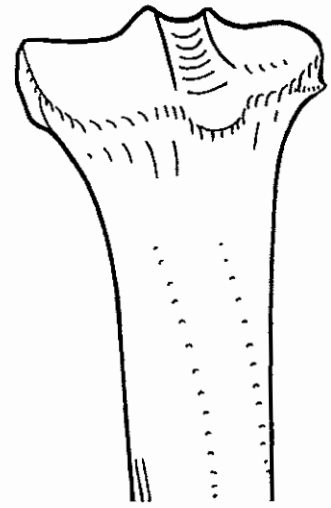
(D) *C. ibex*



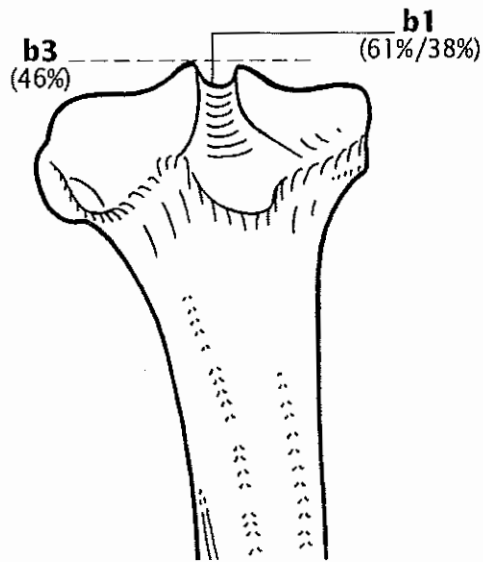
(E) *C. capreolus*



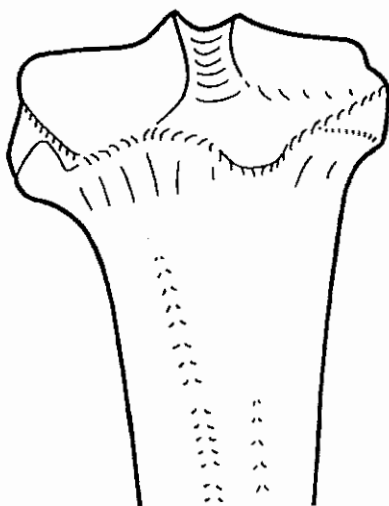
(A) *R. rupicapra*



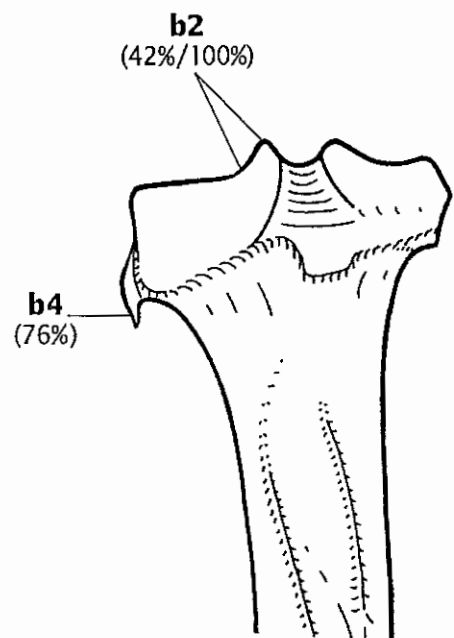
(B) *O. aries*



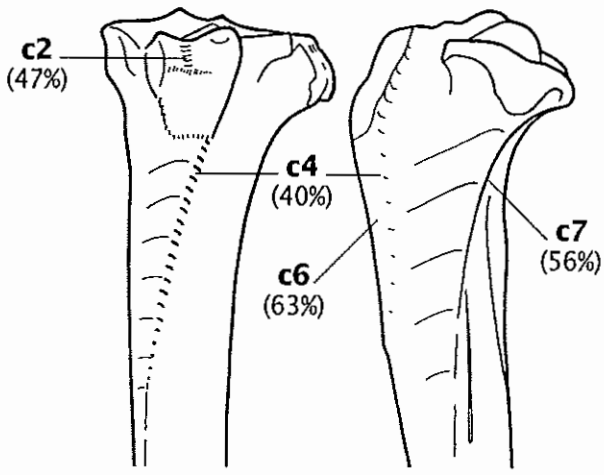
(C) *C. hircus*



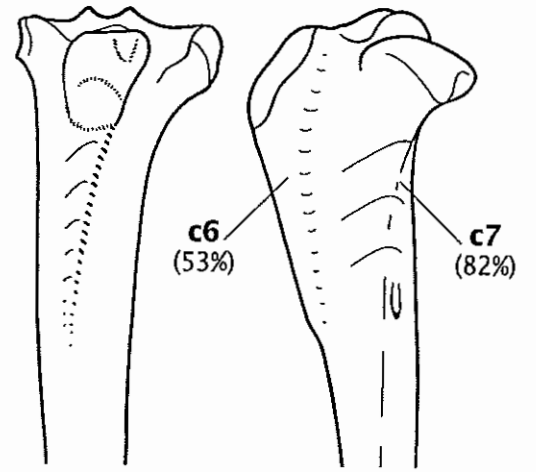
(D) *C. ibex*



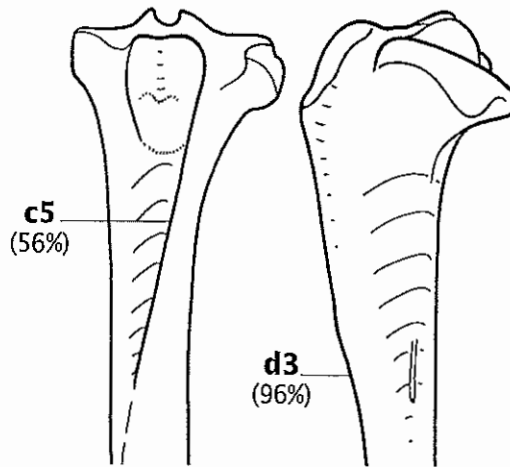
(E) *C. capreolus*



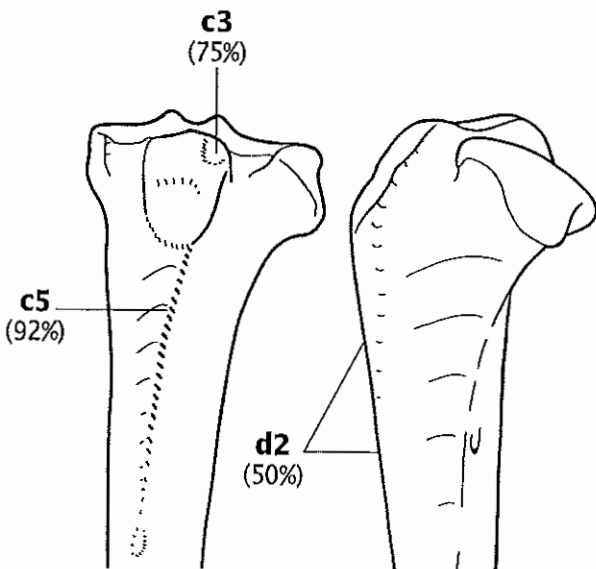
(A) *R. rupicapra*



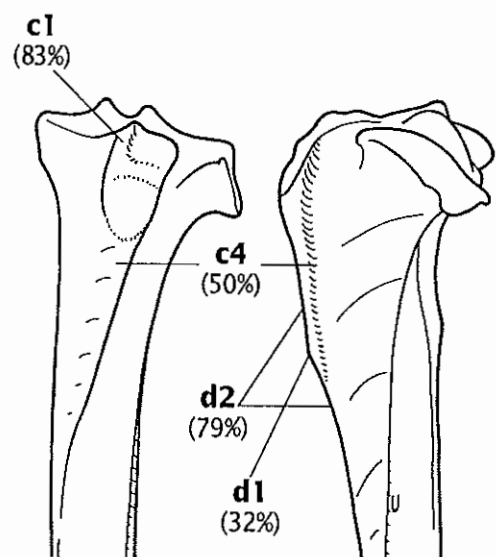
(B) *O. aries*



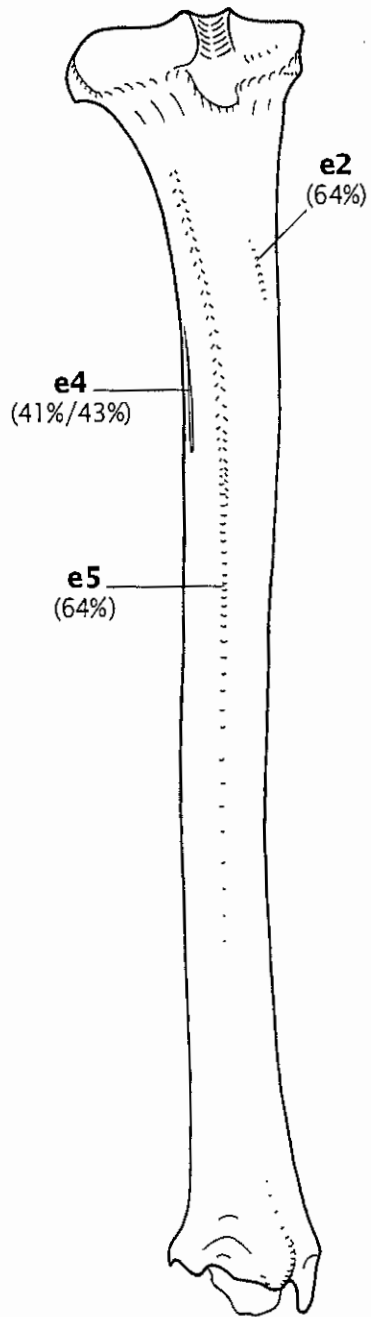
(C) *C. hircus*



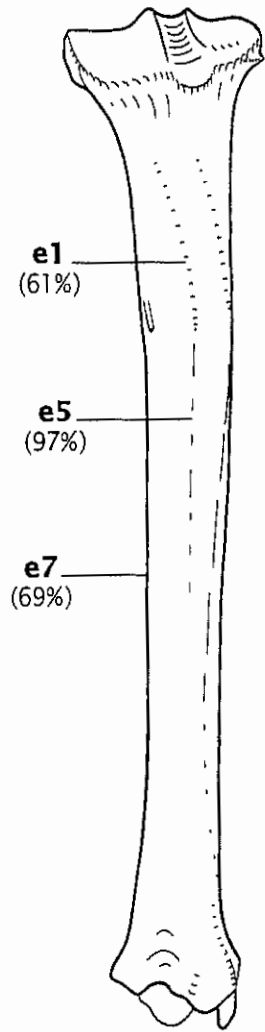
(D) *C. ibex*



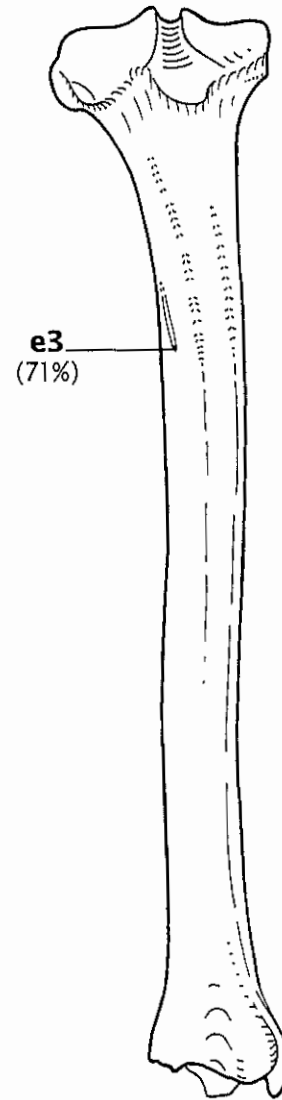
(E) *C. capreolus*



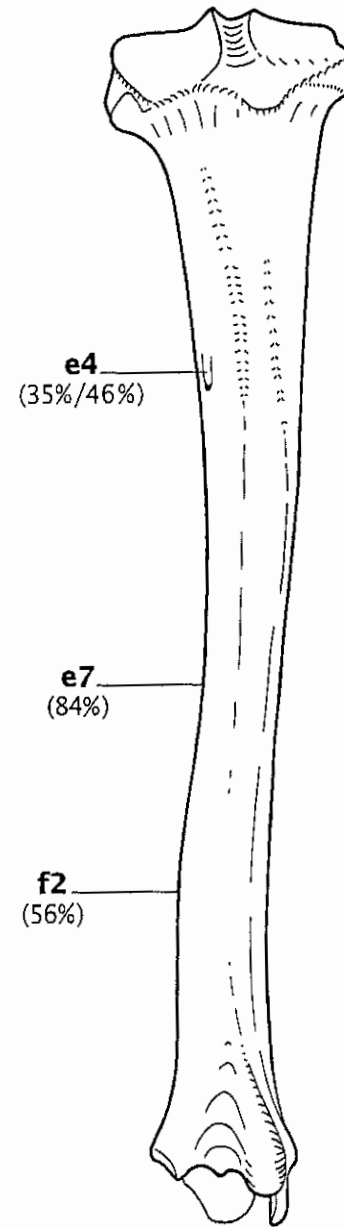
(A) *R. rupicapra*



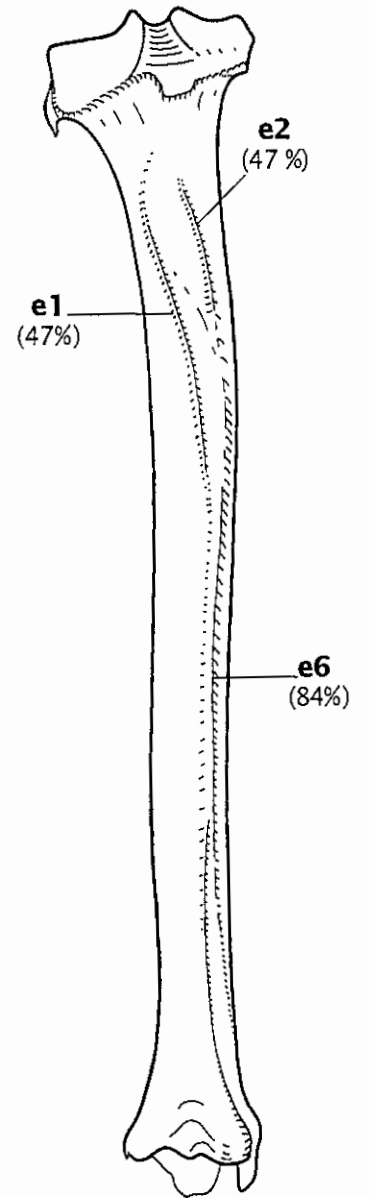
(B) *O. aries*



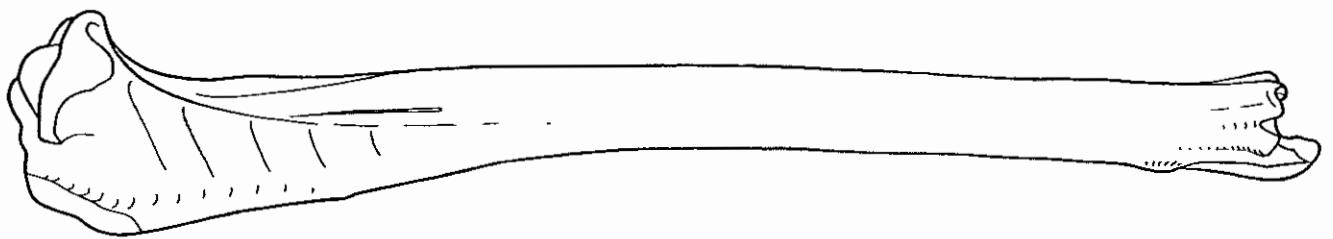
(C) *C. hircus*



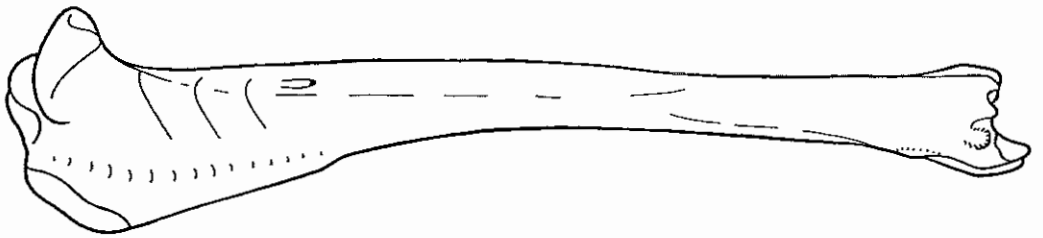
(D) *C. ibex*



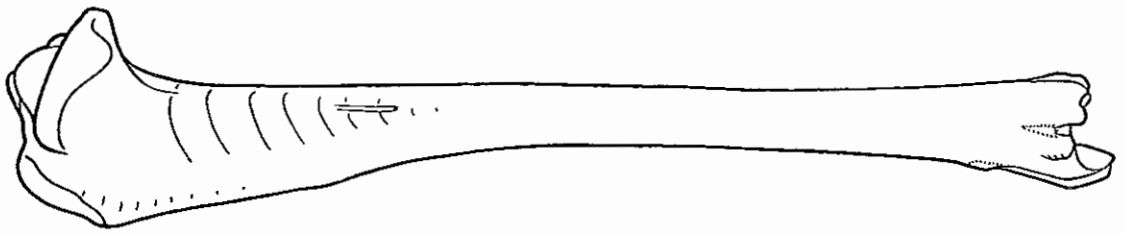
(E) *C. capreolus*



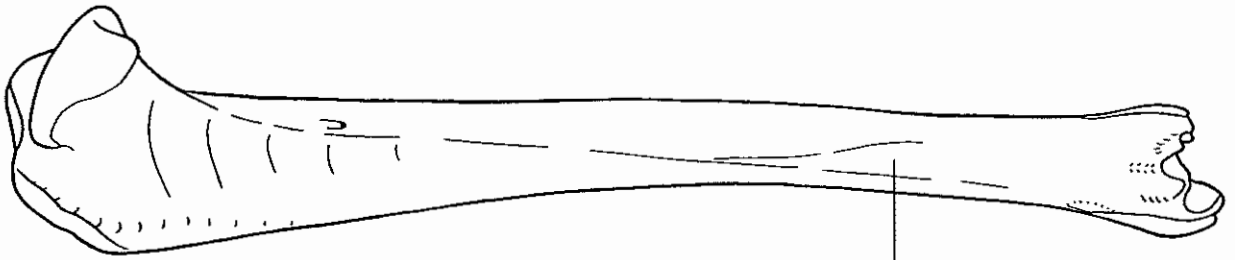
(A) *R. rupicapra*



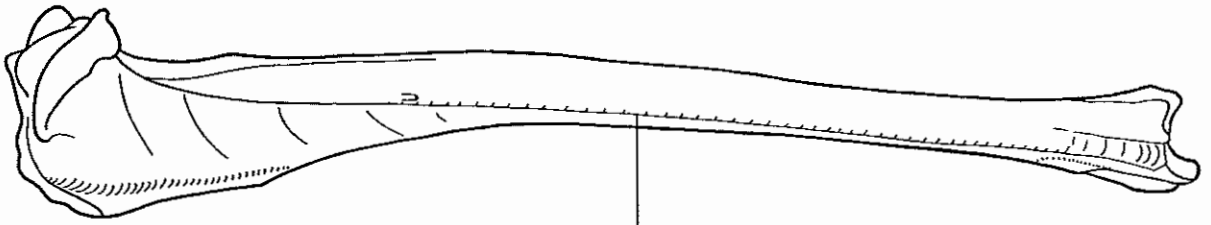
(B) *O. aries*



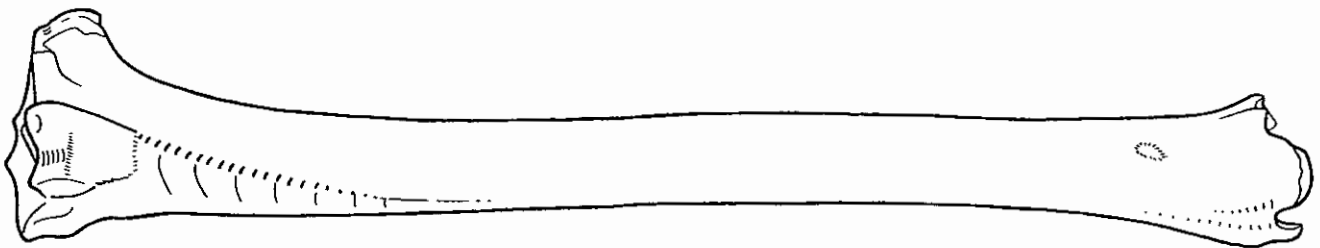
(C) *C. hircus*



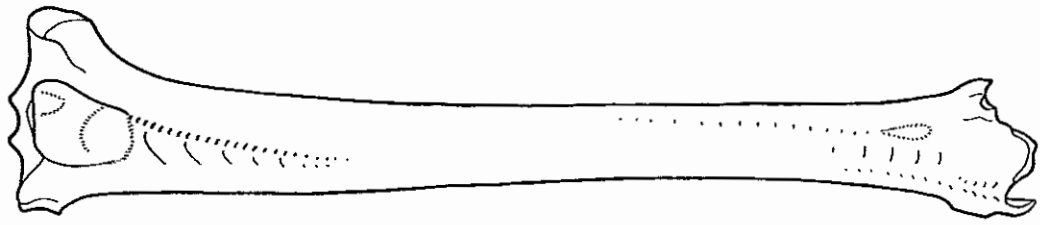
(D) *C. ibex*



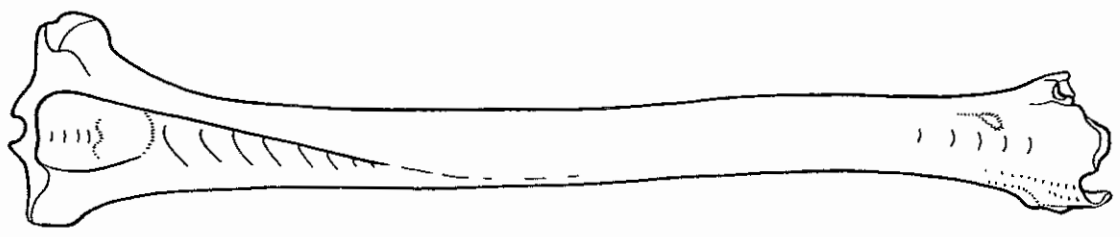
(E) *C. capreolus*



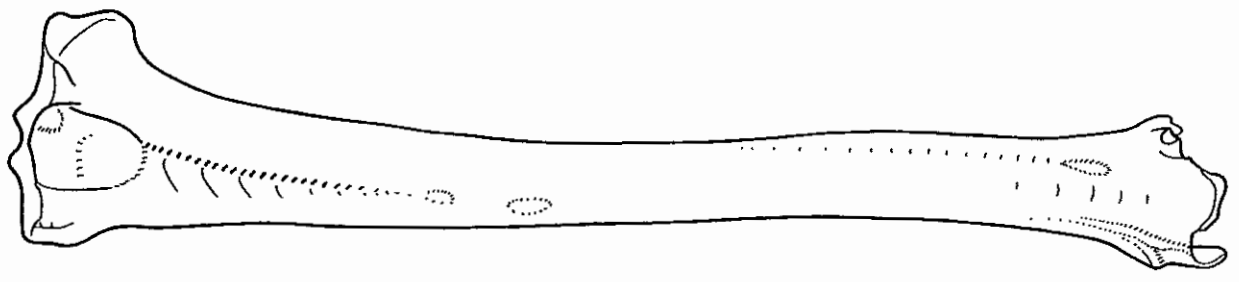
(A) *R. rupicapra*



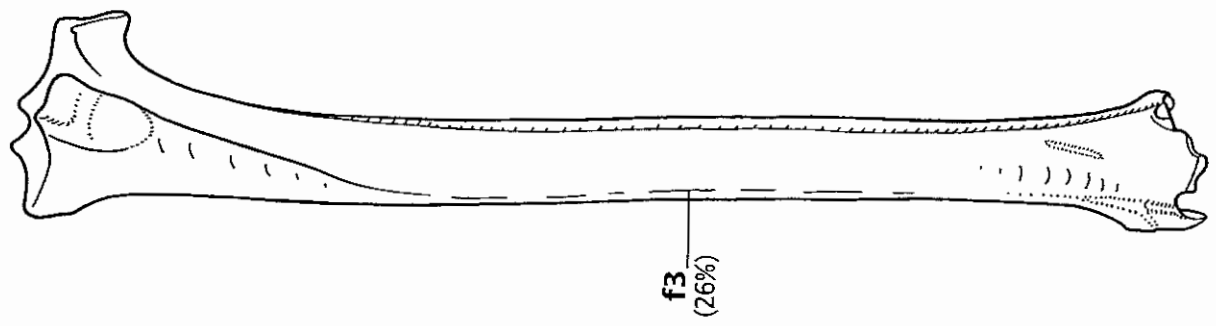
(B) *O. aries*



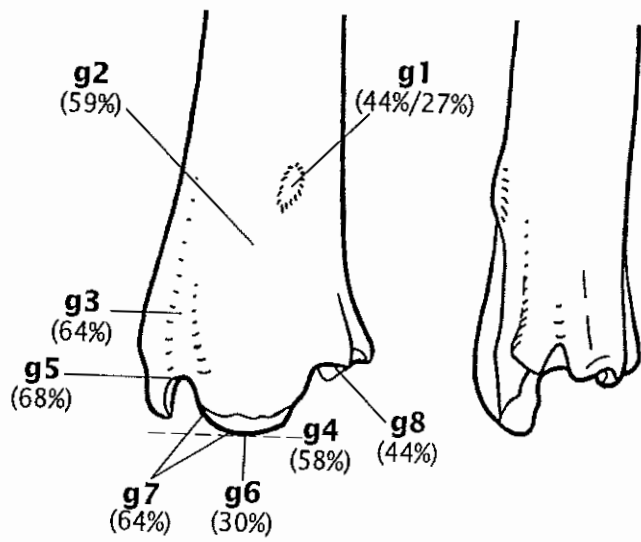
(C) *C. hircus*



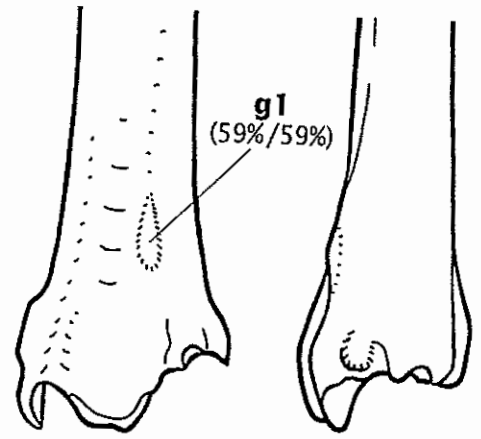
(D) *C. ibex*



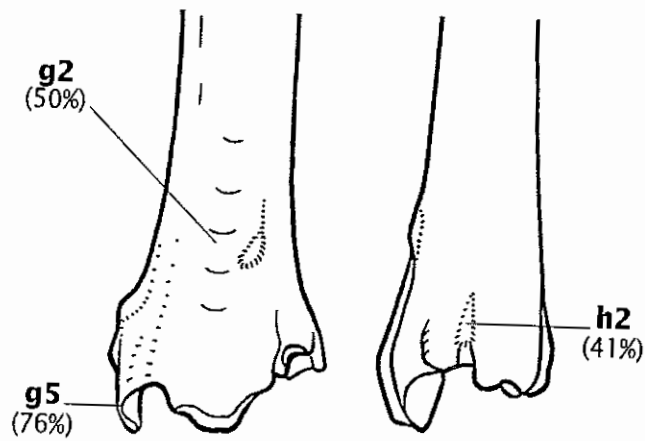
(E) *C. capreolus*



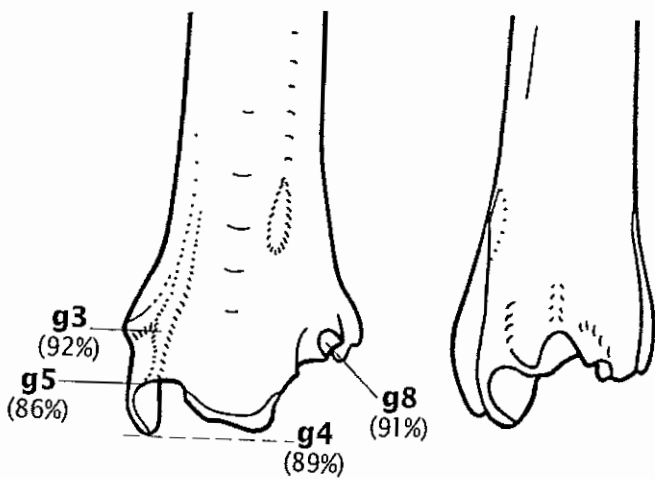
(A) *R. rupicapra*



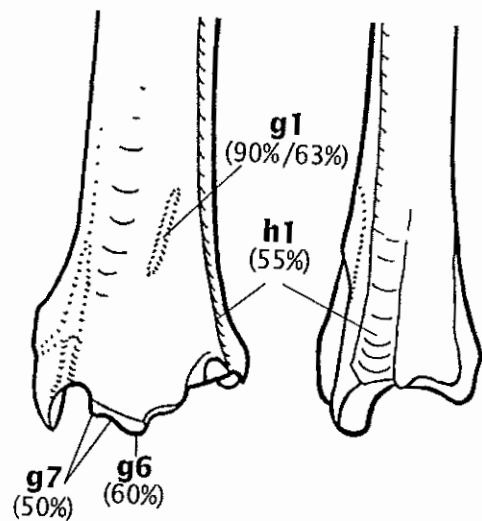
(B) *O. aries*



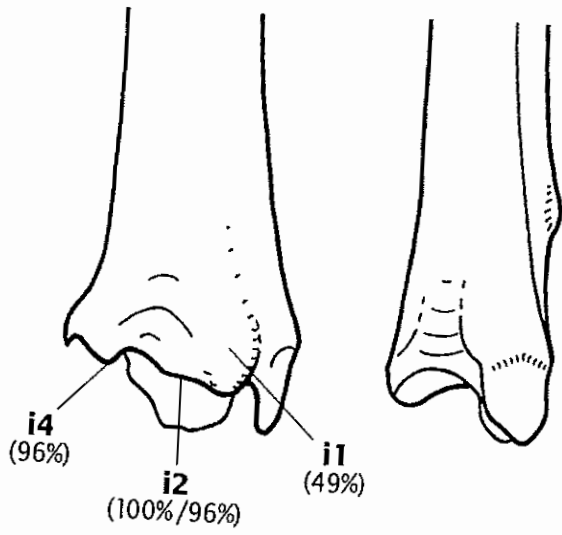
(C) *C. hircus*



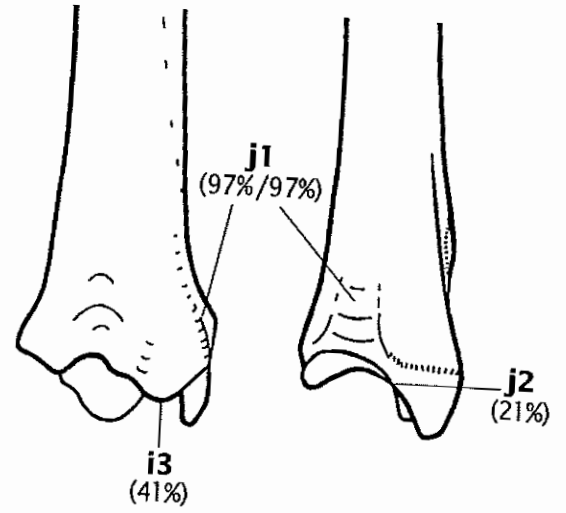
(D) *C. ibex*



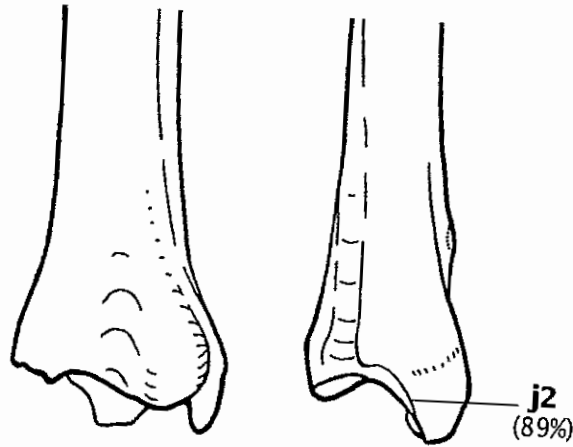
(E) *C. capreolus*



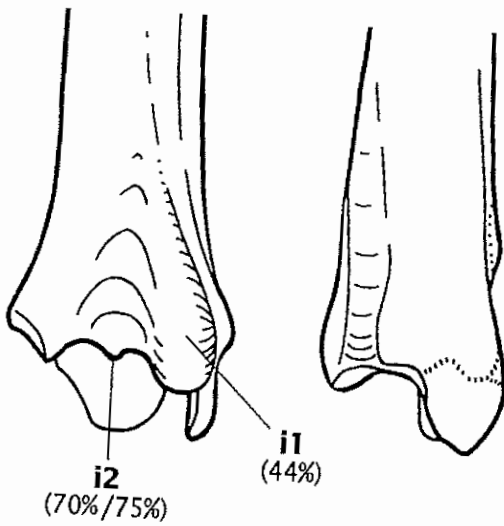
(A) *R. rupicapra*



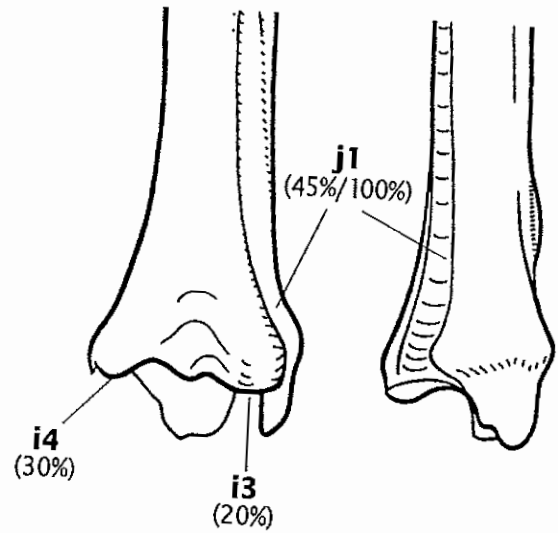
(B) *O. aries*



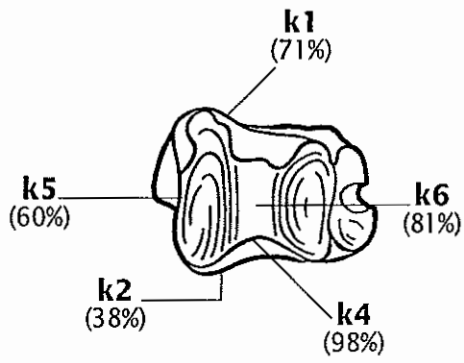
(C) *C. hircus*



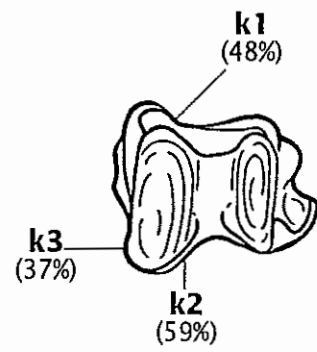
(D) *C. ibex*



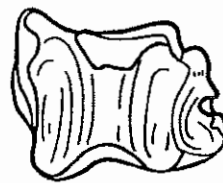
(E) *C. capreolus*



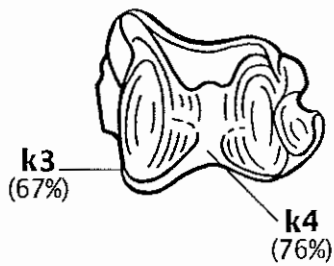
(A) *R. rupicapra*



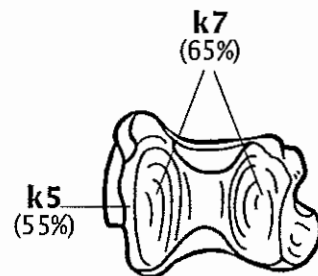
(B) *O. aries*



(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*

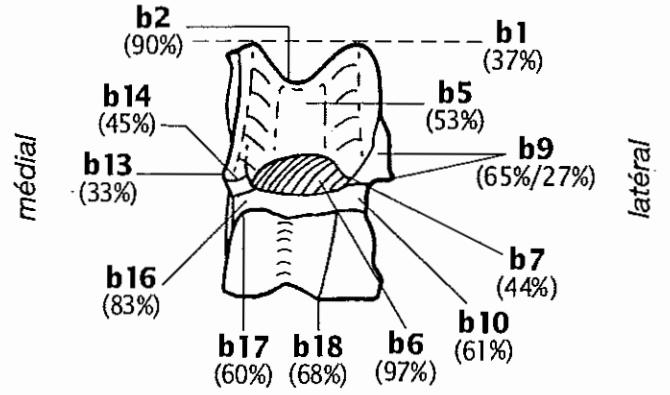
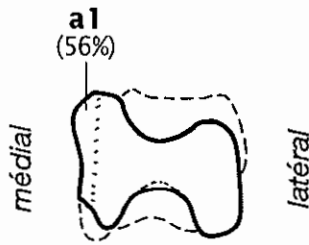


(E) *C. capreolus*

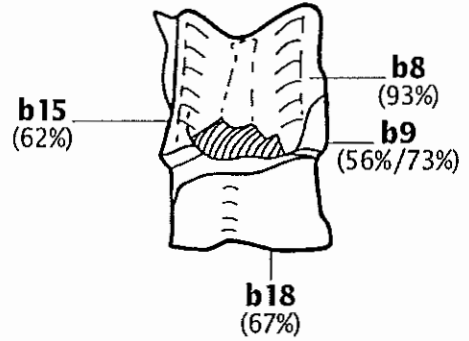
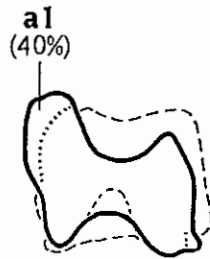
Vue proximale

Vue dorsale

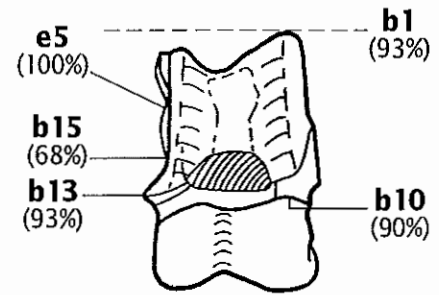
(A) *R. rupicapra*



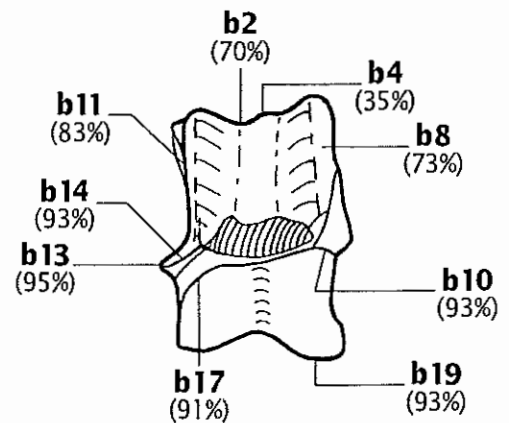
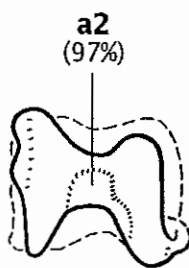
(B) *O. aries*



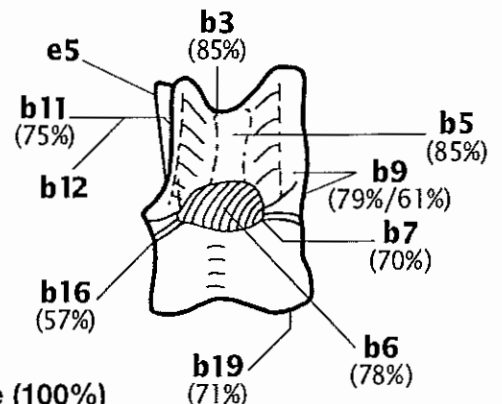
(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*



(E) *C. capreolus*



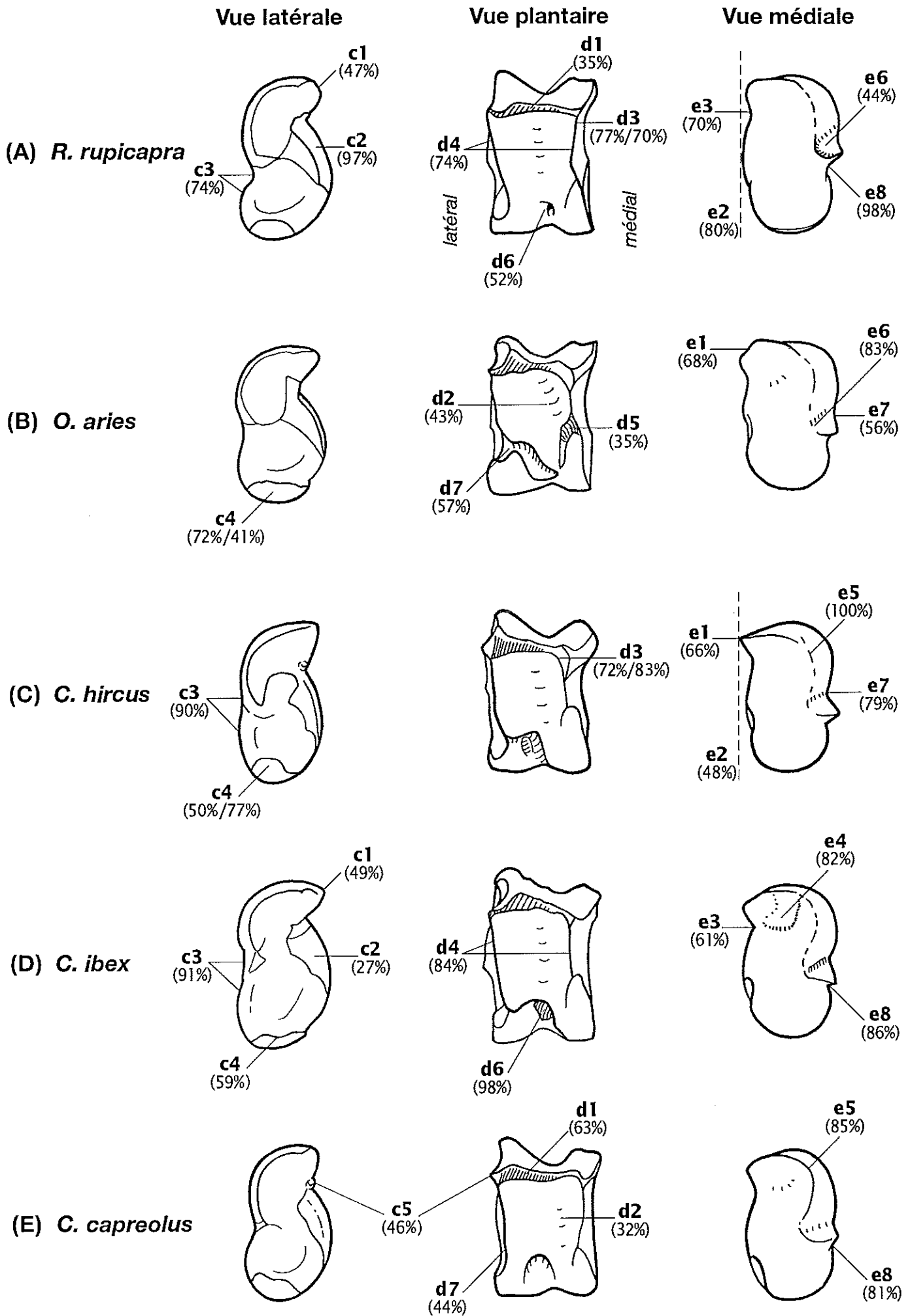
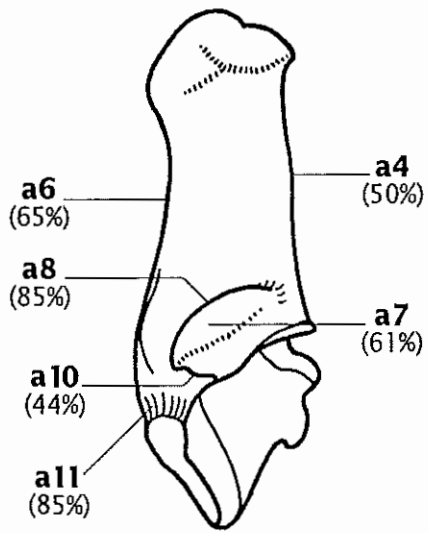
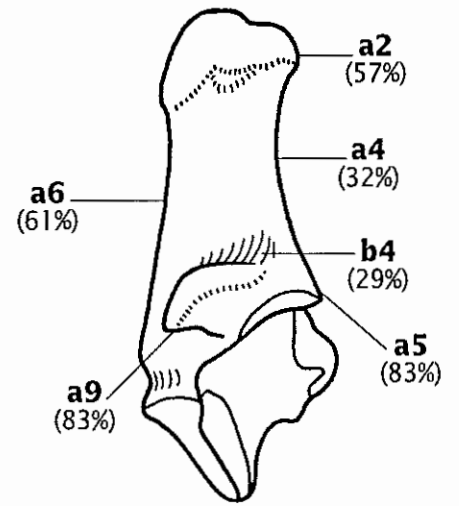


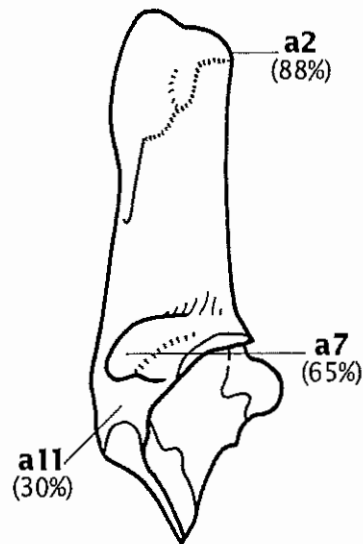
Planche XXXIII. TALUS (gauche) : vues latérale, plantaire et médiale (100%)



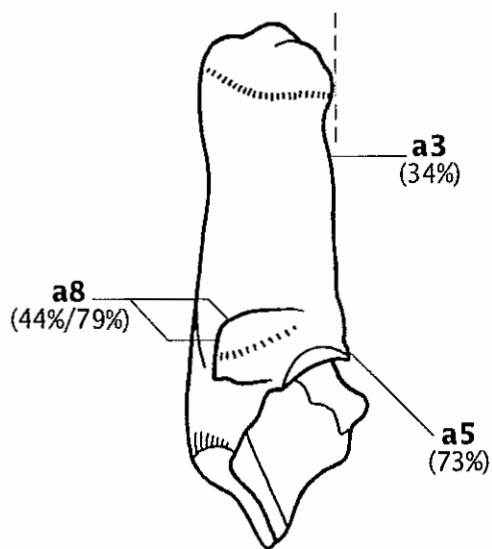
(A) *R. rupicapra*



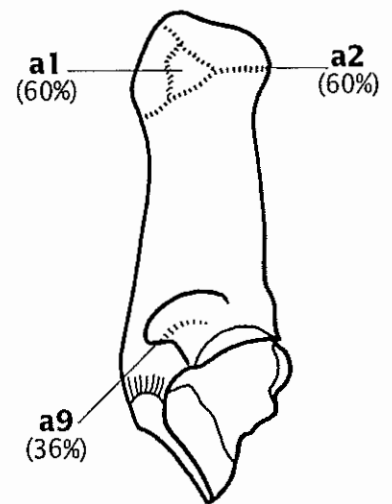
(B) *O. aries*



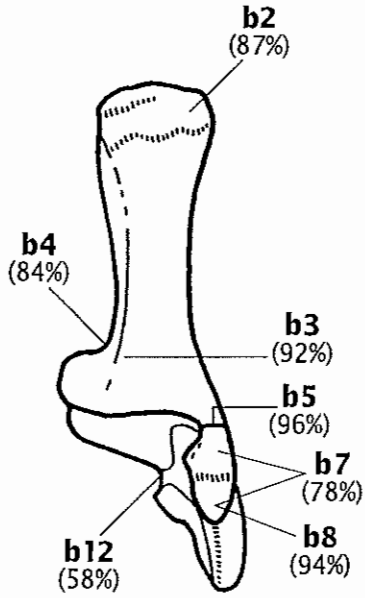
(C) *C. hircus*



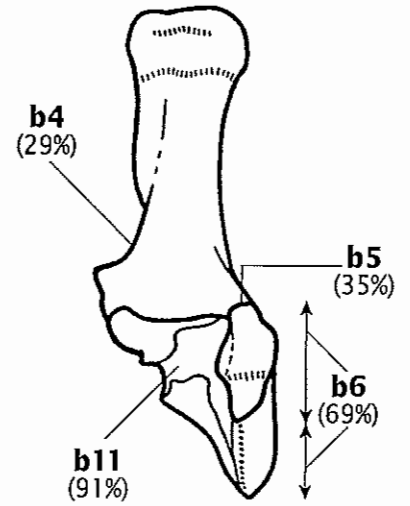
(D) *C. ibex*



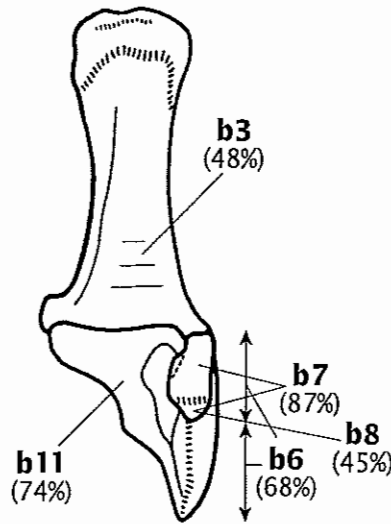
(E) *C. capreolus*



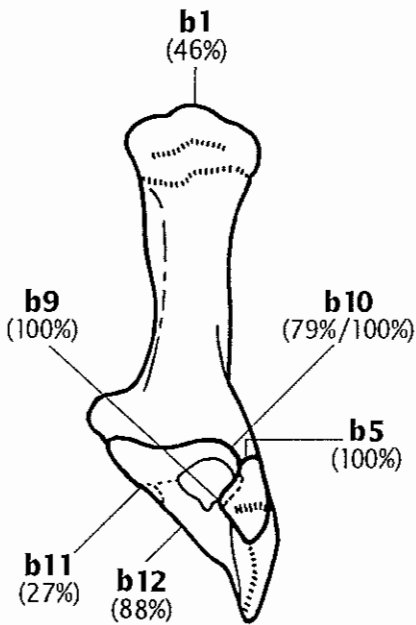
(A) *R. rupicapra*



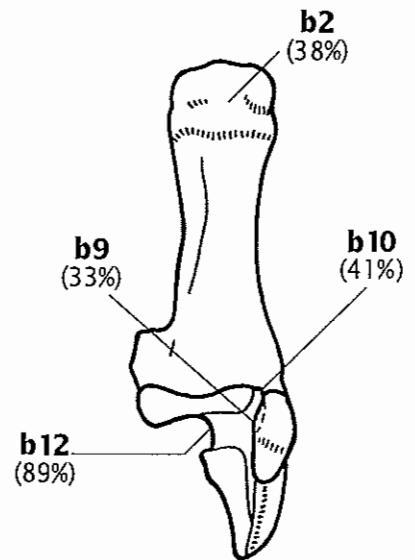
(B) *O. aries*



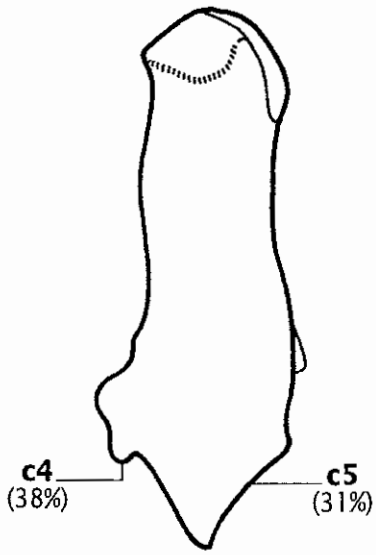
(C) *C. hircus*



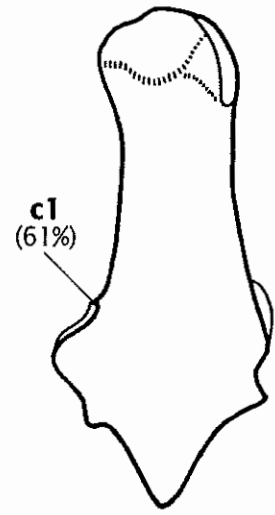
(D) *C. ibex*



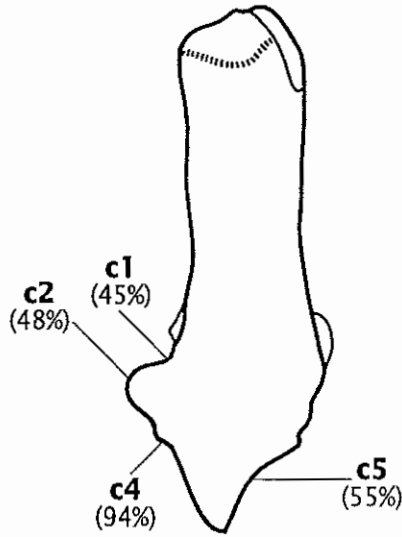
(E) *C. capreolus*



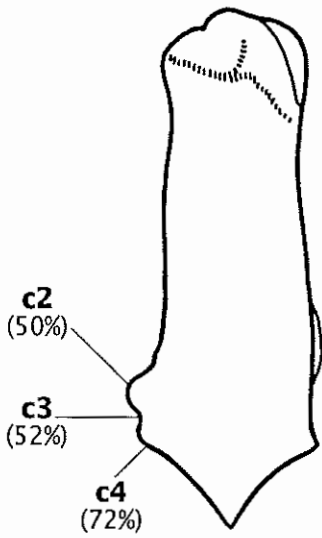
(A) *R. rupicapra*



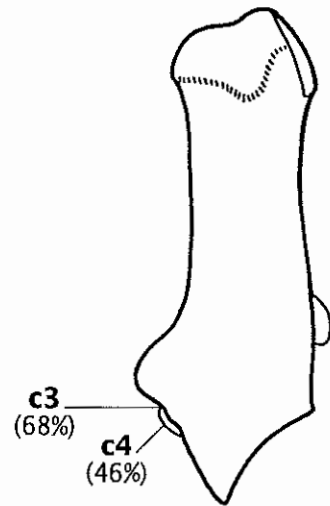
(B) *O. aries*



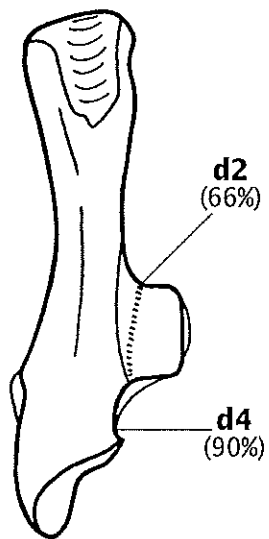
(C) *C. hircus*



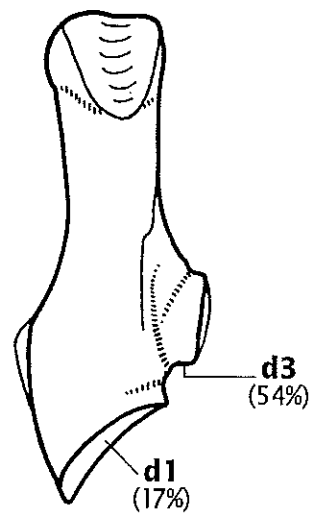
(D) *C. ibex*



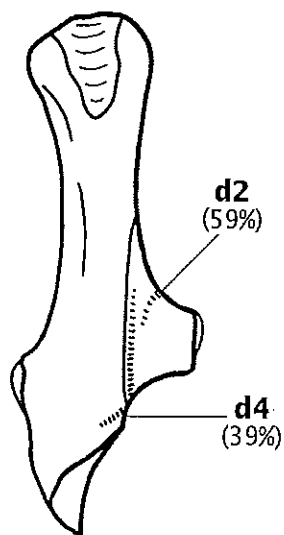
(E) *C. capreolus*



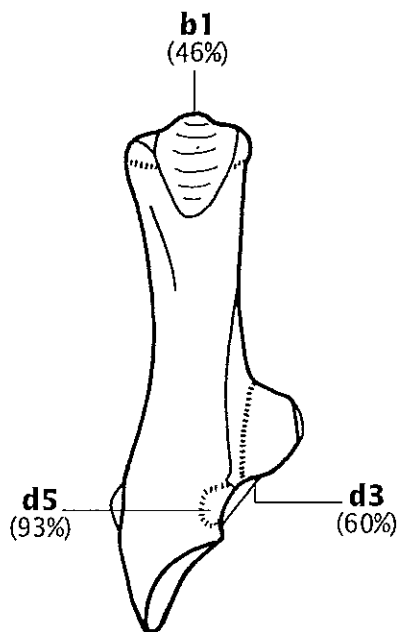
(A) *R. rupicapra*



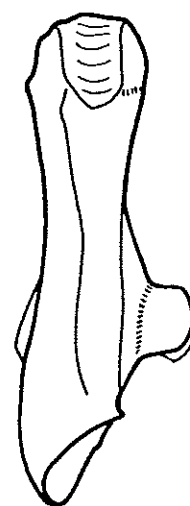
(B) *O. aries*



(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*



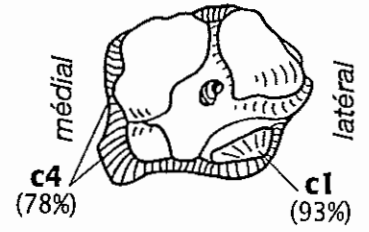
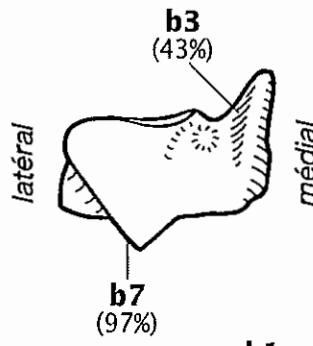
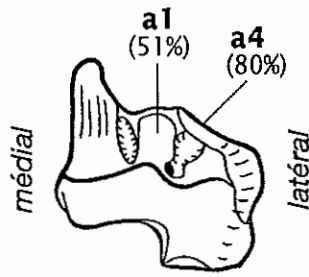
(E) *C. capreolus*

Vue dorsale

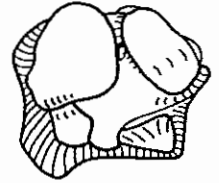
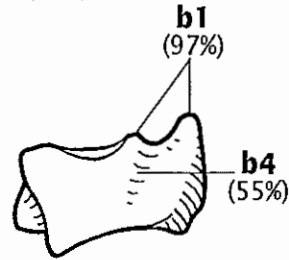
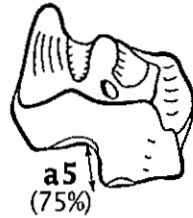
Vue plantaire

Vue distale

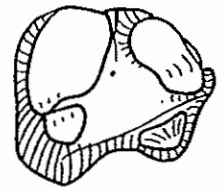
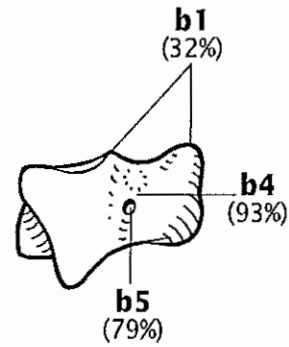
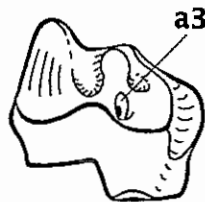
(A) *R. rupicapra*



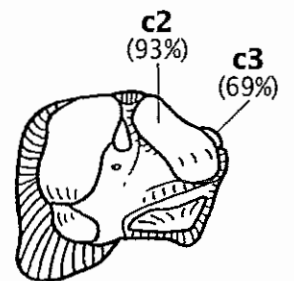
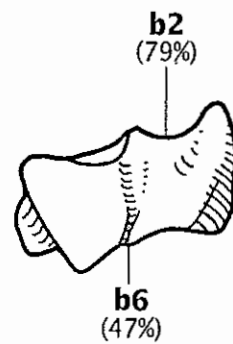
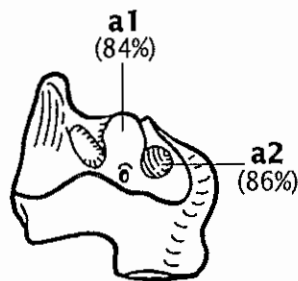
(B) *O. aries*



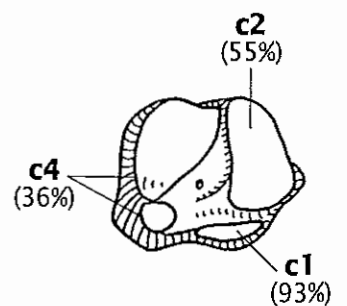
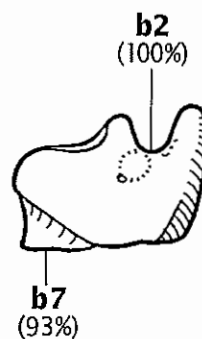
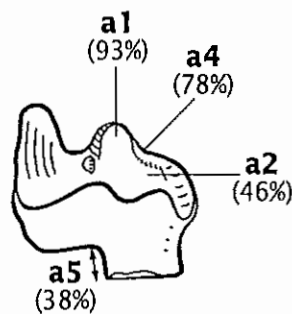
(C) *C. hircus*

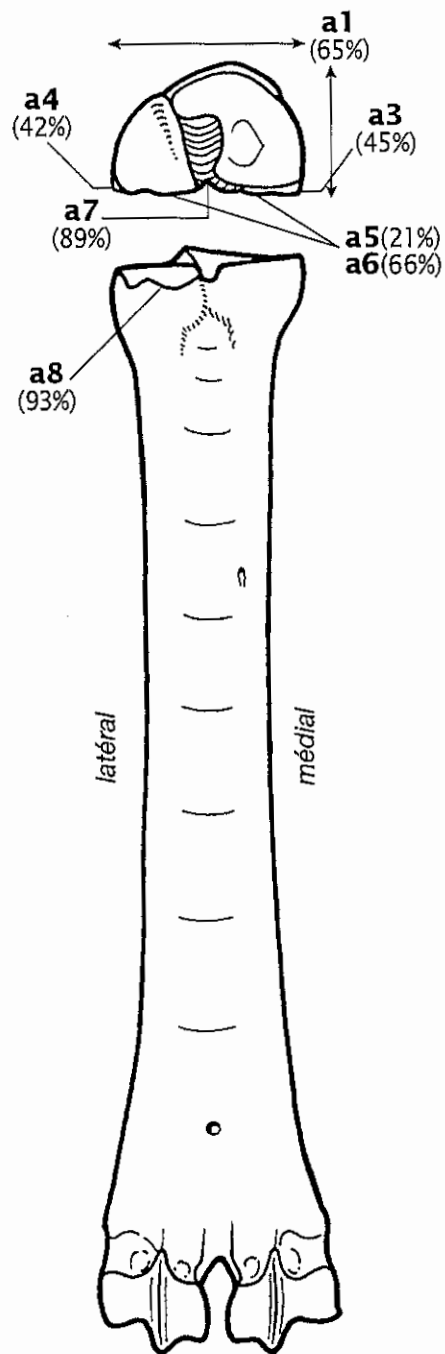


(D) *C. ibex*

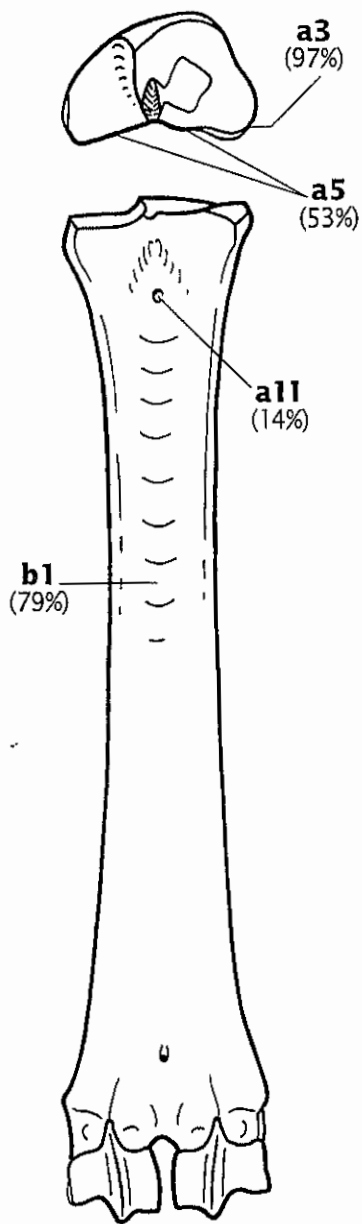


(E) *C. capreolus*

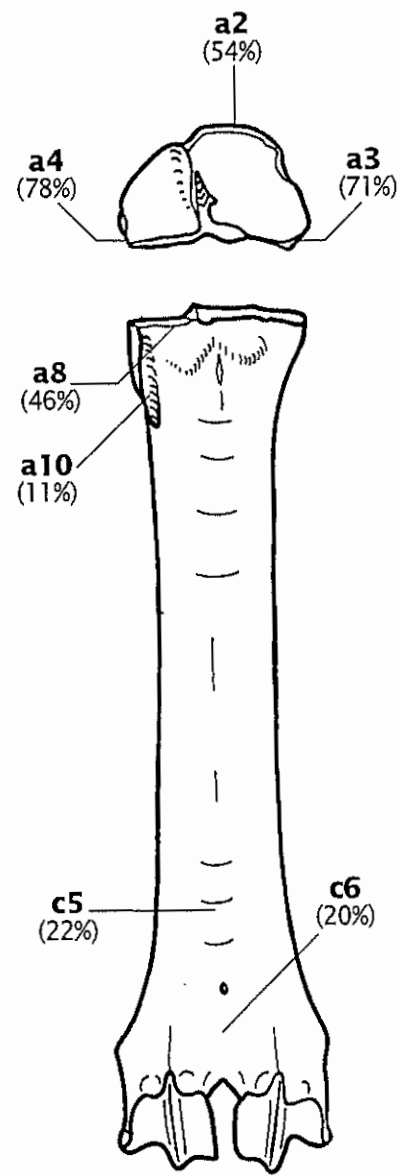




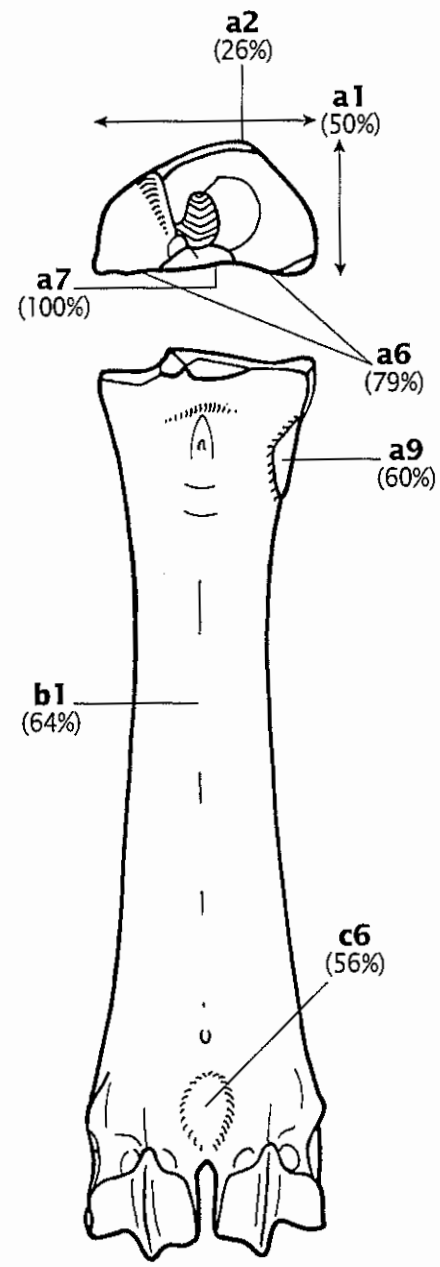
(A) *R. rupicapra*



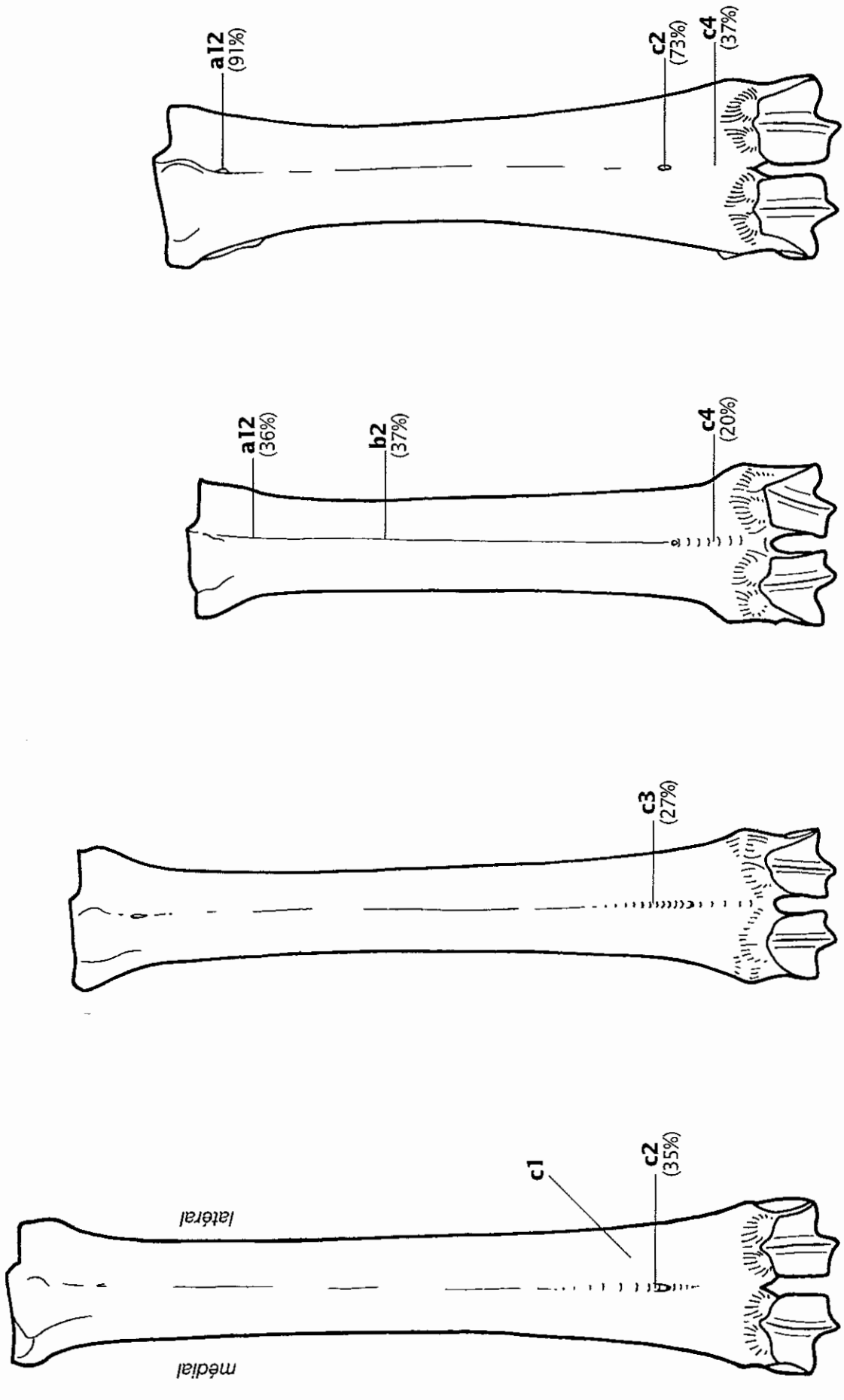
(B) *O. aries*



(C) *C. hircus*



(D) *C. ibex*

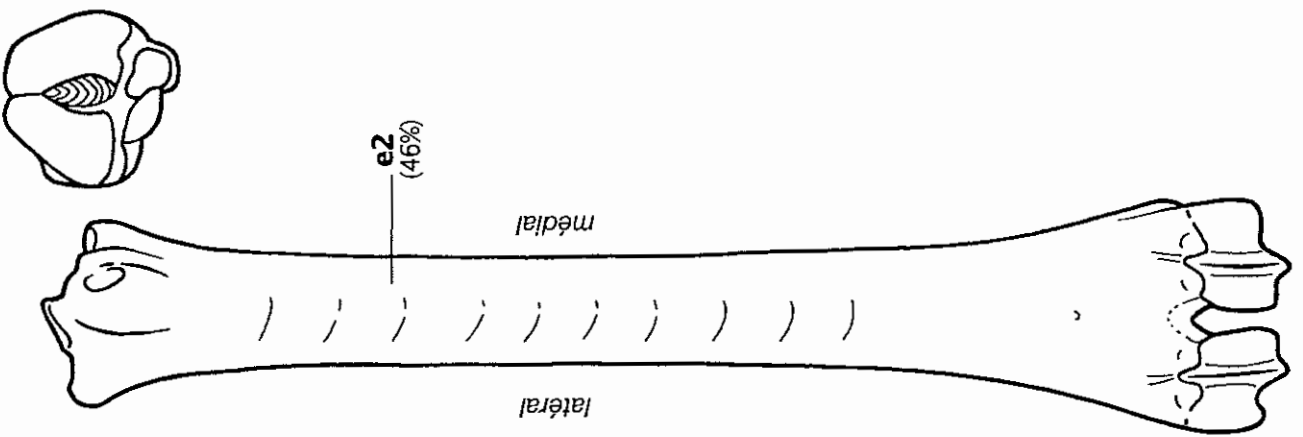


(D) *C. ibex*

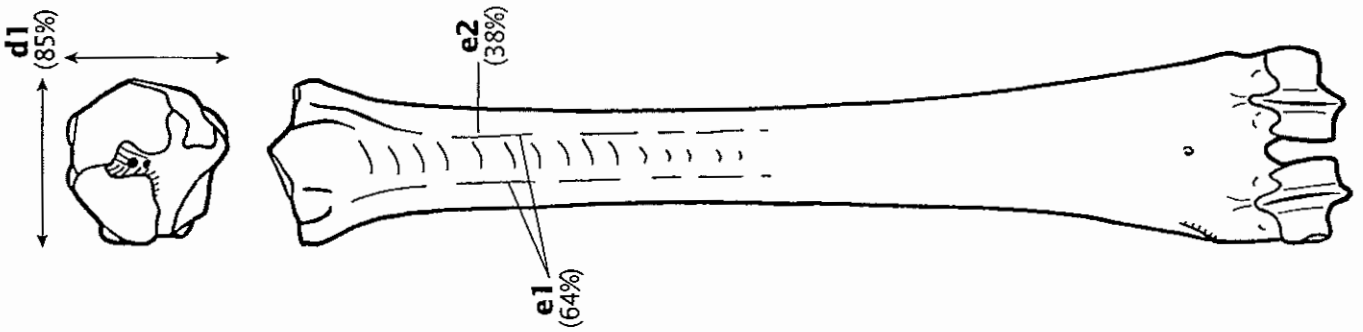
(C) *C. hircus*

(B) *O. aries*

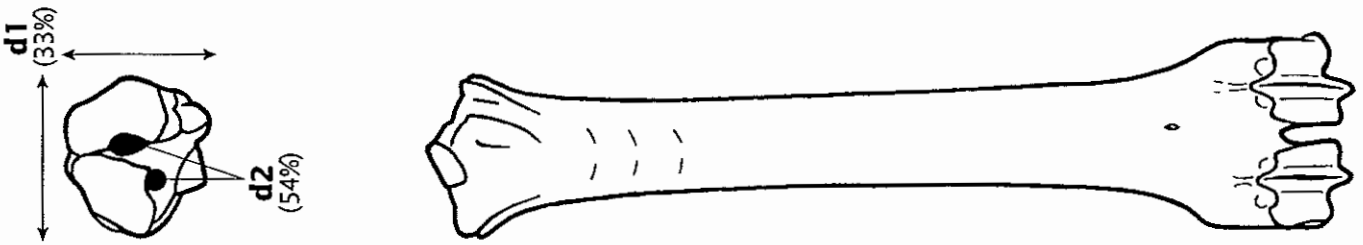
(A) *R. rupicapra*



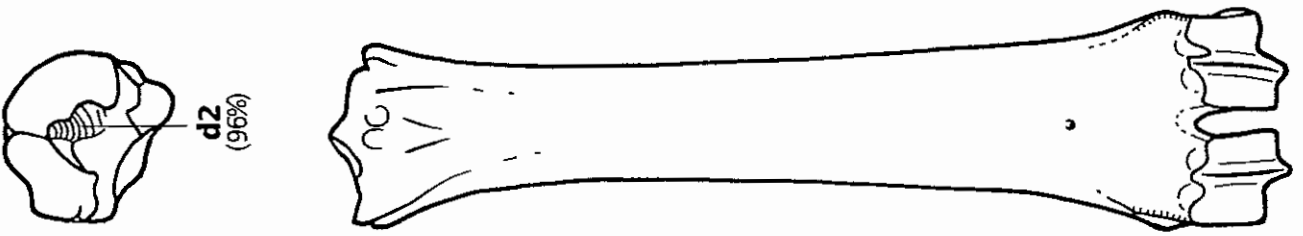
(A) *R. rupicapra*



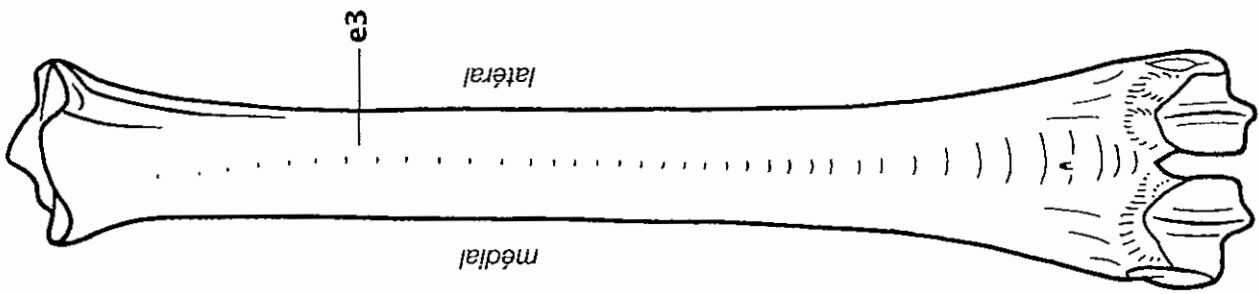
(B) *O. aries*



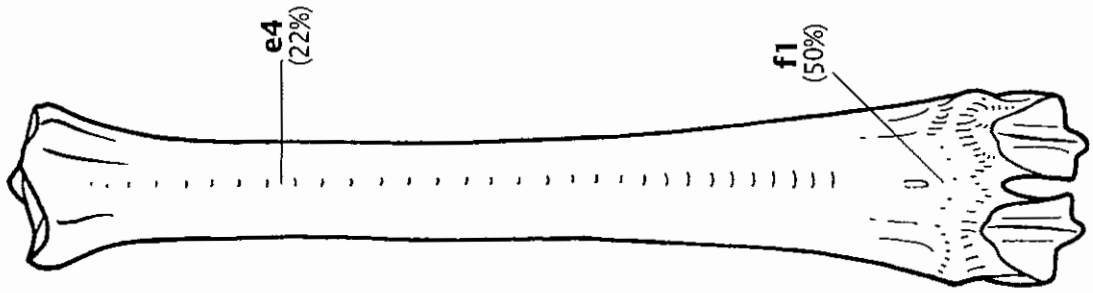
(C) *C. hircus*



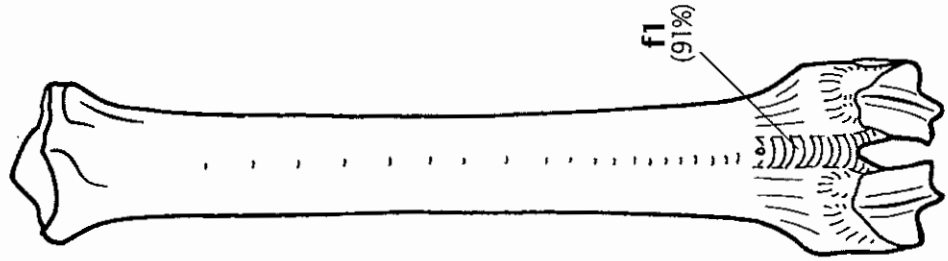
(D) *C. ibex*



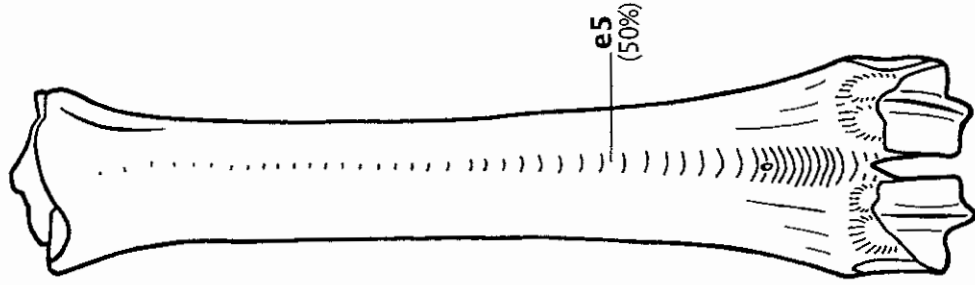
(A) *R. rupicapra*



(B) *O. aries*

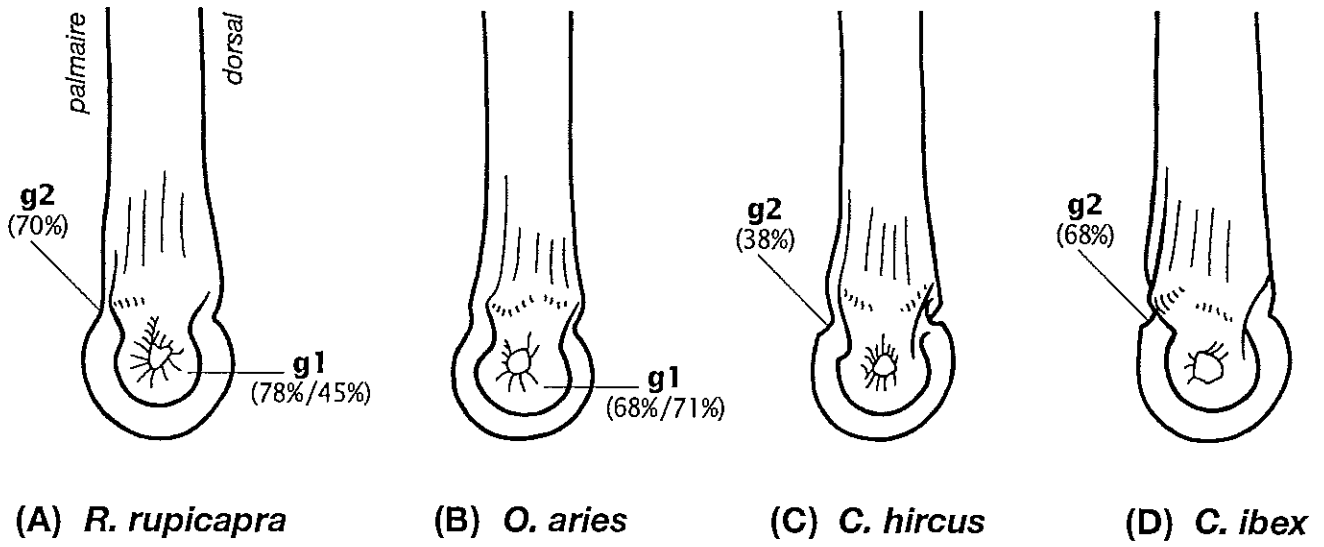


(C) *C. hircus*

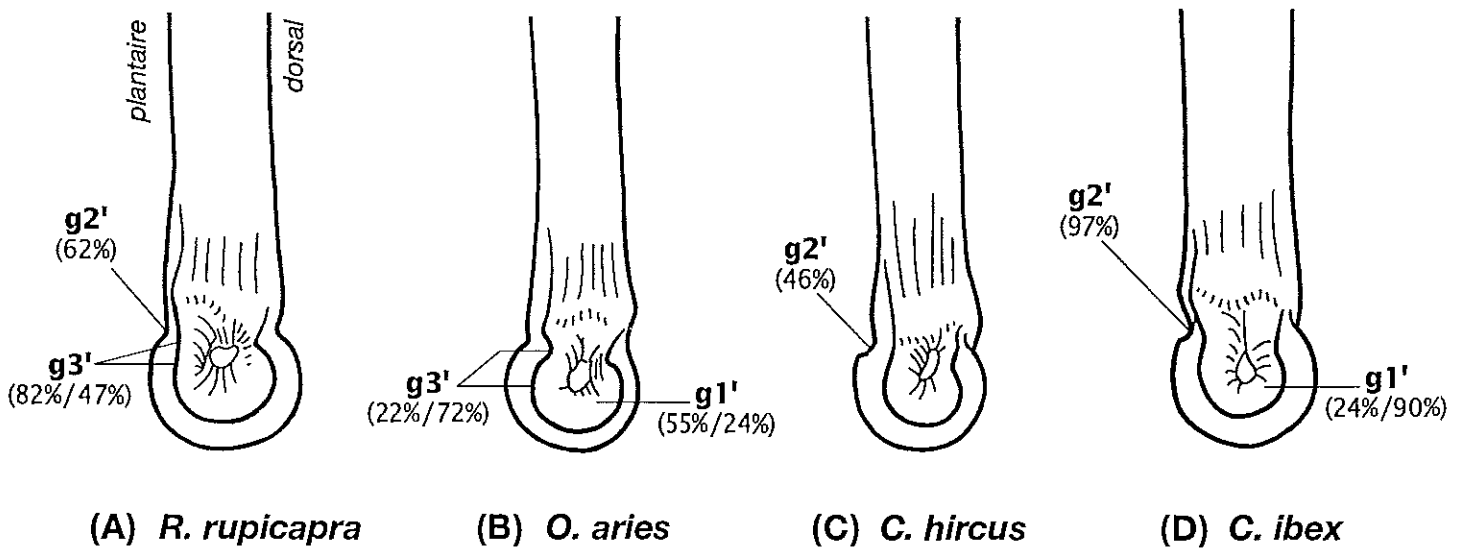


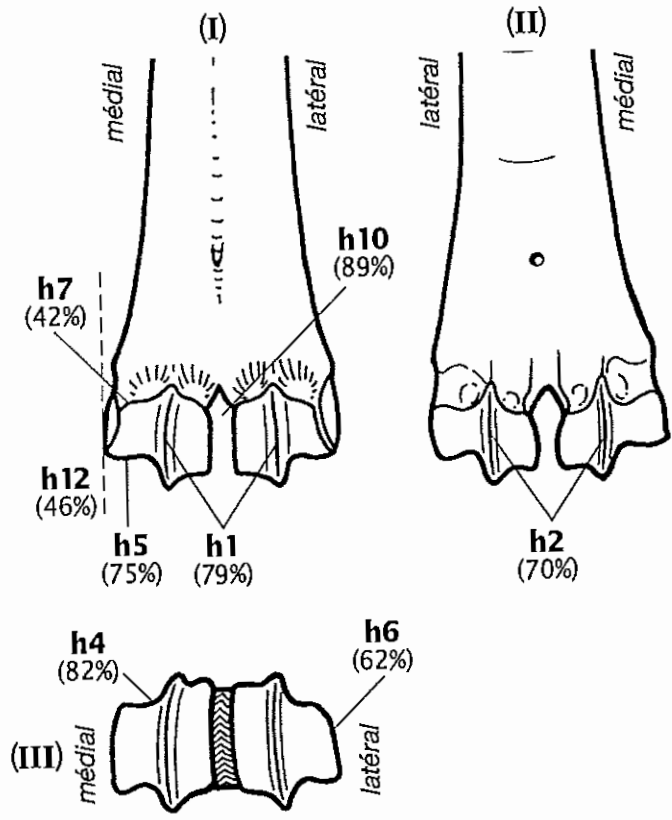
(D) *C. ibex*

MÉTACARPE

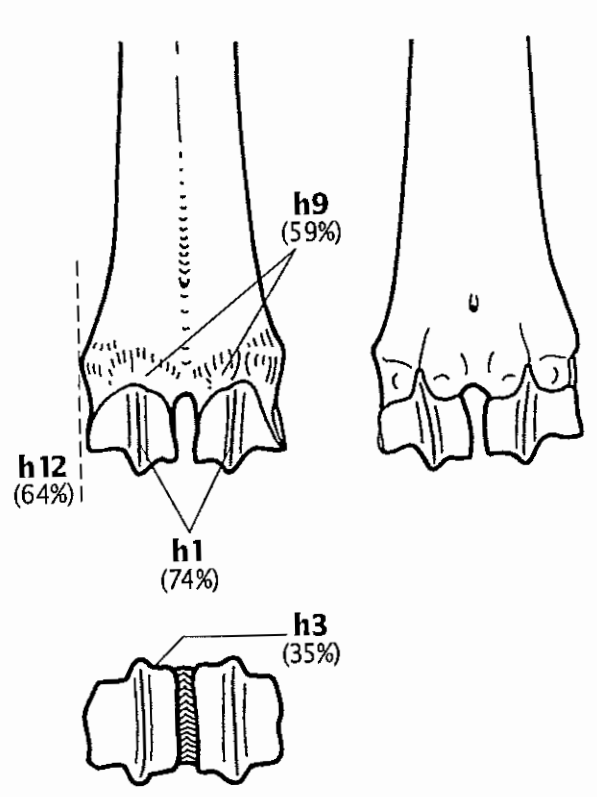


MÉTATARSE

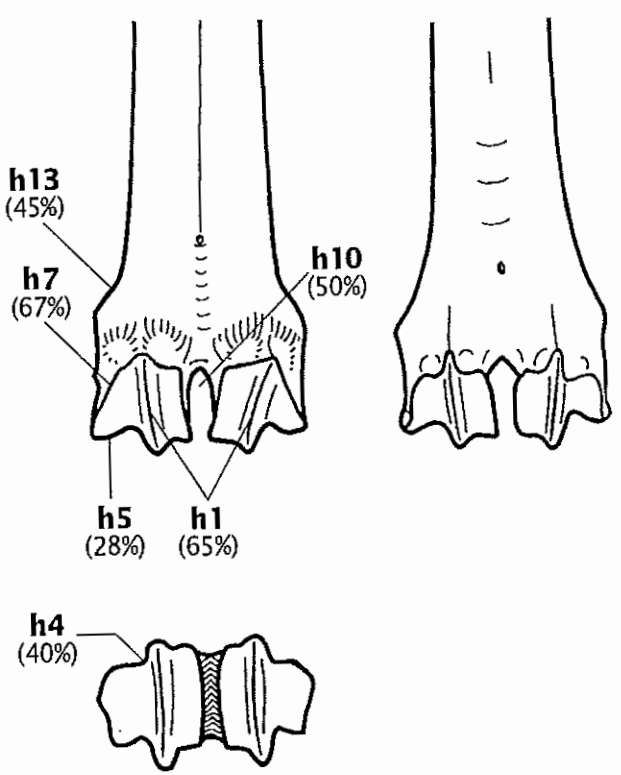




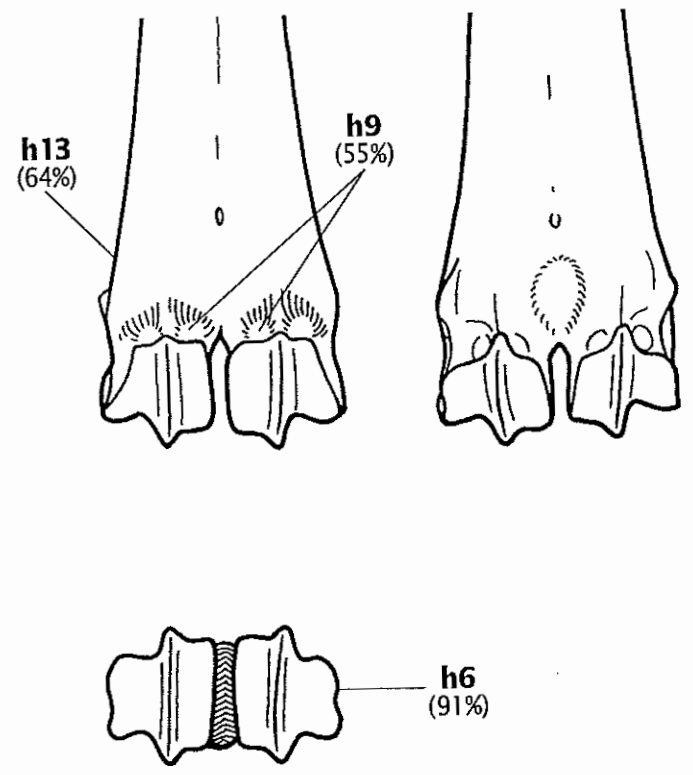
(A) *R. rupicapra*



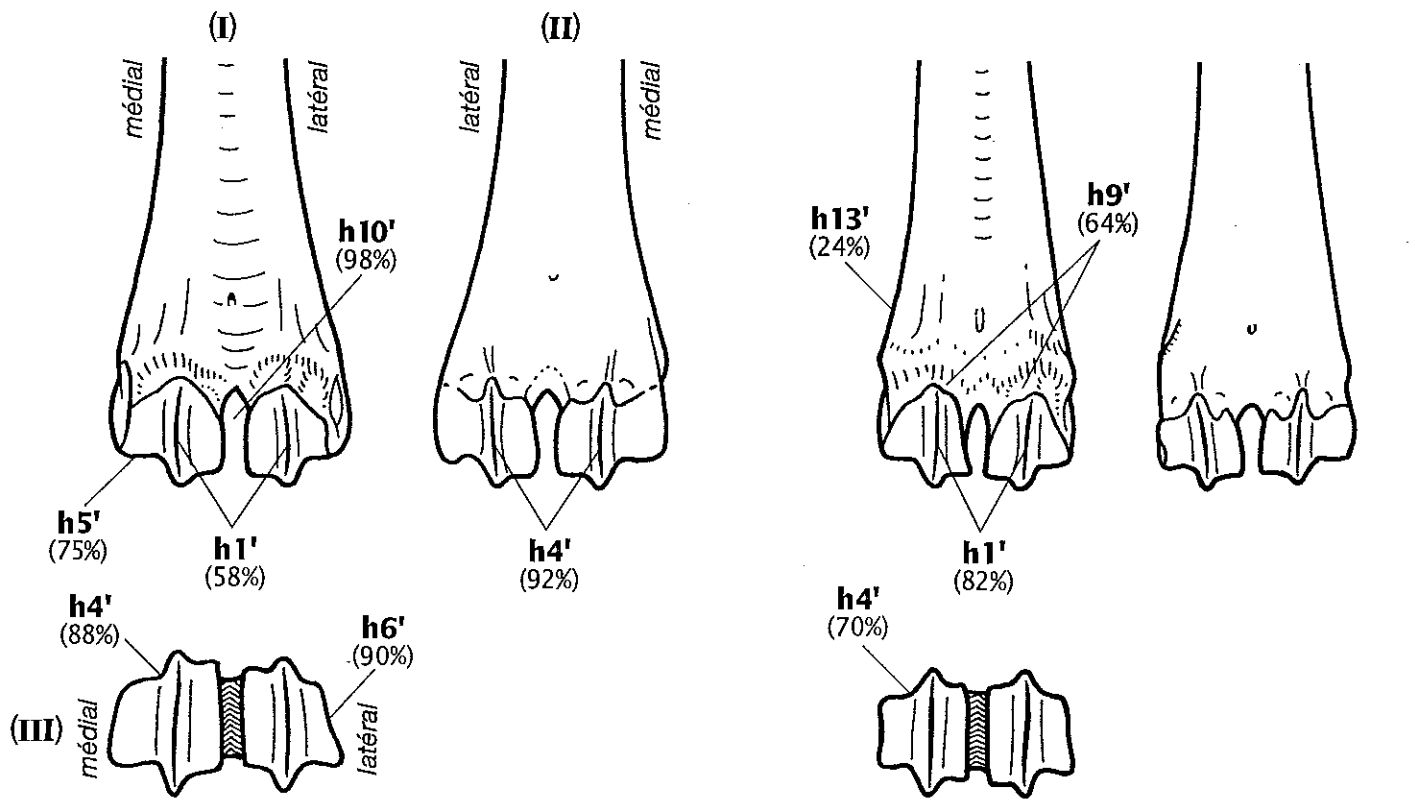
(B) *O. aries*



(C) *C. hircus*

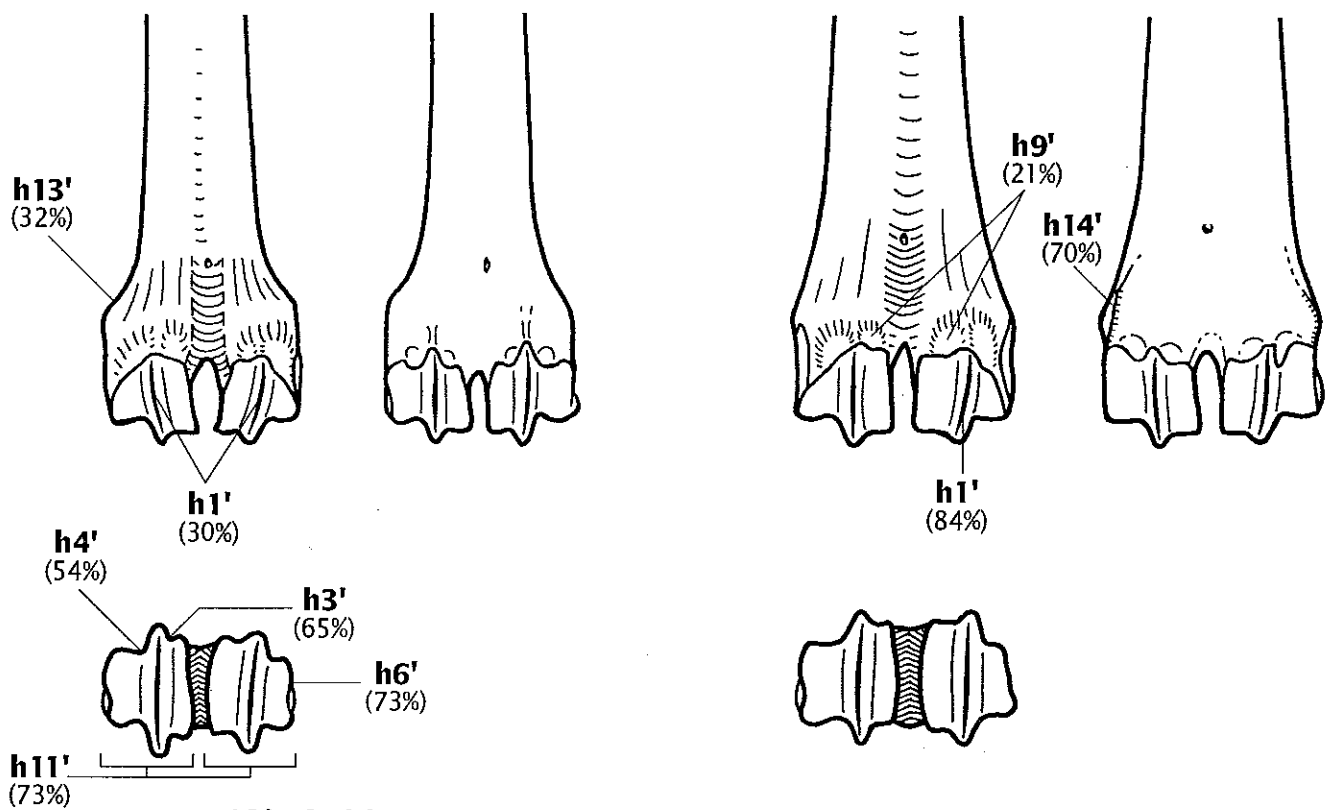


(D) *C. ibex*



(A) *R. rupicapra*

(B) *O. aries*



(C) *C. hircus*

(D) *C. ibex*