Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)
OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : http://oatao.univ-toulouse.fr/
Eprints ID : 4441

To cite this version :
GUIDEZ, Nicolas. *Atlas radiographique et ostéologique du macaque rhésus : macaca mulatta* . Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Toulouse 3, 2010, 160 p.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE TOULOUSE

ANNÉE 2010 THÈSE : 2010 - TOU 3 - 4025

ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTÉOLOGIQUE DU MACAQUE RHÉSUS

Macaca mulatta

THÈSE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLÔME D'ÉTAT

présentée et soutenue publiquement en 2010
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Nicolas GUIDEZ
né le 15 avril 1985 à Lille (Nord)

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE

Co-directeur de thèse : Monsieur le Professeur Yves LIGNEREUX

JURY

PRÉSIDENT :
Pr Alexis VALENTIN **Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse**

ASSESSEURS :
Pr Jacques DUCOS de LAHITTE Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pr Yves LIGNEREUX Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur : M. **A. MILON**

Directeurs honoraires : M. **G. VAN HAVERBEKE**
M. **P. DESNOYERS**

Professeurs honoraires :

M. **L. FALIU**	M**. J. CHANTAL**	M**. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE**
M. **C. LABIE**	M**. JF. GUELFI**	
M. **C. PAVAUX**	M**. EECKHOUTTE**	
M. **F. LESCURE**	M**. D.GRIESS**	
M. **A. RICO**	M**. CABANIE**	
M. **A. CAZIEUX**	M**. DARRE**	
Mme **V. BURGAT**	M**. HENROTEAUX**	

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistique, Modélisation*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M **DELVERDIER Maxence,** *Anatomie Pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **DUCOS Alain**, *Zootechnie*
M. **DUCOS DE LAHITTE** Jacques, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves,** *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHE

M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique Equine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DOSSIN Olivier**, (DISPONIBILITE) *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MAGNE Laurent,** *Urgences soins-intensifs*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle,** *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENT CONTRACTUEL

M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORRAND Leni,** *Médecine Interne*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*
M. **IRUBETAGOYENA Iban,** *Médecine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **NOUVEL Laurent,** *Pathologie de la reproduction*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

A Monsieur le Professeur Alexis VALENTIN

Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Zoologie - Parasitologie

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur Jacques DUCOS DE LAHITTE

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Parasitologie - Maladies parasitaires

qui nous a fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse,
sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Yves LIGNEREUX

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie

qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury de thèse,
sincères remerciements.

A Monsieur Pascal VERSIGNY

qu'il soit remercié pour son aide précieuse tout au long de ce travail, de la réalisation des clichés à l'assemblage du squelette, pour le temps qu'il nous a consacré et tous ses conseils.

A Monsieur Bernard CHARPENTIER

qu'il soit remercié pour l'aide et les conseils qu'il nous a prodigués dans la réalisation des clichés radiographiques.

A mes parents, pour leur aide précieuse dans la rédaction de cette thèse et leur soutien sans faille tout au long de mes études.

A ma petite sœur et son caractère qui m'ont appris dès le plus jeune âge à me battre.

A mes grands-parents qui m'ont inculqué qu'on peut arriver à tout à force de travail.

A mes amis de Lille : puissent nos chemins ne pas trop s'écarter avec le temps.

Aux fantastiques Etienne, Guerric et Olivier, présents à mes côtés dans tous les moments magiques mais aussi dans les plus difficiles. A nous, aux souvenirs que nous allons nous faire, à l'avenir et au présent surtout… A nous, à nos espoirs et à nos illusions, à notre prochain premier rendez-vous…

A mes amis des premiers jours : Jean-Sébastien, Thomas, Timothée, Julien, Marivan, Elsa A, Elsa L, Julie. A cette inoubliable première année passée tous ensemble.

Aux filles de mon groupe de TP de rêve : Caroline ma destinée, Charlotte le petit général, Gaëlle et Marie la folle.

A Fillo et Simone, j'espère un jour devenir un n° 10 comme vous. Vi amo froggio e tarone.

A St Sim, colocation mythique, rustique et authentique et ses habitants de toutes époques : Clément le maître chicon, Seb la mégablatte, Ramona et ses sacs de riz, Laurent, Nico, Quentin, Marc, Lilou, Camille, Rémi. A ces belles années passées bien vite.

A mes docs : Mathilde, la Joe Bar, Miramar, Alex, Pat, Aurélie, Caro, Charlotte, Isa.

A mes coéquipiers des Aiglons du Touch et du VRC et bons compagnons : Babar, Brice, Cariou, Crade, la Dub, Jean-Marie, Milou, Ronsard, Walou…FX, Gégette, Gudi, Lasagne, Michou, Pinpin…Bala, Greg, Herman…

A toutes mes rencontres enrichissantes dans les autres écoles vétérinaires de France et d'Europe et à Félix, connu depuis peu, mais pour encore longtemps j'espère.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 19

I – GÉNÉRALITÉS SUR LE MACAQUE RHÉSUS

A - PLACE DE *Macaca mulatta* DANS LE MONDE ANIMAL 23

1 - L'ORDRE DES PRIMATES 23
2 - LE SOUS-ORDRE DES *ANTHROPOIDEA* 23
3 - L'INFRA ORDRE DES *CATARRHINI* 24
4 - LA FAMILLE DES *CERCOPITHECIDAE* 24
5 - LA SOUS-FAMILLE DES *CERCOPITHECINAE* 24
6 - LE GENRE *Macaca* 25
7 - L'ESPÈCE *Macaca mulatta* 25

B - BIOLOGIE DU MACAQUE RHÉSUS 27

1 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE 27
2 - HABITAT 27
3 - ALIMENTATION 28
4 - REPRODUCTION 28
5 - VIE SOCIALE ET COMMUNICATION 29
6 - PROTECTION 30
7 - UTILISATION SCIENTIFIQUE 31

II – GÉNÉRALITÉS SUR LA TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE

A - HISTORIQUE 35

B - FONDEMENTS PHYSIQUES 35

1 - PRODUCTION DES RAYONS X 35
2 - INTERACTION DES RAYONS X AVEC LA MATIÈRE 36

C - APPLICATION A LA QUALITÉ DE L'IMAGE RADIOGRAPHIQUE 36
1 - INFLUENCE DES VARIABLES SUR LE CONTRASTE 36
2 - INFLUENCE DES VARIABLES SUR LE NOIRCISSEMENT 37

III – MATÉRIEL ET MÉTHODE

A - LE SPÉCIMEN 41

B - LA RADIOGRAPHIE ET LE MATÉRIEL RADIOGRAPHIQUE 41
1 - TECHNIQUE 41
2 - RADIOPROTECTION 41

C - RÉALISATION DES MONTAGES OSTÉOLOGIQUES 43

IV – ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTÉOLOGIQUE DU MACAQUE RHÉSUS

A - RADIOGRAPHIES DU CRÂNE 47

1 - TECHNIQUE 47
2 - INCIDENCE LATÉRALE 47
3 - INCIDENCE VENTRO-DORSALE 50

B - RADIOGRAPHIES DE LA COLONNE VERTÉBRALE 53

1 - TECHNIQUE 53

2 - RÉGION CERVICALE 53
a) Incidence latérale 53
b) Incidence ventro-dorsale 56
c) Description de vertèbres cervicales isolées 58

3 - RÉGION THORACIQUE 61
a) Incidence latérale 61
b) Incidence ventro-dorsale 63

4 - RÉGION LOMBAIRE 66
a) Incidence latérale 66
b) Incidence ventro-dorsale 69
c) Description d'une vertèbre lombaire isolée 72

5 - RÉGION SACRÉE 73

a) Incidence latérale 73
b) Incidence ventro-dorsale 75

6 - RÉGION CAUDALE 77

a) Incidence latérale 77
b) Incidence ventro-dorsale 79

C - RADIOGRAPHIES DU SQUELETTE APPENDICULAIRE 81

1 - TECHNIQUE 81

2 - MEMBRE THORACIQUE 83

2.1 - Épaule 83

a) Incidence médio-latérale 83
b) Incidence caudo-crâniale 86
c) Description de la scapula et de la clavicule isolées 88

2.2 - Humérus 89

a) Incidence médio-latérale 89
b) Incidence caudo-crâniale 93

2.3 - Coude 97

a) Incidence médio-latérale 97
b) Incidence caudo-crâniale 100

2.4 - Radius et ulna 102

a) Incidence médio-latérale 102
b) Incidence caudo-crâniale 105

2.5 - Carpe et main 108

a) Incidence dorso-palmaire 108
b) Incidence médio-latérale 111

3 - MEMBRE PELVIEN 113

3.1 - Bassin et hanche 113

a) Incidence latérale 113
b) Incidence ventro-dorsale 119

3.2 - Fémur 127

a) Incidence médio-latérale 127
b) Incidence cranio-caudale 131

3.3 - Genou 135

a) Incidence médio-latérale 135
b) Incidence cranio-caudale 139

3.4 - Tibia et fibula 143

a) Incidence médio-latérale 143
b) Incidence cranio-caudale 147

3.5 - Tarse et pied 150

a) Incidence dorso-plantaire 150
b) Incidence médio-latérale 154

CONCLUSION 157

BIBLIOGRAPHIE 159

TABLE DES ILLUSTRATIONS

1 et 2 - Photographies d'une main de *Macaca mulatta*, aspects dorsal et ventral 24
3 et 4 - Photographies d'un pied de *Macaca mulatta*, aspects dorsal et ventral 24
5, 6 et 7 - Photographies de *Macaca Mulatta* 25
8 - Place de *Macaca mulatta* dans le monde animal 26
9 - Aire de répartition de *Macaca mulatta* dans le monde 27
10, 11 et 12 - Photographies d'une femelle *Macaca mulatta* en oestrus 29
13, 14 et 15 - Photographies d'un mâle *Macaca mulatta* 29
16 - Radiographie du crâne, incidence latérale 49
17 - Photographie du crâne, aspect latéral 49
18 - Radiographie du crâne, incidence ventro-dorsale 51
19 - Photographie du crâne, aspect basilaire 51
20 - Photographie du crâne, aspect dorsal 52
21 - Photographie du crâne, aspect rostral 52
22 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence latérale 55
23 - Photographie des vertèbres cervicales, aspect latéral 55
24 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence ventro-dorsale 57
25 et 26 - Photographies des vertèbres cervicales, aspects dorsal et ventral 57
27 et 28 - Photographies de l'atlas, aspects crânial et caudal 58
29 et 30 - Photographies de l'atlas, aspects dorsal et ventral 58
31 - Photographie de l'atlas, aspect latéral 58
32 et 33 - Photographies de l'axis, aspects crânial et caudal 59
34 et 35 - Photographies de l'axis, aspects dorsal et ventral 59
36 - Photographie de l'axis, aspect latéral 59
37 et 38 - Photographies de C VI, aspects crânial et caudal 60
39 et 40 - Photographies de C VI, aspects dorsal et ventral 60
41 - Photographie de C VI, aspect latéral 60
42 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence latérale 62
43 - Photographie des vertèbres thoraciques, aspect latéral 62
44 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence ventro-dorsale 64
45 et 46 - Photographies des vertèbres thoraciques, aspects dorsal et ventral 65
47 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence latérale 67

48 - Photographie des vertèbres lombaires, aspect latéral 67
49 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence ventro-dorsale 70
50 et 51 - Photographies des vertèbres lombaires, aspects dorsal et ventral 71
52 et 53 - Photographies de L V, aspects crânial et caudal 72
54 et 55 - Photographies de L V, aspects dorsal et ventral 72
56 - Photographie de L V, aspect latéral 72
57 - Radiographie du sacrum, incidence latérale 74
58 - Photographie du sacrum, aspect latéral 74
59 - Radiographie du sacrum, incidence ventro-dorsale 76
60 et 61 - Photographies du sacrum, aspects dorsal et ventral 76
62 - Radiographie des vertèbres caudales (début), incidence latérale 78
63 - Photographie des vertèbres caudales (début), aspect latéral 78
64 - Radiographie des vertèbres caudales (fin), incidence latérale 78
65 et 66 - Radiographies des vertèbres caudales, début et fin, incidence ventro-dorsale 80
67 et 68 - Photographies des vertèbres caudales, aspects dorsal et ventral 80
69 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence médio-latérale 84
70 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect médial 84
71 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect latéral 85
72 et 73 - Photographies de l'extrémité articulaire de la scapula, aspect distal et de l'extrémité proximale de l'humérus, aspect proximal 85
74 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence caudo-crâniale 87
75 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect caudal 87
76 et 77 - Photographies de la scapula, aspects externe et interne 88
78 et 79 - Photographies de la clavicule, aspects crânial et ventral 88
80 - Radiographie de l'humérus, incidence médio-latérale 90
81 et 82 - Photographies de l'humérus, aspects médial et latéral 91
83 - Radiographie de l'humérus, incidence caudo-crâniale 94
84 et 85 - Photographies de l'humérus, aspects caudal et crânial 95
86 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence médio-latérale 98
87 - Photographie de l'articulation du coude, aspect médial 98
88 - Photographie de l'articulation du coude, aspect latéral 99
89 et 90 - Photographies de l'extrémité distale de l'humérus, aspect distal et de l'extrémité proximale du radius, aspect proximal 99
91 - Photographie de l'incisure trochléaire 99
92 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence caudo-crâniale 101
93 et 94 - Photographies de l'articulation du coude, aspects caudal et crânial 101
95 - Radiographie de l'avant-bras, incidence médio-latérale 103

96 - Photographie de l'avant-bras, aspect médial 103
97 - Photographie de l'avant-bras, aspect latéral 103
98 - Radiographie de l'avant-bras, incidence caudo-crâniale 106
99 et 100 - Photographies de l'avant-bras, aspects caudal et crânial 107
101 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence dorso-palmaire 110
102 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence médio-latérale 112
103 - Photographie de l'articulation du carpe et des doigts, aspect médial 112
104 - Radiographie du bassin, incidence latérale 116
105 - Photographie du bassin, aspect latéral 116
106 - Photographie de l'os coxal gauche, aspect médial 117
107 - Radiographie du bassin, incidence ventro-dorsale, hanches en extension 120
108 - Photographie du bassin, aspect dorsal 121
109 - Photographie du bassin, aspect ventral 122
110 et 111 - Radiographie et photographie de l'articulation de la hanche en extension 124
112 et 113 - Radiographie et photographie de l'articulation de la hanche en abduction 124
114 et 115 - Radiographie et photographie de l'articulation de hanche en flexion 125
116 - Radiographie du fémur, incidence médio-latérale 128
117 et 118 - Photographies du fémur, aspects médial et latéral 129
119 - Radiographie du fémur, incidence cranio-caudale 132
120 et 121 - Photographies du fémur, aspects crânial et caudal 133
122 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence médio-latérale 136
123 - Photographie de l'articulation du genou, aspect médial 136
124 - Photographie de l'articulation du genou, aspect latéral 137
125 et 126 - Photographies de l'extrémité distale du fémur, aspect distal et des extrémités proximales du tibia et de la fibula, aspect proximal 137
127 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence cranio-caudale 140
128 et 129 - Photographies de l'articulation du genou, aspects crânial et caudal 141
130 - Radiographie de la jambe, incidence médio-latérale 144
131 et 132 - Photographies de la jambe, aspects médial et latéral 145
133 - Radiographie de la jambe, incidence cranio-caudale 148
134 et 135 - Photographies de la jambe, aspects crânial et caudal 149
136 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence dorso-plantaire 152
137 et 138 - Photographies de l'articulation du tarse et des doigts, aspects dorsal et plantaire. 153
139 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence médio-latérale 155
140 - Photographie de l'articulation du tarse et des doigts, aspect médial 155

INTRODUCTION

Macaca mulatta, plus connu sous le nom de macaque rhésus, fait partie des espèces de primates servant de modèle d'étude pour l'homme, en raison de leur proximité anatomique et physiologique. De grandes avancées scientifiques ont été acquises grâce à des études réalisées sur cette espèce.

La radiographie est un procédé qui occupe une place prépondérante dans la médecine humaine et vétérinaire, notamment dans le domaine des affections squelettiques. Les avancées réalisées dans ce domaine en rendent l'usage courant et souvent indispensable.

En l'absence de données de ce type sur le macaque rhésus, il nous est apparu utile de réaliser une étude radiographique d'un squelette de macaque sans anomalie, pouvant ainsi servir de référence. En effet la connaissance de l'aspect radiographique normal est un préalable indispensable à une interprétation radiographique de qualité.

Cet ouvrage sera constitué de brefs rappels sur la place dans la systématique et la biologie du macaque rhésus, ainsi que sur la technique radiographique, et proposera pour chaque région anatomique des clichés radiographiques légendés accompagnés, pour faciliter leur interprétation, des photographies légendées des os correspondants.

I – GÉNÉRALITÉS SUR LE MACAQUE RHÉSUS

A - PLACE DE *Macaca mulatta* DANS LE MONDE ANIMAL

1 - L'ordre des Primates

Le terme de Primate dérive du latin « *primas* » signifiant « qui est au premier rang » et fut choisi par LINNE pour nommer un ordre de mammifères placentaires comprenant les singes, les anthropomorphes et l'homme.

L'ordre des Primates comprend près de 200 espèces aujourd'hui recensées et définies par leur adaptation commune à la vie arboricole. La structure du cerveau, la présence d'ongles plats aux mains et aux pieds, de doigts séparés avec un pouce généralement opposable aux autres doigts, ou encore la finesse de leurs sens (toucher et vue) les caractérisent.

D'un point de vue morphologique, ces animaux présentent à la fois des caractères anciens conservés (clavicules, membres à cinq doigts, denture complète non spécialisée…) et des caractères évolués (os du bras mobiles, os de la jambe séparés, calcanéus allongé dans sa partie distale, orientation frontale des orbites pour une vision binoculaire, réduction du museau et de l'olfaction, présence d'une barre post orbitaire assurant la jonction des os frontal et zygomatique, présence d'une seule paire de mamelles…).

Aujourd'hui encore, aucune classification des primates ne semble totalement satisfaisante. Selon que l'on s'intéresse plus particulièrement à des paramètres évolutifs, anatomiques, géographiques ou comportementaux, plusieurs écoles coexistent. Cependant, la plupart des spécialistes s'accordent à considérer que la classification la plus recevable est celle citée par BOURLIERE, établie par SIMPSON et adoptée par l'organisme ISIS (International Species Information System).

2 - Le sous-ordre des *Anthropoidea*

Le sous-ordre des *Anthropoidea* ou Simiens regroupe les primates les plus évolués, dont l'homme. On les oppose aux *Prosimii* ou Prosimiens (Lémuriformes et Lorisiformes) qui sont des primates à caractères primitifs rappelant ceux des insectivores. Les Tarsiiformes historiquement classés parmi les Prosimiens seraient à ranger dans un troisième sous-ordre, car ils seraient plus proches d'un point de vue phylogénétique des *Anthropoidea*.

3 - L'infra ordre des *Catarrhini*

Ce sont les hommes, les grands singes, les gibbons et les singes « de l'ancien monde ». On les oppose aux *Platyrrhini*, singes « du nouveau monde ». Les *Catarrhini* sont des animaux puissants à cloison nasale mince, narines rapprochées, queue peu préhensible quand elle existe et aux pouces très développés. Les *Catarrhini* sont caractérisés par un arboricolisme de type grimpeur ou suspendu, mais avec la possibilité d'une adaptation à une vie terrestre quadrupède ou bipède, par l'élevage d'un seul jeune en général et par l'existence d'un cycle menstruel et d'un placenta discoïde.

4 - La famille des *Cercopithecidae*

Ce sont les singes « de l'ancien monde ». On les oppose aux *Hylobatidae* (gibbons) et *Hominidae* (hommes et grands singes). Les *Cercopithecidae* sont de taille moyenne et se caractérisent par une queue le plus souvent longue, des callosités ischiatiques et des membres pelviens au moins aussi longs que les thoraciques.

5 - La sous-famille des *Cercopithecinae*

Les *Cercopithecinae* possèdent un pouce aux mains et aux pieds, par opposition aux *Colobinae* qui ont des pouces atrophiés ou absents. Ils ont également un estomac de structure simple et des abajoues. Cette sous-famille rassemble douze genres de singes différents, dont le genre *Macaca*.

Figures 1 et 2 - Photographies d'une main de *M. mulatta*, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)

Figures 3 et 4 - Photographies d'un pied de *M. mulatta*, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite) [ENVT]

6 - Le genre *Macaca*

Le mot « macaque » est la traduction française du portugais « macaquo », provenant du nom congolais d'un singe africain totalement différent. C'est BUFFON qui a confondu les deux singes et l'erreur est restée avec l'usage.

Le genre *Macaca* rassemble des singes massifs et corpulents, ayant un museau arrondi à narines non terminales et de larges callosités fessières. Ils sont de taille plutôt grande, et chez l'espèce africaine, la queue est absente.

Une vingtaine d'espèces de macaques ont été répertoriées, dont les plus connues sont le macaque rhésus (*Macaca mulatta*), le macaque de Java ou Crabier (*Macaca fascicularis*) et le macaque à face rouge (*Macaca fuscata*).

7 - L'espèce *Macaca mulatta*

Son nom commun est macaque rhésus. Il fut d'abord appelé par BUFFON le « macaque à queue courte » avant de recevoir son nom spécifique *Macaca mulatta* en 1780 par ZIMMERMAN.

Les macaques rhésus peuvent être divisés en sous-espèces, classées selon leur pays d'origine, la Chine (*M. m. vestita*, *M. m. lasiota*, *M.m. sanctijohannis* et *M.m. brevicauda*) ou l'Inde (*M. m. mulatta* et *M. m. villosa*).

Ils sont caractérisés par une fourrure de couleur brun à auburn, légèrement plus claire sur le ventre que sur le reste du corps. La face est généralement glabre et de couleur rose, rougeâtre. Il en est de même de la région périanale. Il existe un dimorphisme sexuel : les mâles mesurent en moyenne 53 cm et pèsent en moyenne 7,7 kg, les femelles 47 cm et 5,3 kg. Leur queue mesure entre 20 et 30 cm de longueur. Ils sont quadrupèdes et, selon le type d'habitat dans lequel ils se trouvent, peuvent être plutôt arboricoles ou terrestres. Ce sont aussi des nageurs habiles, une capacité qu'ont déjà les jeunes de 2 jours. Ils ont une espérance de vie de 25 à 30 ans.

Figures 5, 6 et 7 - Photographies de *Macaca mulatta* [Wikipédia]

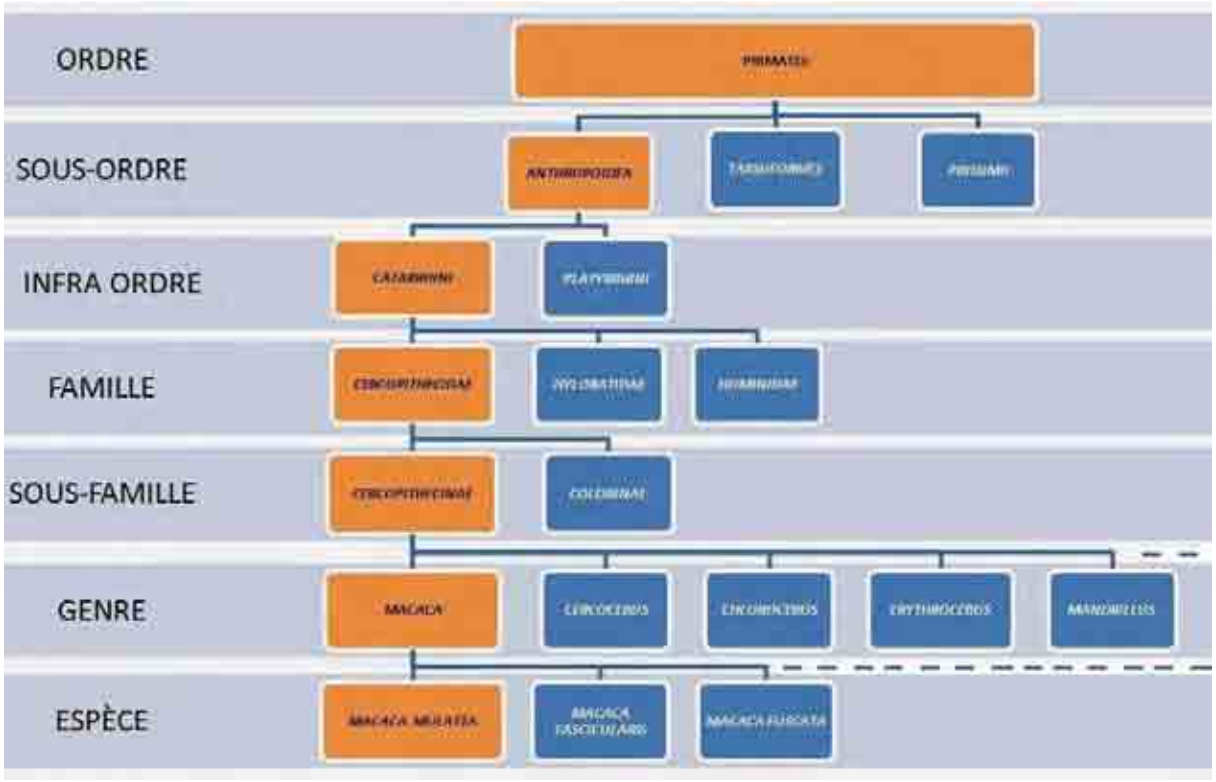
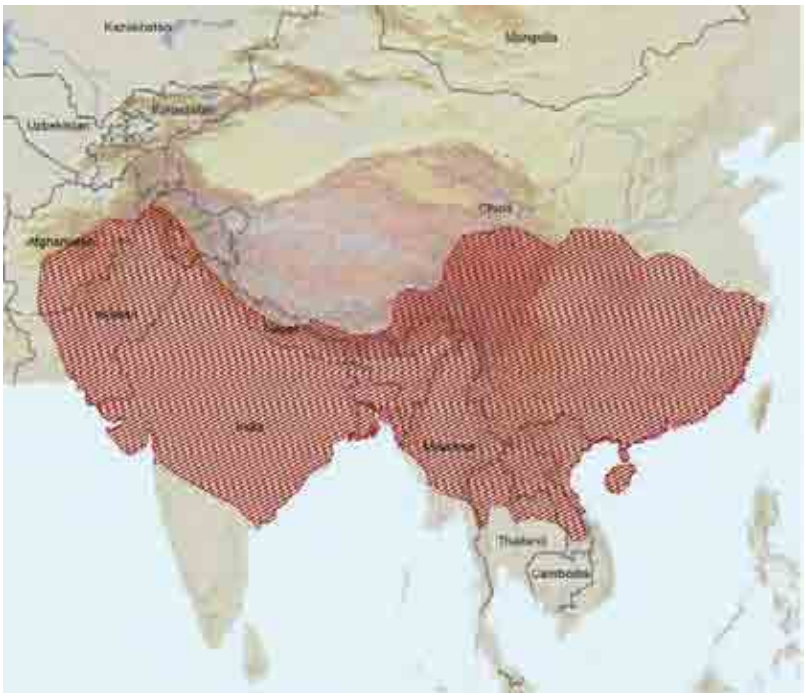


Figure 8 - Place de *Macaca mulatta* dans le monde animal

B - BIOLOGIE DU MACAQUE RHÉSUS

1 - Répartition géographique

Après l'homme, *Macaca mulatta* est le primate avec la plus large distribution géographique. Les populations de macaques rhésus sont le plus communément trouvées dans l'est de l'Afghanistan, de l'Inde au nord de la Thaïlande, et jusqu'au sud-est de la Chine. Historiquement on les trouvait en abondance dans le sud de la Chine et au Tibet, mais l'activité humaine a causé un déclin drastique de leur population dans ces zones au cours des soixante dernières années.



Aire de répartition [IUCN]

Figure 9 - Aire de répartition de *Macaca mulatta* dans le monde

2 - Habitat

Les macaques rhésus vivent dans une vaste gamme d'habitats et montrent une grande adaptabilité. Ces primates sont capables de s'adapter à différents climats, des conditions chaudes et sèches des déserts au froid glacial des montagnes. On les retrouve ainsi aussi bien en zone tempérée qu'en zone tropicale. Leur habitat peut donc être une zone semi-désertique, une forêt déciduale sèche, une forêt mixte déciduale/bambous, une forêt tempérée, une forêt tropicale ou la mangrove. Certaines populations vivent dans les plaines tandis que d'autres, dans le nord de l'Inde et au Pakistan, vivent dans l'Himalaya à des altitudes pouvant aller jusqu'à 4 000 m.

De nombreuses populations de macaques rhésus ont su s'adapter à la présence de l'homme. On peut ainsi retrouver des petits groupes vivant dans les zones urbaines très denses du nord de l'Inde, ainsi que dans les zones cultivées des plaines.

3 - Alimentation

Les habitudes alimentaires des macaques rhésus varient grandement selon leur habitat. Ils sont omnivores et mangent fréquemment des racines, des herbes, des fruits, des fleurs, des graines, des champignons, des insectes (termites, sauterelles, fourmis, scarabées) et des petits animaux (œufs d'oiseaux, coquillages, poissons). Dans les zones cultivées ils profitent d'un large choix de fruits et végétaux pour se nourrir. Dans les zones habitées leurs principales sources de nourriture sont les résidus alimentaires humains et les dons de nourriture. Leur régime varie aussi avec la saison. Par exemple les macaques rhésus vivant dans les forêts montagneuses du nord du Pakistan se nourrissent principalement de trèfles l'été, alors que durant l'hiver, lorsque la neige recouvre le sol, ils sont contraints de se contenter d'aliments moins énergétiques et plus fibreux tels que les aiguilles de pin et les feuilles de chêne.

4 - Reproduction

Les macaques rhésus vivent en groupes composés de mâles et de femelles. Ils ont donc chacun l'opportunité de s'accoupler avec de multiples partenaires. Les saisons d'accouplement varient selon l'habitat et le climat. Les populations vivant dans des régions avec des hivers froids s'accouplent à l'automne, les jeunes naissant ainsi au printemps. Lorsque les changements saisonniers sont moins marqués, les saisons d'accouplement sont moins bien définies.

Les femelles ont un cycle sexuel de 29 jours. Elles sont réceptives à l'accouplement pendant 8 à 12 jours durant lesquels la peau de leur région périnéale devient rouge. Pour solliciter l'accouplement elles présentent leur arrière-train aux mâles. L'ovulation a lieu au milieu de l'œstrus. Les mâles ont les testicules qui peuvent doubler de volume durant la saison d'accouplement. Les mâles attirent les compagnes de par leur position dominante dans le groupe ou parfois en étant amicaux avec les femelles.

Figures 10, 11 et 12 - Photographies d'une femelle en œstrus [ENVT]

Figures 13, 14 et 15 - Photographies d'un mâle [Arkive]

La gestation dure en moyenne 165 jours et donne lieu très majoritairement à une naissance unique. Les femelles peuvent donner un jeune par an dans de bonnes conditions jusqu'à l'âge de 20 ans. Les nouveau-nés pèsent entre 400 et 500 g. Le sevrage a lieu vers 6 mois, les jeunes pèsent alors en moyenne 1,5 kg. Les mères assurent nourriture, soins et apprentissage social à leurs petits jusqu'à leur indépendance, les mâles assurant leur protection.

La maturité sexuelle est atteinte vers 2,5/3 ans pour les femelles et 4/5 ans pour les mâles. Cependant les mâles n'atteignent leur taille adulte qu'à 8 ans et ne commencent à se reproduire qu'à partir de cet âge.

5 - Vie sociale et communication

Les macaques rhésus sont des animaux diurnes très actifs et bruyants. Ils vivent en groupes qui peuvent aller jusqu'à 200 individus, avec une taille moyenne de 20. Le groupe est composé de quelques mâles avec peu de liens de parenté et de nombreuses femelles avec des liens de parenté importants (quatre femelles pour un mâle). En effet les mâles quittent généralement leur groupe de naissance lorsqu'ils atteignent la maturité sexuelle, alors que les femelles restent généralement toute leur vie dans leur groupe de naissance. Quand la taille d'un groupe atteint 80/100 membres, un sous-groupe de femelles peut se séparer du groupe

initial. Parfois des groupes de mâles peuvent se former également. Mâles et femelles montrent une préférence pour les membres du sexe opposé socialement élevés dans le groupe. La dominance hiérarchique est présente dans les deux sexes. Elle est plus marquée chez les mâles où la compétition pour des partenaires survient régulièrement. Les femelles d'un groupe vivent généralement en harmonie et ont rarement d'interactions violentes, la hiérarchie basée sur l'âge évoluant naturellement avec le temps. Les dominantes ont un accès plus aisé à la nourriture et à l'espace.

Bien qu'ils vivent en groupe, les macaques rhésus ne possèdent pas de territoires. Chaque groupe a son lieu de couchage mais les lieux d'activité de groupes voisins peuvent très largement se superposer et les confrontations entre groupes sont rares. Le plus souvent le groupe le plus faible évite le groupe le plus fort.

La communication entre les macaques rhésus implique une grande variété de signes visuels (positions du corps, expressions faciales, gestes…), de communications tactiles (soins, jeux, bagarres), vocalises et signaux olfactifs.

6 - Protection

La population de macaques rhésus a été fortement touchée par l'exportation internationale massive pour la recherche biomédicale au milieu du vingtième siècle. Lorsque celle-ci a fini par être réglementée en 1977, la population indienne de macaques rhésus avait chuté de 90 %. Les pays importateurs ont alors commencé à faire de l'élevage, satisfaisant ainsi leur propre demande. Depuis lors, les populations sauvages se sont à nouveau développées.

En 2008, *Macaca mulatta* a été classée sur la liste rouge de l'IUCN dans la catégorie « moindre préoccupation », du fait de sa large répartition géographique, de sa supposée population importante et de son adaptabilité à une gamme variée d'habitats. Il est donc peu probable que les macaques rhésus déclinent suffisamment pour atteindre le niveau requis pour être classés dans la catégorie « espèce menacée ».

Macaca mulatta est aussi classée dans l'appendice II par le CITES : c'est une espèce qui n'est pas nécessairement menacée d'extinction mais dont le commerce des spécimens doit être réglementé pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie.

7 - Utilisation scientifique

En raison de leur proximité anatomique et physiologique avec l'homme, de la facilité relative avec laquelle on peut les maintenir et les élever en captivité, du nombre important d'individus qui pouvaient être fournis par l'Inde, les macaques rhésus ont longtemps été le premier choix de primate non humain dans la recherche. Parmi les avancées scientifiques qui sont issues de la recherche sur les macaques rhésus figurent : le développement des vaccins contre la rage et la variole, la découverte du facteur rhésus dans le sang, la découverte de médicaments utilisés pour traiter le SIDA, la compréhension du cycle de reproduction de la femelle et du développement de l'embryon, la propagation des cellules souches embryonnaires ainsi que de nombreuses découvertes comportementales.

Le macaque rhésus est également le premier primate à être revenu vivant d'un voyage dans l'espace, le premier primate à avoir été cloné et le premier primate transgénique. En 2007 son génome a été entièrement séquencé et a montré 93 % de similitudes avec celui de l'homme.

II – GÉNÉRALITÉS SUR LA TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE

A - HISTORIQUE

La découverte des rayons X est attribuée à Wilhelm RÖNTGEN en 1895. C'est lors d'une expérience de décharge électrique dans des tubes sous vide qu'il met en évidence, par la fluorescence d'un écran de platino-cyanure de baryum, un rayonnement inconnu, pénétrant, désigné par l'inconnue mathématique X. Ce rayonnement a pour particularité de traverser l'air, le papier, le verre, le bois et la matière vivante mais d'être arrêté par le plomb ou le platine par exemple. Une autre caractéristique du rayonnement est qu'il peut impressionner les plaques photographiques. C'est ainsi qu'à la fin de l'année 1895, RÖNTGEN réalise le premier cliché radiographique de l'histoire sur la main de sa femme Berta. Cette découverte lui vaut le premier prix NOBEL en 1901 et révolutionne la médecine par la création et le développement rapide de l'imagerie médicale. Dès lors, les techniques radiographiques ne cessent d'évoluer avec une utilisation de plus en plus fréquente et on assiste dans les années 1970 à l'utilisation des rayons X dans le cadre de la tomodensitométrie.

B - FONDEMENTS PHYSIQUES

1 - Production des rayons X

Les rayons X sont des rayonnements électromagnétiques produits par un générateur. Des électrons sont produits par une cathode et accélérés par une différence de potentiel élevée vers une anode en métal.

C'est l'anode qui émet les rayons X par deux phénomènes :

- une interaction des électrons avec les électrons atomiques de l'anode provoquant une excitation de ces derniers. Le retour à l'état fondamental des atomes s'accompagne de l'émission de rayonnements électromagnétiques de spectre discontinu (spectre de raies).

- une interaction avec les noyaux, changeant la trajectoire des électrons, qui s'accompagne de l'émission de rayonnements électromagnétiques dits de freinage, de spectre continu.

2 - Interaction des rayons X avec la matière

Les rayons X produits par le générateur peuvent interagir avec la matière selon deux mécanismes principaux :

- l'effet photoélectrique pour des rayonnements de faible énergie (< 70 kV) qui consiste en l'interaction du photon incident avec un électron d'une couche interne (d'énergie de liaison importante) entraînant l'expulsion de ce dernier. Le réarrangement de l'atome s'accompagne de l'émission d'un rayon X d'énergie trop faible pour avoir un effet significatif. Cet effet a donc pour conséquence l'arrêt du rayon X. Il est à l'origine du contraste de l'image.

- l'effet COMPTON pour des rayonnements de forte énergie (> 100 kV) qui consiste en l'interaction du photon incident avec un électron d'une couche superficielle (de faible énergie de liaison) entraînant l'expulsion de ce dernier ainsi que la diffusion du photon (rayonnement électromagnétique de moindre énergie et de direction différente). Cet effet a donc pour conséquence la déviation du rayon X selon une direction aléatoire avec perte d'énergie. Il est à l'origine d'une diminution du contraste.

En résumé, les rayons X peuvent être transmis, arrêtés (effet photoélectrique) ou diffractés (effet COMPTON). Seuls les rayons transmis ou arrêtés sont à l'origine de l'image radiographique, les rayons diffractés entraînant une altération de la qualité de l'image.

C - APPLICATION A LA QUALITÉ DE L'IMAGE RADIOGRAPHIQUE

1 - Influence des variables sur le contraste

Le contraste correspond à la différence de noircissement entre deux zones du film. Un film fortement contrasté est noir et blanc, alors qu'un film peu contrasté possède une grande gamme de gris et apparaît pâle. La différence de potentiel ou tension (kV) appliquée entre l'anode et la cathode détermine l'accélération des électrons et donc l'énergie maximale du rayonnement produit. Comme on l'a vu précédemment, la proportion d'effet photoélectrique et d'effet COMPTON varie en fonction de la composition de l'objet irradié et de l'énergie des rayons X. Dans les organismes vivants, l'effet photoélectrique est prépondérant aux basses tensions (50-70 kV) tandis que l'effet COMPTON est prépondérant aux hautes tensions (> 100 kV). La proportion s'inverse progressivement lorsque la tension augmente. Le contraste obtenu par l'effet photoélectrique est relativement bon (car il fait intervenir à la fois

les différences de densité entre les milieux et les différences de numéro atomique) alors que le contraste obtenu par l'effet COMPTON est plus faible (car il ne dépend que des différences de densité entre les milieux). Le contraste diminue donc progressivement lorsque la tension augmente.

2 - Influence des variables sur le noircissement

La brillance ou le noircissement de l'image radiographique correspond à la quantité moyenne de lumière qui du négatoscope passe à travers le film pour atteindre l'œil de l'observateur. L'intensité ou charge (mA) du tube détermine le nombre d'électrons arrachés à la cathode qui pourront être accélérés et définit donc le débit du rayonnement du tube. Cette variable est souvent associée au temps d'exposition (s) pour estimer la quantité de rayons X produits (mAs). Le noircissement augmente avec cette quantité de rayons X produits. Ainsi lorsque l'on double les mAs, le noircissement défini par la densité optique est également doublé. La tension joue également un rôle sur le noircissement qui augmente avec celle-ci. On a coutume de dire qu'un doublement du noircissement correspond à une augmentation des kV de 10 %. En adaptant convenablement ces constantes, on peut donc éviter ou corriger la sous-exposition ou la surexposition des films radiographiques. Pour jouer sur le contraste à noircissement égal, on peut modifier les constantes en utilisant la relation suivante : kV + 10 % = mAs/2. Ainsi, on peut diminuer le contraste et garder le même noircissement en augmentant les kV et en diminuant les mAs (ex : en passant de 100 kV et 20 mAs à 120 kV et 5 mAs).

III – MATÉRIEL ET MÉTHODE

A - LE SPÉCIMEN

Le spécimen utilisé est un jeune mâle qui provient d'un centre de quarantaine.

B - LA RADIOGRAPHIE ET LE MATÉRIEL RADIOGRAPHIQUE

1 - Technique

L'os est une structure de grande densité qui contient d'une part un tissu compact d'opacité osseuse et d'autre part la moelle d'opacité graisseuse. Il est entouré de tissus mous d'opacité liquidienne. Le contraste naturel de l'os est donc bon. Toutefois, on utilise en général un voltage assez bas (de 50 à 70 kV), ce qui augmente encore le contraste de cette structure. En pratique l'anesthésie du macaque est obligatoire, on peut donc utiliser des temps d'exposition relativement longs.

L'examen radiographique du squelette appendiculaire est centré soit sur des os, soit sur des articulations. Lors de radiographies d'un os entier, il est nécessaire d'obtenir au minimum deux projections orthogonales, les articulations proximale et distale devant être incluses dans le cliché. Lors de radiographies d'une articulation, on s'efforcera d'inclure une portion osseuse de part et d'autre de cette articulation.

2 - Radioprotection

Les appareils de radiologie sont la principale source de rayonnements ionisants dans le domaine de la médecine vétérinaire.

Ces rayonnements ont différents effets sur l'organisme : des effets dépendant directement de la dose reçue, les effets déterministes, dont les effets sont précoces voire immédiats (érythème, dépilation, nécrose, etc...) et des effets dont la fréquence est proportionnelle à la dose reçue, les effets aléatoires ou stochastiques (cancers radio induits).

Des principes de radioprotection sont donc mis en place pour limiter et contrôler l'exposition du personnel à ces rayonnements, en respectant trois grands principes :

- **Justification** : une intervention ne peut être entreprise que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes,
- **Optimisation** : l'exposition des personnes doit être maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre,
- **Limitation** : l'exposition aux rayons ionisants ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par la législation.

Parmi les moyens à mettre en place, on observera notamment :

- la réduction du temps d'exposition par la préparation de la manipulation et le partage du temps de travail : toute personne exposée doit être indispensable à la manipulation.

- la réduction du débit de dose absorbée par l'augmentation de la distance entre la source et l'opérateur : si une contention est nécessaire, l'opérateur devra se tenir le plus loin possible du faisceau primaire. De plus aucune partie du manipulateur ne doit être exposée au faisceau primaire (même couverte de plomb).

- la réduction du débit de dose absorbée par l'interposition d'écrans : le personnel exposé doit se protéger du rayonnement diffusé par des équipements de protection individuelle, à savoir un tablier et un protège-thyroïde plombés et dans la mesure du possible des gants et des lunettes plombés.

- la surveillance de l'exposition individuelle s'effectue à l'aide d'un dosimètre passif porté à hauteur de poitrine sous les équipements de protection individuelle, et éventuellement dosimètre de poignet.

- d'un point de vue réglementaire, les locaux et les installations doivent être conformes aux normes françaises homologuées (NFC15-160 et NFC15-161).

- une personne compétente en radioprotection ayant reçu une formation adéquate veille à la mise en place et au contrôle des mesures de protection.

C - RÉALISATION DES MONTAGES OSTÉOLOGIQUES

Une fois les radiographies réalisées, le corps de l'animal est traité de façon à récupérer l'intégralité de son squelette. L'animal est dépecé et éviscéré puis les membres et le crâne sont séparés du tronc. Chaque partie du corps est isolée puis placée dans des filets individuels de maille de 1 mm. Les sachets ainsi formés sont mis à tremper dans un bain à 35 °C, constitué d'eau, de bactéries non pathogènes digérant les graisses et d'une enzyme permettant de dégrader les fibres musculaires : la papaïne. Ils y sont laissés jusqu'à ce que la digestion et le dégraissage soient terminés, une partie du liquide de macération étant renouvelé tous les quinze jours. Ce processus peut nécessiter de quelques semaines à un mois. Le tout est ensuite rincé avant de subir un dégraissage industriel dans un bain ammoniaqué (2 % de solution d'ammoniac à 22 °C) pendant vingt-quatre heures puis dans une solution contenant du peroxyde d'hydrogène (2 % d'une solution à 30 %) pendant quarante-huit heures, afin de blanchir les os. On procède ensuite à un rinçage minutieux et au séchage. Les photographies sont réalisées à ce stade. Après quelques mois un traitement au chlorure de méthylène est nécessaire pour traiter les graisses résiduelles.

Afin de réaliser les clichés photographiques qui correspondent aux radiographies, les os sont maintenus en position par de la colle plastique qui a l'avantage de sécher rapidement sans détériorer le tissus osseux. Grâce à ce type de colle il est également aisé de démonter les pièces collées et de les nettoyer.

IV – ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTÉOLOGIQUE DU MACAQUE RHÉSUS

A - RADIOGRAPHIE DU CRÂNE

1 - Technique

Le crâne est une structure dont l'exploration radiographique est rendue complexe par le nombre important d'os et leur superposition.

La localisation d'une lésion, qui ne sera visible que si elle est située en dehors de la boîte crânienne, nécessitera des incidences multiples. Les structures internes telles que l'encéphale ne pourront quant à elles être examinées qu'avec des techniques d'imagerie en coupe telles que la tomodensitométrie ou l'imagerie par résonance magnétique.

L'examen standard du crâne peut être réalisé par la prise de deux clichés radiographiques d'incidences orthogonales. Il requiert une anesthésie générale de l'animal, qui permet d'éviter le flou cinétique et d'optimiser le positionnement en plus d'augmenter la sécurité du manipulateur.

L'examen du crâne nécessite l'utilisation d'écrans fins avec des films monocouches ou bicouches ainsi qu'une tension basse de l'ordre de 50 à 70 kV.

2 - Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral. Le champ est ouvert du bout du nez à la base du crâne. La bouche est maintenue fermée ou mi-ouverte.

Critères de qualité

Les mandibules sont superposées.

Les maxillaires sont superposés.

Anatomie radiographique

La tête est constituée de deux parties : le crâne, situé caudalement, dans lequel se loge l'encéphale, et la face, située rostralement.

Le crâne est constitué des os occipital, sphénoïde et ethmoïde, ainsi que des os pariétaux, temporaux et frontaux. L'os occipital occupe toute la surface nucale de la tête. Il s'articule à la première vertèbre cervicale, l'atlas. Rostralement à l'os occipital se trouve l'os temporal, base de la région de la tempe. Cet os s'unit aussi aux os pariétal, frontal et zygomatique. Il est articulé de façon mobile à la mandibule. Il renferme les organes essentiels de l'audition, ce qui lui donne une importance particulière. L'os pariétal, os pair, est situé

dorsalement à l'os temporal, entre l'os occipital et frontal. Il est uni à son opposé sur le plan médian de la voûte du crâne. L'os frontal, base de la région du front, constitue la partie dorso-rostrale du crâne et la partie adjacente de la face. L'os ethmoïde est situé à l'intérieur de la tête, à la limite du crâne et de la face. Il forme la paroi antérieure ou rostrale de la cavité du crâne et constitue en partie le fond des cavités du nez. Il est constitué d'une lame perpendiculaire, médiane et d'une lame criblée sur lesquelles sont insérées des volutes. L'os sphénoïde est l'os principal de la base interne du crâne. Il porte en outre le processus ptérygoïde formant avec l'os ptérygoïde et la lame perpendiculaire de l'os palatin une longue crête dite « ptérygopalatine ».

La face contient un os impair, le vomer et des os pairs : les os nasaux, lacrymaux, zygomatiques, ptérygoïdes, palatins, incisifs, les maxillaires et les mandibules. Le vomer forme la partie caudo-ventrale du septum nasal. Les cornets nasaux sont situés au niveau des parois latérales des cavités nasales. L'os nasal est un os plat et pair, joint sur le plan médian à son opposé pour former le plafond des cavités du nez. L'os lacrymal est un petit os plat situé au bord médio-rostral de l'orbite qu'il concourt à former. Il est enclavé entre les os frontal, nasal, zygomatique et le maxillaire. L'os zygomatique forme le bord latéro-ventral de l'orbite. Il se trouve entre l'os temporal, l'os lacrymal et le maxillaire. L'os palatin complète la voûte du palais caudalement au maxillaire et concourt à former l'ouverture gutturale de la cavité nasale. Le maxillaire est l'os le plus volumineux du massif facial. Il donne implantation aux dents molaires, prémolaires et à la canine. Complété rostralement par l'os incisif, il constitue la partie essentielle de la mâchoire supérieure. L'os incisif porte les dents incisives supérieures et la mandibule les dents inférieures. Celle-ci est le seul os mobile de la tête, elle est unie à l'os temporal par une articulation synoviale.

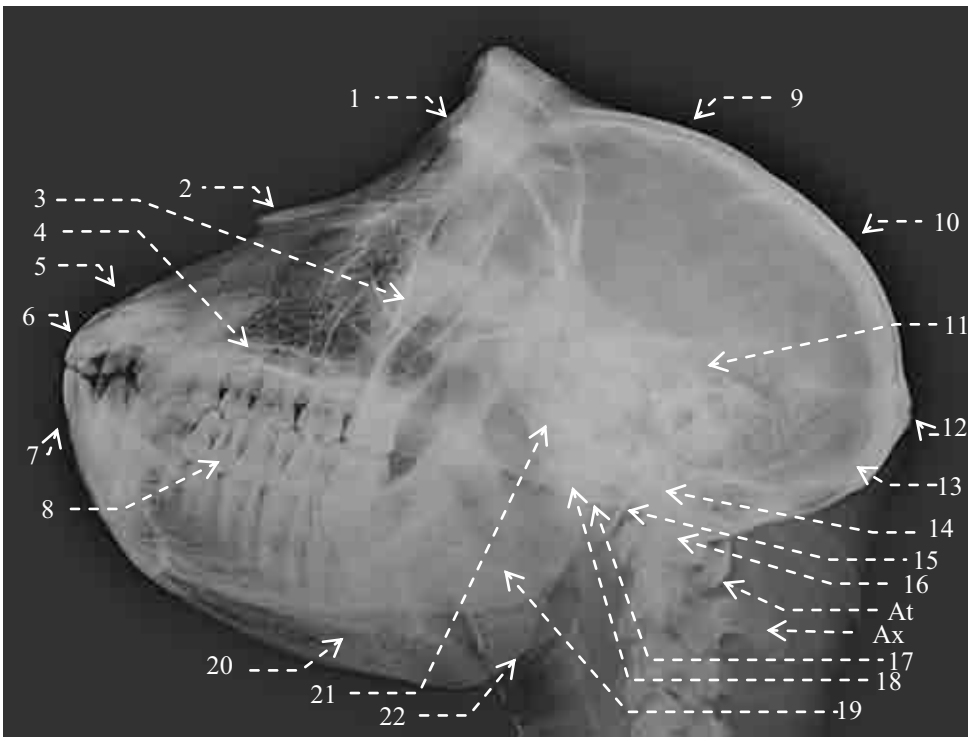


Figure 16 - Radiographie du crâne, incidence latérale

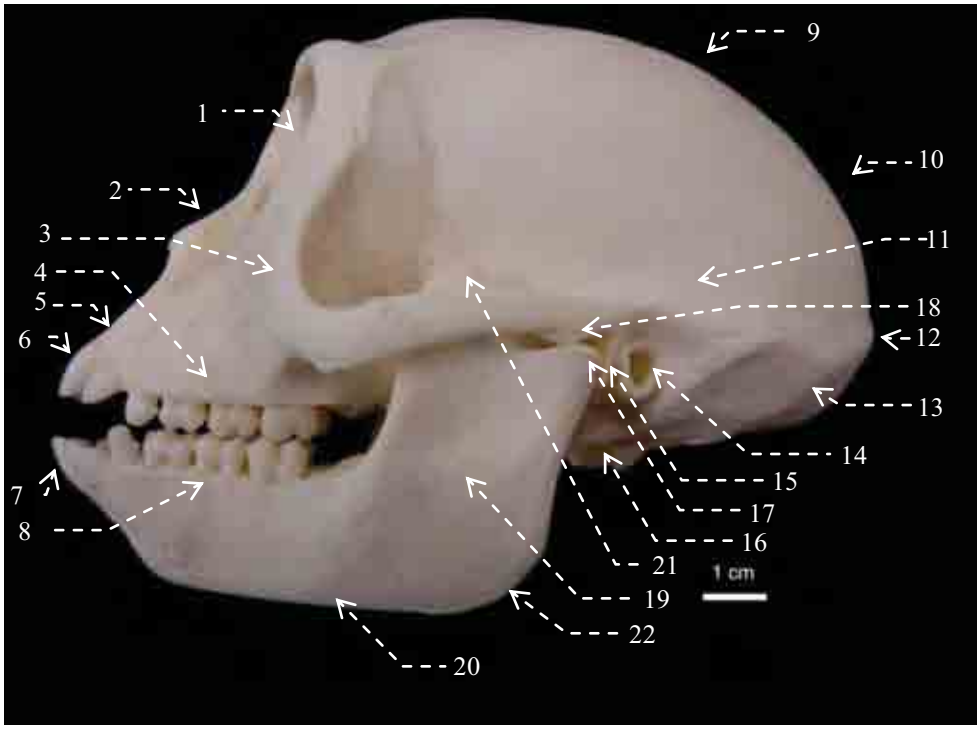


Figure 17 - Photographie du crâne, aspect latéral

1 Orbita
2 Os nasale
3 Os zygomaticum
4 Maxilla
5 Os incisivum
6-7 Dentes incisivi
8 Dens molaris
9 Os frontale
10 Os parietale
11 Os temporale
12 Protuberantia occipitalis externa
13 Os occipitale
14 Meatus acusticus externus
15 Processus post articularis
16 Condylus occipitalis
17 Processus condylaris
18 Tuber articulare
19 Ramus mandibulae
20 Corpus mandibulae
21 Processus coronoideus
22 Processus angularis
At Atlas
Ax Axis

3 - Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal. Le champ est ouvert du bout du nez à la base du crâne.

Critères de qualité

Les arcades zygomatiques sont symétriques.

La mandibule et la cavité nasale sont symétriques.

Anatomie radiographique

Cette incidence permet d'observer la cavité nasale. Séparée en deux parties par un septum nasal constitué de l'os vomer et de la lame perpendiculaire de l'ethmoïde, elle renferme les cornets nasaux et les volutes de l'ethmoïde.

Les dents et les mandibules sont aussi observables sous cette incidence. On peut distinguer le corps de la mandibule, qui porte les dents inférieures, de la branche qui s'articule à l'os temporal par une articulation synoviale. L'os zygomatique est dégagé et évaluable.

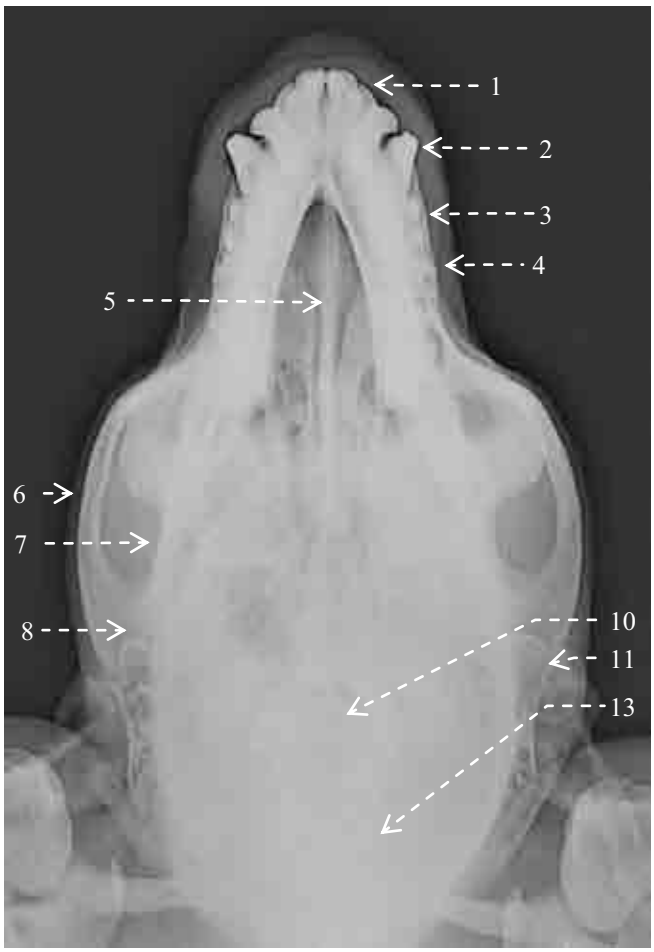
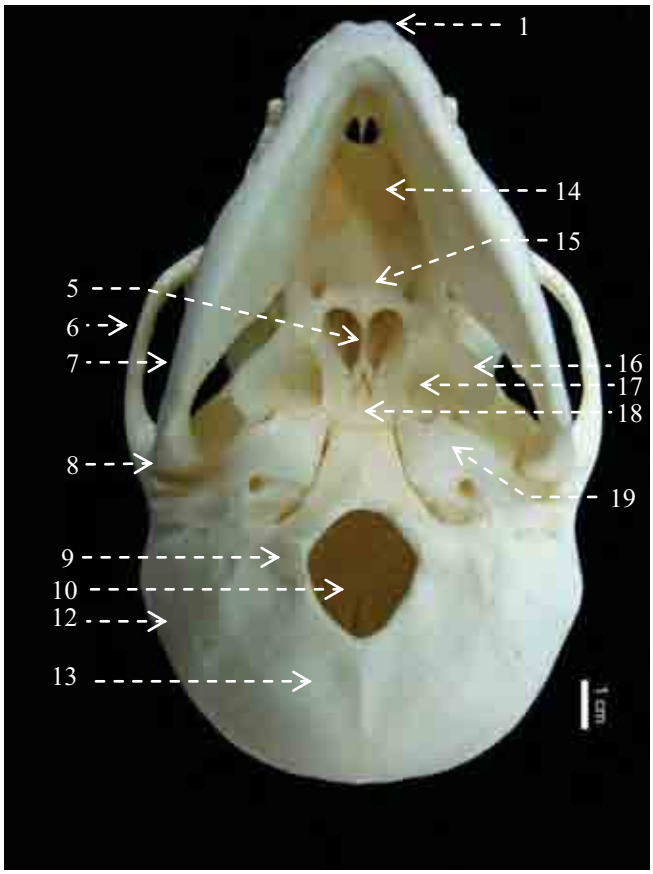


Figure 18 - Radiographie du crâne, incidence ventro-dorsale



1 Dens incisivus
2 Dens caninus
3 Dens praemolaris
4 Dens molaris
5 Os vomer
6 Os zygomaticum
7 Mandibula
8 Processus condylaris
9 Condylus occipitalis
10 Foramen magnum
11 Bulla tympanica
12 Os temporale
13 Os occipitale
14 Maxilla
15 Os palatinum
16 Processus pterygoideus
17 Fossa pterygoidea
18 Os sphenoidale
19 Pars petrosa ossis temporalis

Figure 19 - Photographie du crâne, aspect basilaire

Figure 20 - Photographie du crâne, aspect dorsal

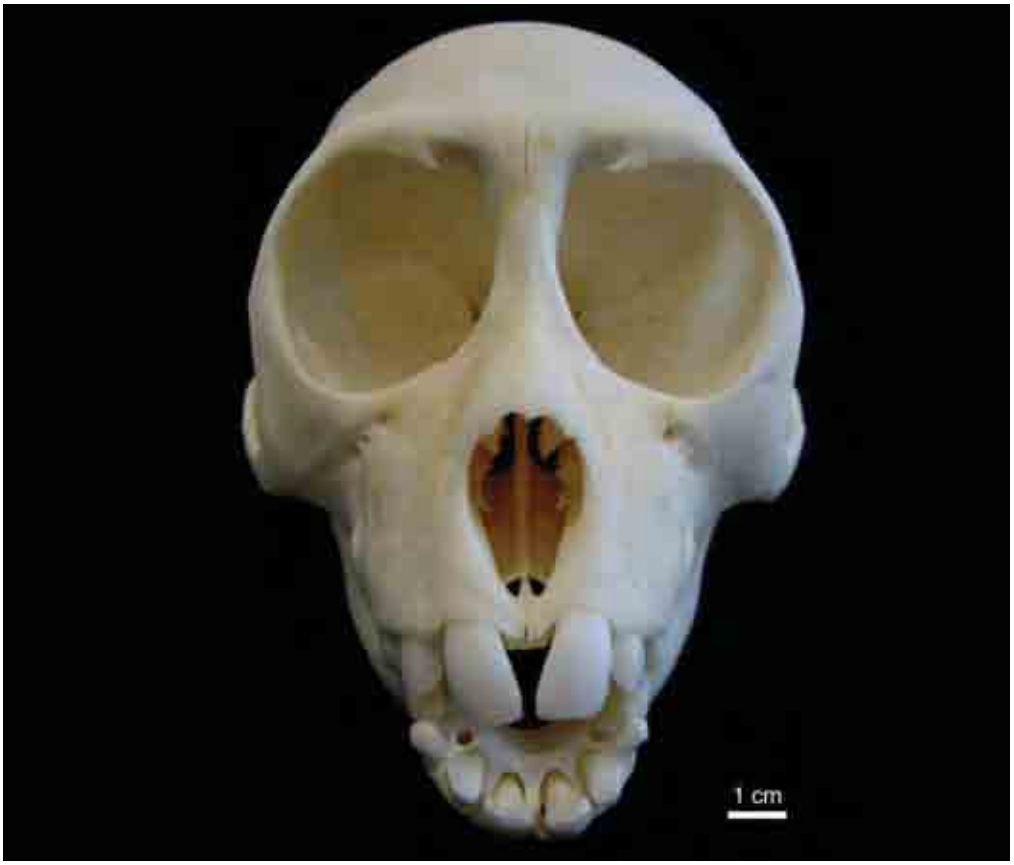


Figure 21 - Photographie du crâne, aspect rostral

B - RADIOGRAPHIES DE LA COLONNE VERTÉBRALE

1 - Technique

La radiographie de la colonne vertébrale est indiquée principalement dans le cas de douleurs à la palpation du rachis ou de troubles neurologiques d'origine médullaire. On peut effectuer ces radiographies avec ou sans préparation.

Les clichés présentés ici sont réalisés sans préparation et permettent sur le plan diagnostic de mettre en évidence des affections osseuses et/ou articulaires du rachis (fractures, luxations, spondylodiscite, blocs vertébraux, spondylose, ostéomyélite, etc...).

La radiographie avec préparation consiste en l'injection d'un produit de contraste dans l'espace sous-arachnoïdien : elle est appelée myélographie. Les clichés ainsi réalisés permettent, contrairement aux radiographies sans préparation, d'objectiver une compression médullaire.

Le plus souvent ces examens sont complétés par la tomodensitométrie ou l'imagerie par résonance magnétique nucléaire.

L'examen standard du rachis peut être réalisé par la prise de deux clichés radiographiques d'incidences orthogonales. Il doit se faire sur une longueur réduite. En effet, l'examen des espaces intervertébraux ne peut se faire correctement que lorsque l'axe des rayons X est perpendiculaire à celui de la colonne vertébrale. Les espaces intervertébraux apparaissent de plus en plus étroits lorsqu'on s'éloigne du centre de la radiographie. Une traction modérée du rachis est effectuée afin d'obtenir un alignement correct des vertèbres et afin d'agrandir artificiellement les espaces intervertébraux. Enfin on peut limiter le défaut de parallélisme entre le rachis et le film et la rotation axiale de la colonne par l'ajout de matériel radio-transparent sous le corps de l'animal. Les rayons X sont ainsi bien perpendiculaires à la colonne, ce qui permet d'obtenir une visualisation correcte des espaces intervertébraux.

2 - Région cervicale

a) Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, la tête et le cou en extension. Les membres thoraciques sont ramenés vers l'arrière afin de dégager l'entrée de la poitrine. Le faisceau de rayons X est centré au milieu du cou et le champ est ouvert entre la base du crâne et les épaules.

Critères de qualité

Les ailes de l'atlas sont superposées.

Les processus articulaires sont superposés.

Anatomie radiographique

La région cervicale est constituée de sept vertèbres et présente une dorsiflexion. Les vertèbres sont caractérisées par un corps vertébral relativement fin et un arc vertébral relativement développé. La surface crâniale de chaque corps vertébral est concave, les autres surfaces sont plutôt planes. Les foramens vertébraux sont larges et pentagonaux. La base de chaque processus transverse est traversée par le *foramen transversarium*. Les processus transverses des 4ème, 5ème et 6ème vertèbres finissent en tubercules ventral et dorsal. Le tubercule ventral de la 6ème vertèbre est particulièrement large et laminiforme. Les surfaces articulaires des processus articulaires sont plats et se touchent avec ceux de la vertèbre adjacente dans un plan oblique entre frontal et horizontal. Les espaces intervertébraux sont difficilement visibles et se présentent comme des espaces radiotransparents entre la fosse et la tête de deux vertèbres cervicales adjacentes. Pour mieux les visualiser, il est possible de réaliser des clichés en position d'hyperflexion ou d'hyperextension du cou.

La première vertèbre, l'atlas, s'articule crânialement avec les condyles occipitaux et caudalement avec la dent de l'axis. Elle apparaît plus courte que les autres vertèbres cervicales. L'arc dorsal est long. Le corps vertébral est absent et est remplacé par un arc ventral court, qui présente dorsalement une surface articulaire pour la dent de l'axis. La surface crâniale de l'atlas est longue et concave, la surface caudale est plus petite, ovale et légèrement concave. Le processus transverse est petit et sa base est traversée par le *foramen transversarium*. L'espace intervertébral entre l'atlas et l'axis est peu identifiable du fait de la présence de la dent de l'axis.

La deuxième vertèbre, l'axis, possède un processus épineux très développé. La surface crâniale porte la dent, la surface caudale est légèrement concave. Le foramen vertébral est quasiment circulaire. Les processus transverses sont courts. Les processus articulaires crâniaux sont légèrement convexes et dans un plan oblique entre l'horizontal et le sagittal. Les processus articulaires caudaux sont plats et dans un plan oblique entre le frontal et l'horizontal.

Les vertèbres suivantes ont un processus épineux plus court mais qui augmente en hauteur de la troisième à la septième vertèbre cervicale. Cette dernière présente cependant un processus épineux beaucoup plus court que la première vertèbre thoracique.

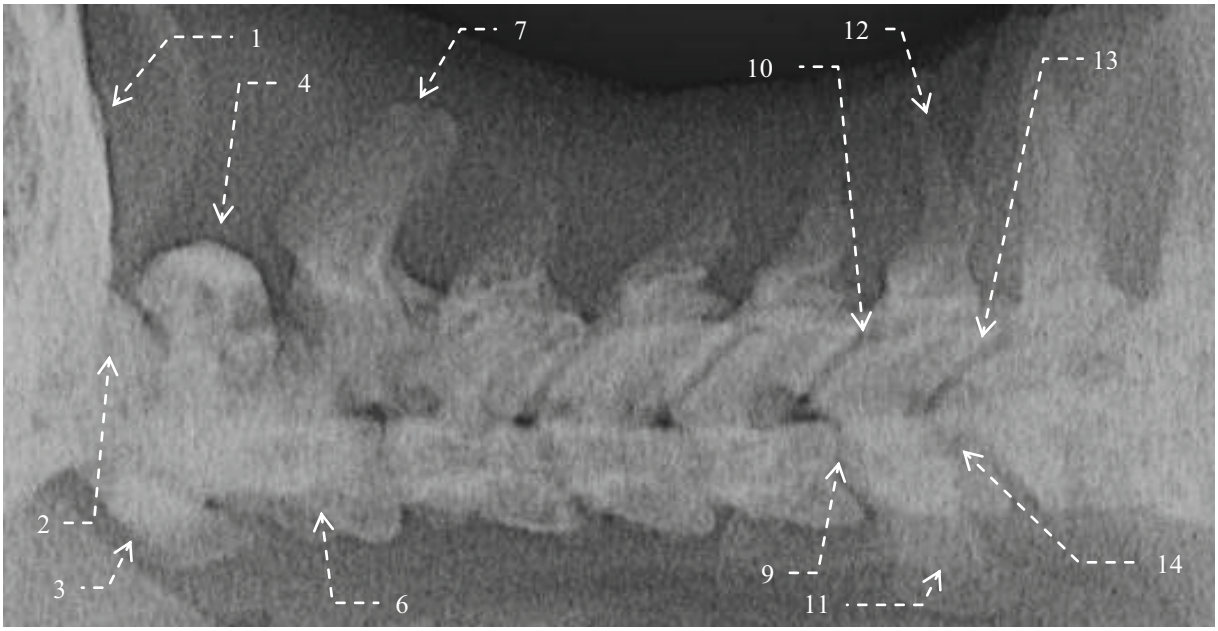


Figure 22 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence latérale

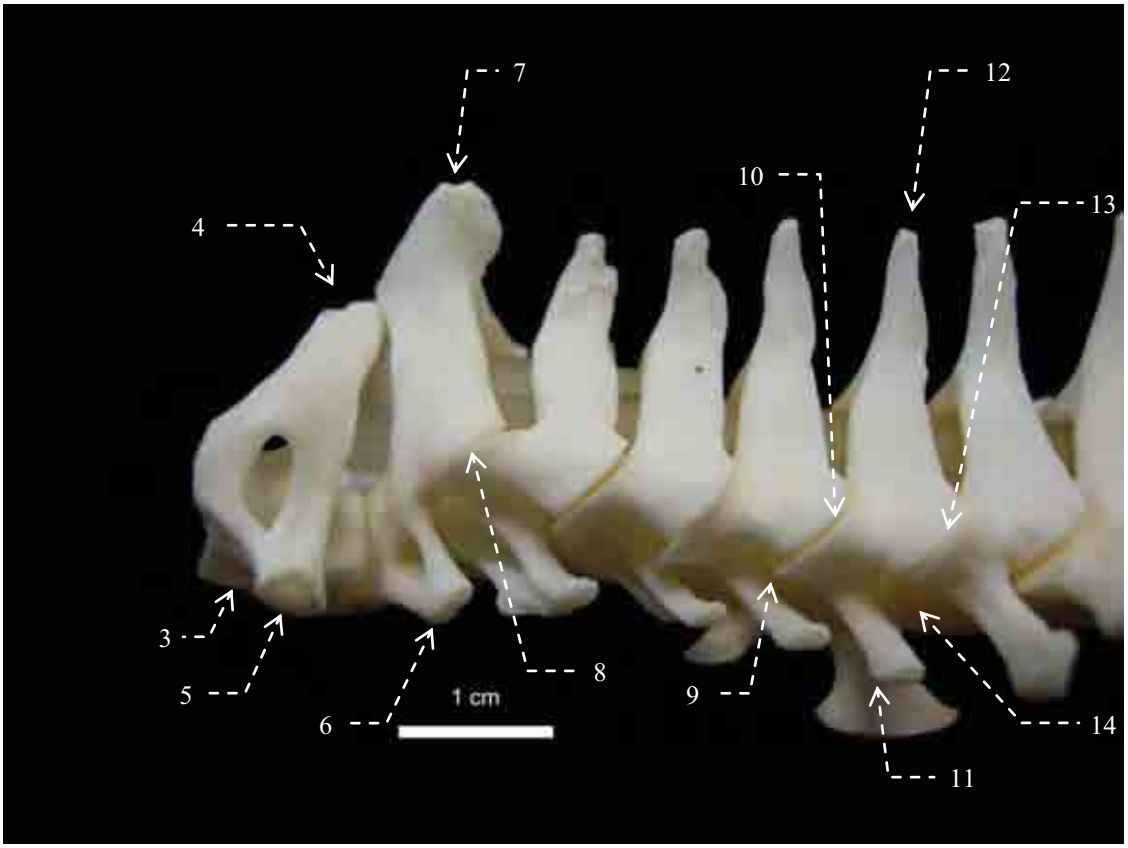


Figure 23 - Photographie des vertèbres cervicales, aspect latéral

1 Ossa cranii
2 Condylus occipitalis

ATLAS
3 Arcus ventralis
4 Arcus dorsalis
5 Processus transversus

AXIS
6 Processus transversus
7 Processus spinosus
8 Processus articularis caudalis

C VI
9 Extremitas cranialis
10 Processus articularis cranialis
11 Processus transversus
12 Processus spinosus
13 Processus articularis caudalis
14 Extremitas caudalis

b) Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, la tête et le cou en extension, sans rotation du corps. Le faisceau de rayons X est centré au milieu du cou et le champ est ouvert entre la base du crâne et les épaules.

Critères de qualité

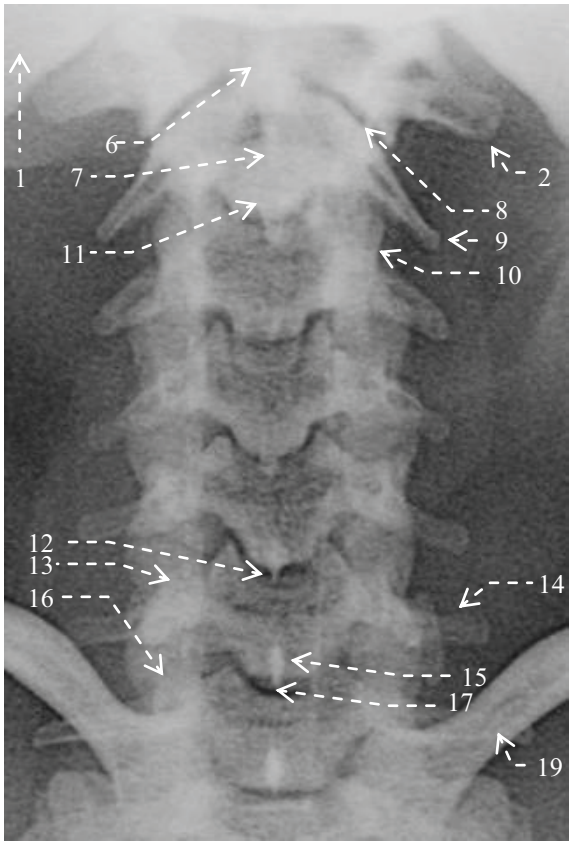
Les processus épineux se superposent au milieu des corps vertébraux.

Les processus articulaires sont symétriques.

Anatomie radiographique

L'atlas est la plus large des vertèbres cervicales. Son bord caudal a une forme très incurvée contre laquelle vient parfaitement se loger le bord crânial de l'axis.

Les vertèbres C III à C VII sont de conformation identique. Leur corps vertébral est de plus en plus petit, leur processus transverse de plus en plus long et la projection du processus épineux de plus en plus antérieure sur le corps vertébral. Les espaces intervertébraux sont bien visibles de C III à C VII.



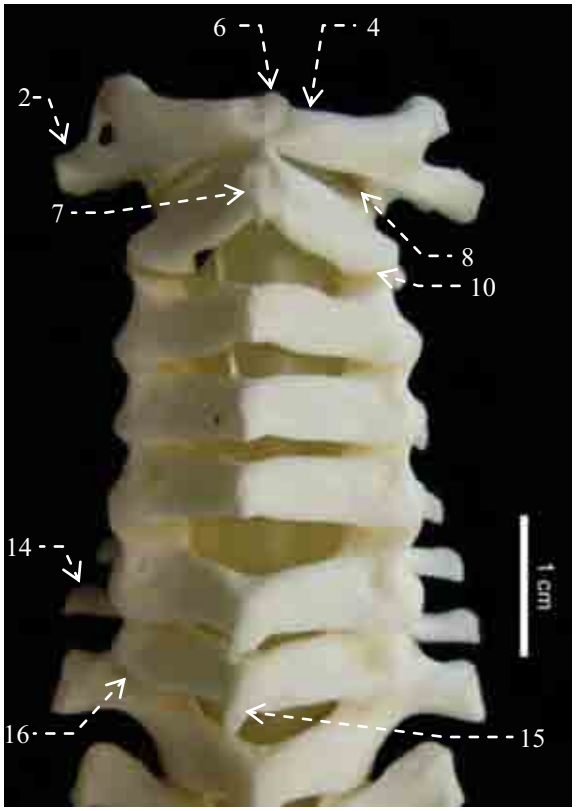
1 Ossa cranii
19 Os costale I

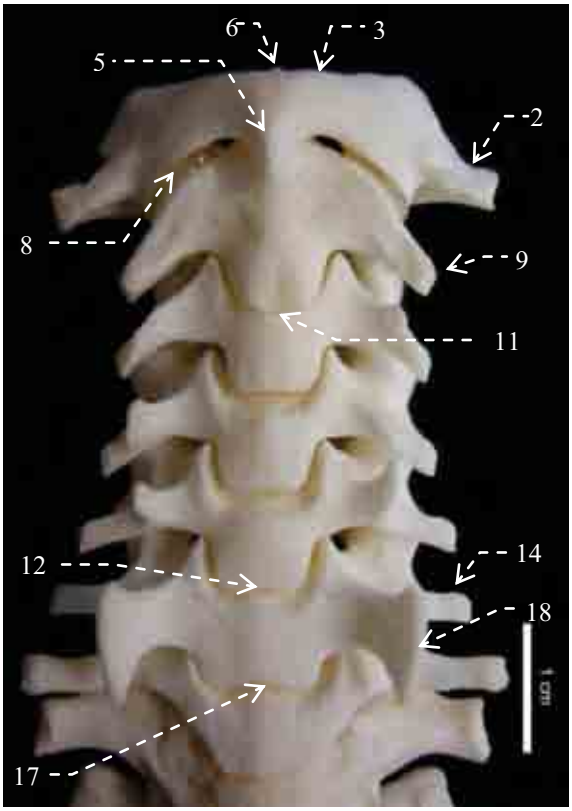
ATLAS
2 Processus transversus
3 Arcus ventralis
4 Arcus dorsalis
5 Tuberculum ventrale

AXIS
6 Dens
7 Processus spinosus
8 Processus articularis cranialis
9 Processus transversus
10 Processus articularis caudalis
11 Extremitas caudalis

C VI
12 Extremitas cranialis
13 Processus articularis cranialis
14 Processus transversus, tuberculum dorsale
15 Processus spinosus
16 Processus articularis caudalis
17 Extremitas caudalis
18 Processus transversus, tuberculum ventrale

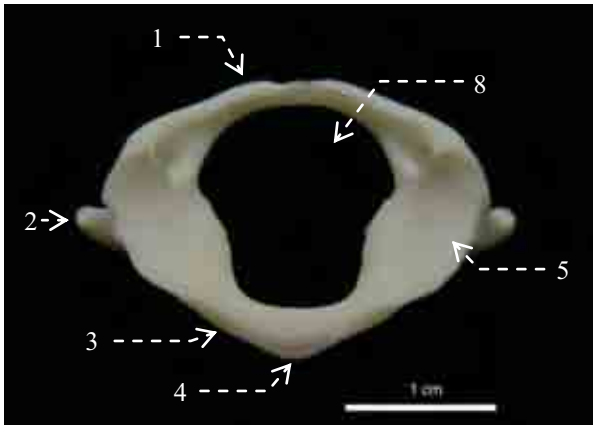
Figure 24 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence ventro-dorsale

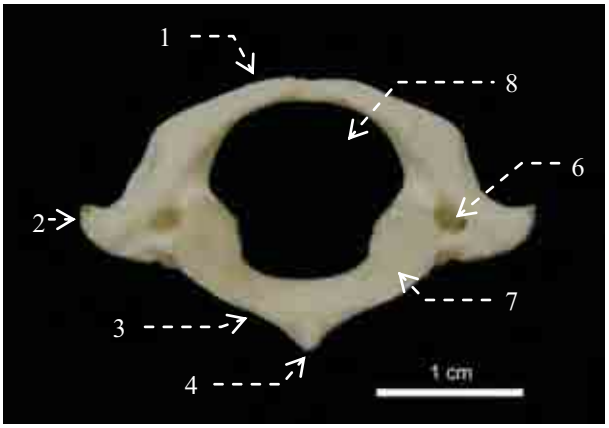




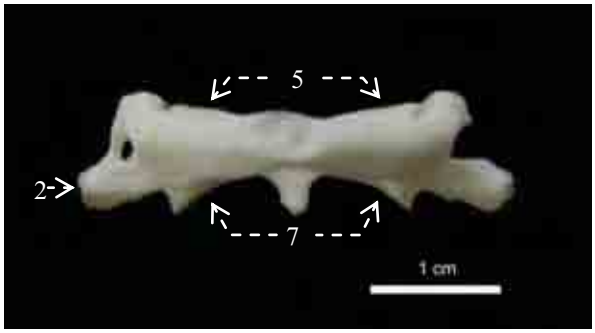
Figures 25 et 26 - Photographies des vertèbres cervicales, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)

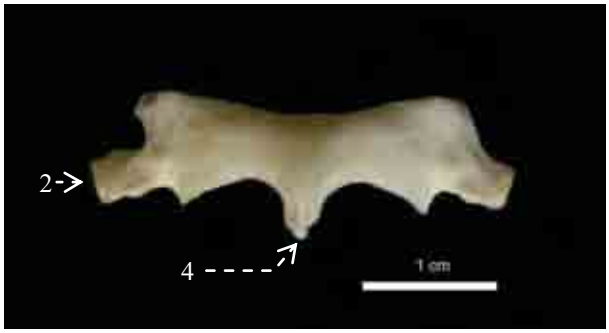
c) Description de vertèbres cervicales isolées



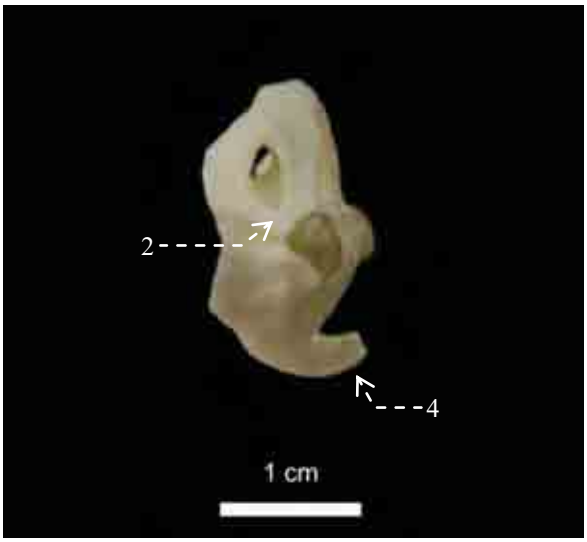


Figures 27 et 28 - Photographies de l'atlas, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)



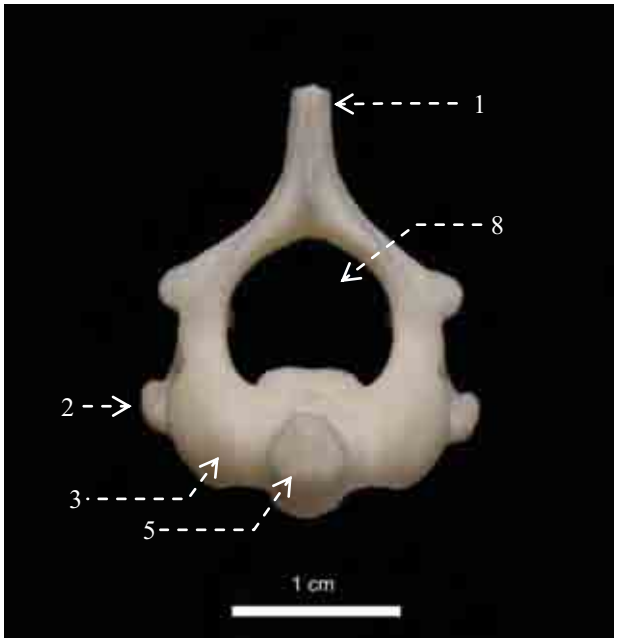


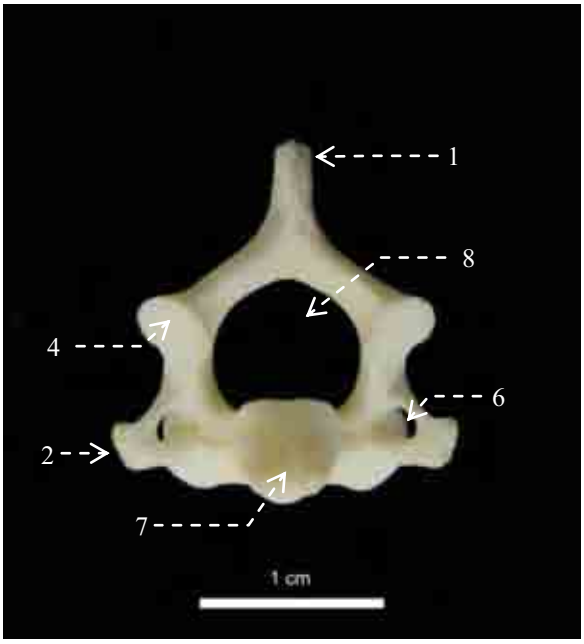
Figures 29 et 30 - Photographies de l'atlas, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)



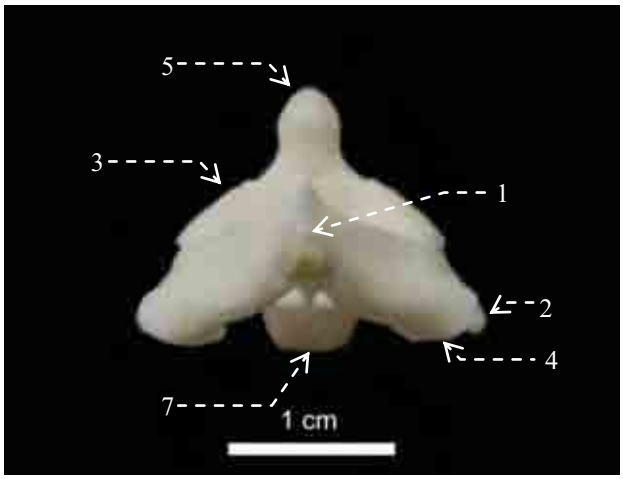
1 Arcus dorsalis
2 Processus transversus
3 Arcus ventralis
4 Tuberculum ventrale
5 Fovea articularis cranialis
6 Foramen transversarium
7 Fovea articularis caudalis
8 Foramen vertebrale

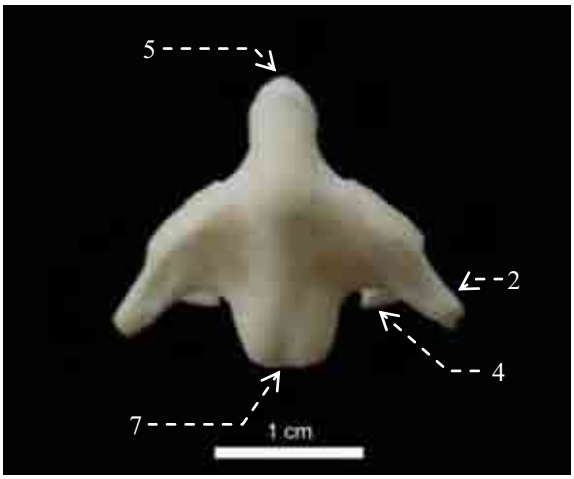
Figure 31 - Photographie de l'atlas, aspect latéral



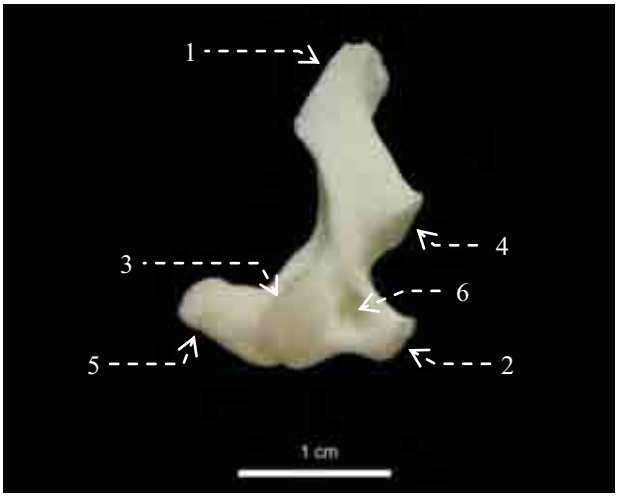


Figures 32 et 33 - Photographies de l'axis, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)



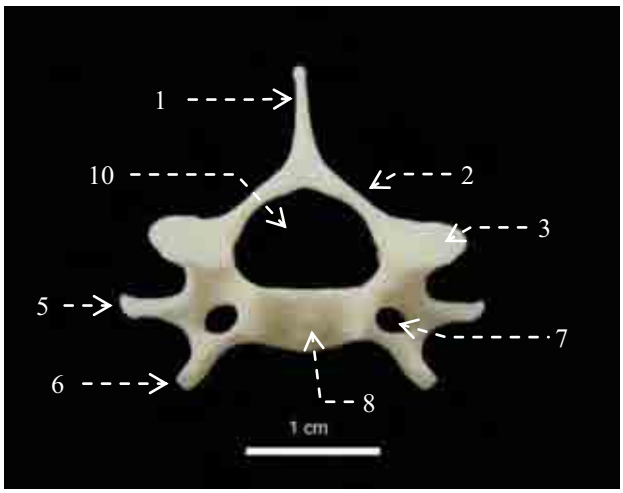


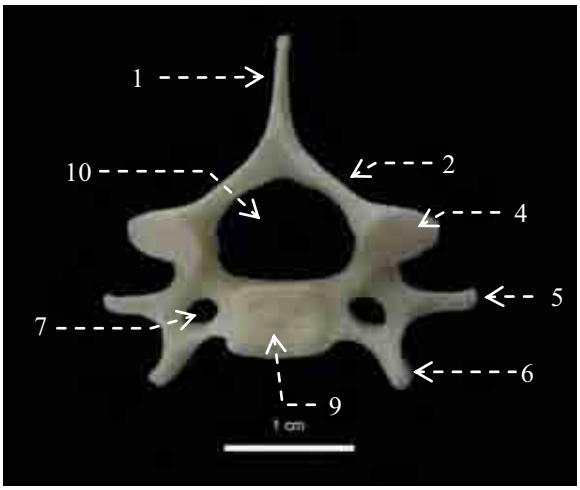
Figures 34 et 35 - Photographies de l'axis, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)



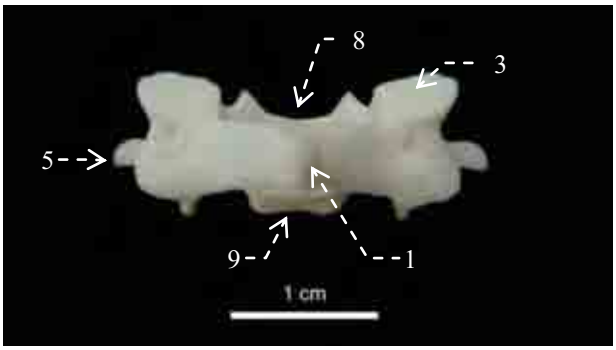
1 Processus spinosus
2 Processus transversus
3 Facies articularis cranialis
4 Processus articularis caudalis
5 Dens axis
6 Foramen transversarium
7 Extremitas caudalis
8 Foramen vertebrale

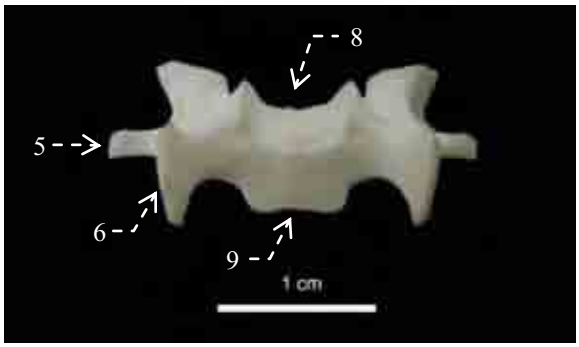
Figure 36 - Photographies de l'axis, aspect latéral



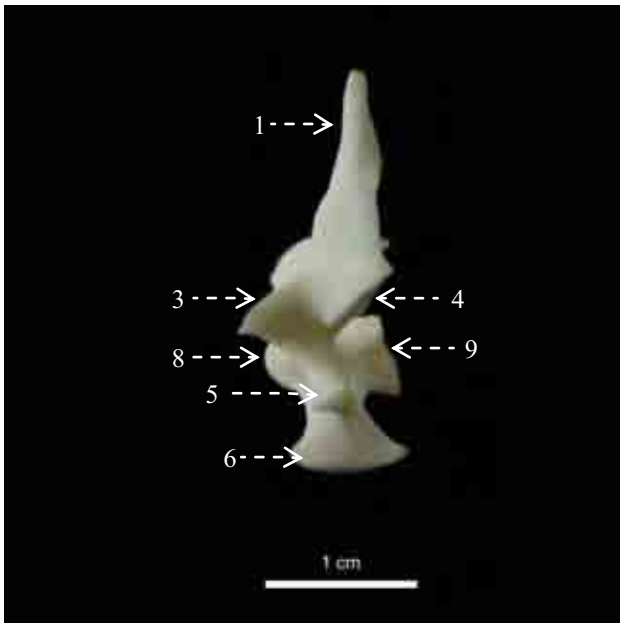


Figures 37 et 38 - Photographies de C VI, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)





Figures 39 et 40 - Photographies de C VI, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)



1 Processus spinosus
2 Arcus vertebrae
3 Processus articularis cranialis
4 Processus articularis caudalis
5 Processus transversus, tuberculum dorsale
6 Processus transversus, tuberculum ventrale
7 Foramen transversarium
8 Extremitas cranialis
9 Extremitas caudalis
10 Foramen vertebrale

Figure 41 - Photographie de C VI, aspect latéral

3 - Région thoracique

a) Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, sans rotation du corps. Les membres thoraciques sont en extension.

Critères de qualité

Les côtes sont superposées à leur base.

Anatomie radiographique

La région thoracique est constituée de douze vertèbres et présente une ventroflexion. Les vertèbres sont caractérisées par un corps relativement court et des processus épineux proéminents. Ceux-ci sont dirigés dorso-caudalement de la première à la neuvième vertèbre thoracique, le dixième est transitionnel, c'est celui de la vertèbre anticlinale et les deux derniers ont des caractéristiques de vertèbre lombaire. De T I à T XII, on constate l'allongement des corps vertébraux dans le sens cranio-caudal, ainsi que la diminution progressive de la hauteur des processus épineux. Les processus transverses sont relativement larges et, de la première à la dixième vertèbre thoracique, ils ont des facettes articulaires pour les tubercules des côtes. Les processus articulaires sont plats et se rencontrent dans un plan oblique se rapprochant de l'horizontal.

Quelle que soit la position du membre antérieur, l'opacité de la scapula recouvre toujours les trois premières vertèbres thoraciques. La projection de l'image des côtes rend très difficile la lecture des premiers interlignes articulaires crâniaux. Les espaces intervertébraux sont ensuite bien visibles. Il est important de comparer chaque espace intervertébral au précédent et au suivant. En effet, un espace intervertébral étroit entre deux espaces intervertébraux de taille normale peut être le signe d'un disque anormal.

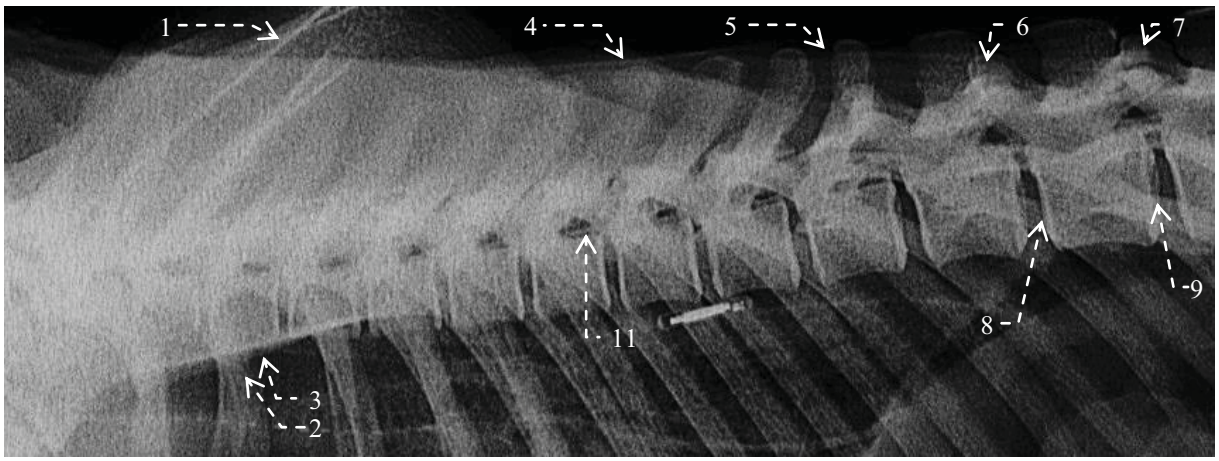


Figure 42 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence latérale

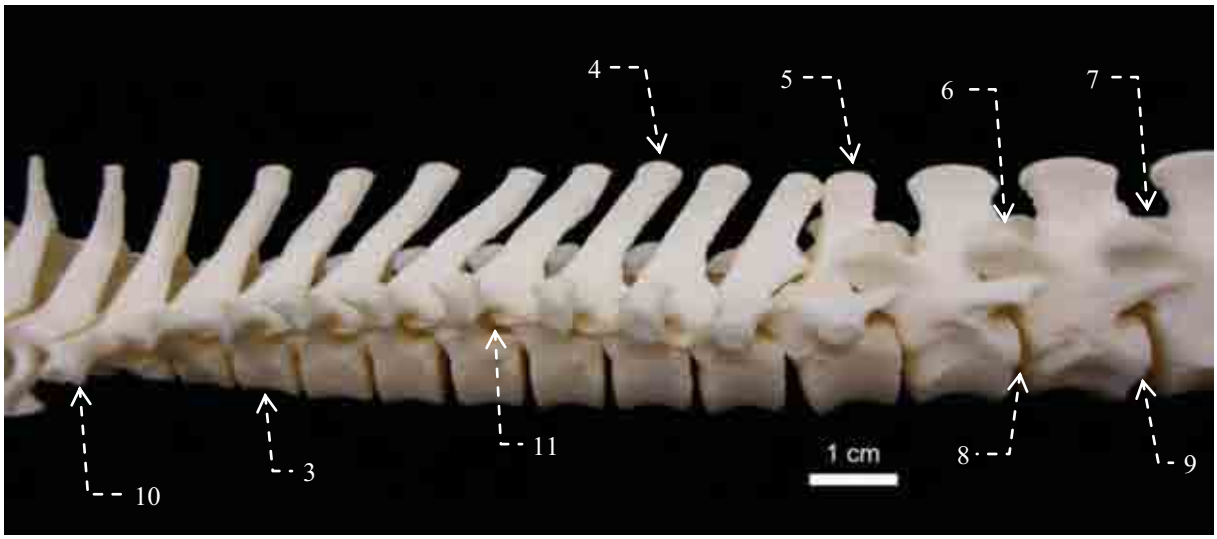


Figure 43 - Photographie des vertèbres thoraciques, aspect latéral

1 Scapula
2 Os costale III
3 T III corpus vertebrae
4 T VII processus spinosus
5 T X processus spinosus
6 T XII processus articularis cranialis
7 T XII processus articularis caudalis
8 T XII extremitas cranialis
9 T XII extremitas caudalis
10 T I processsus transversus
11 Foramen intervertebrale

b) Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, sans rotation du corps. Les membres thoraciques sont en extension. Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la colonne vertébrale thoracique et le champ est limité à la colonne vertébrale. Si l'on se trouve dans l'impossibilité d'obtenir un cliché sans rotation importante du corps dans cette position, l'incidence dorso-ventrale peut être utilisée.

Critères de qualité

Les processus épineux se superposent au milieu des corps vertébraux.

Les processus articulaires et transverses sont symétriques.

Les vertèbres et les sternèbres sont superposées.

Anatomie radiographique

Cette incidence permet de repérer les contours des corps vertébraux assez nettement. On constate leur allongement dans le sens cranio-caudal de T I à T XII. La projection des processus épineux se superpose au milieu des corps vertébraux.

Les articulations costo-vertébrales sont visualisables. Les têtes des côtes sont placées crânialement à la vertèbre thoracique de même ordre. Une côte de rang n s'articule par sa tête entre les vertèbres de rang n et n-1 et par son tubercule avec le processus transverse de la vertèbre de rang n.

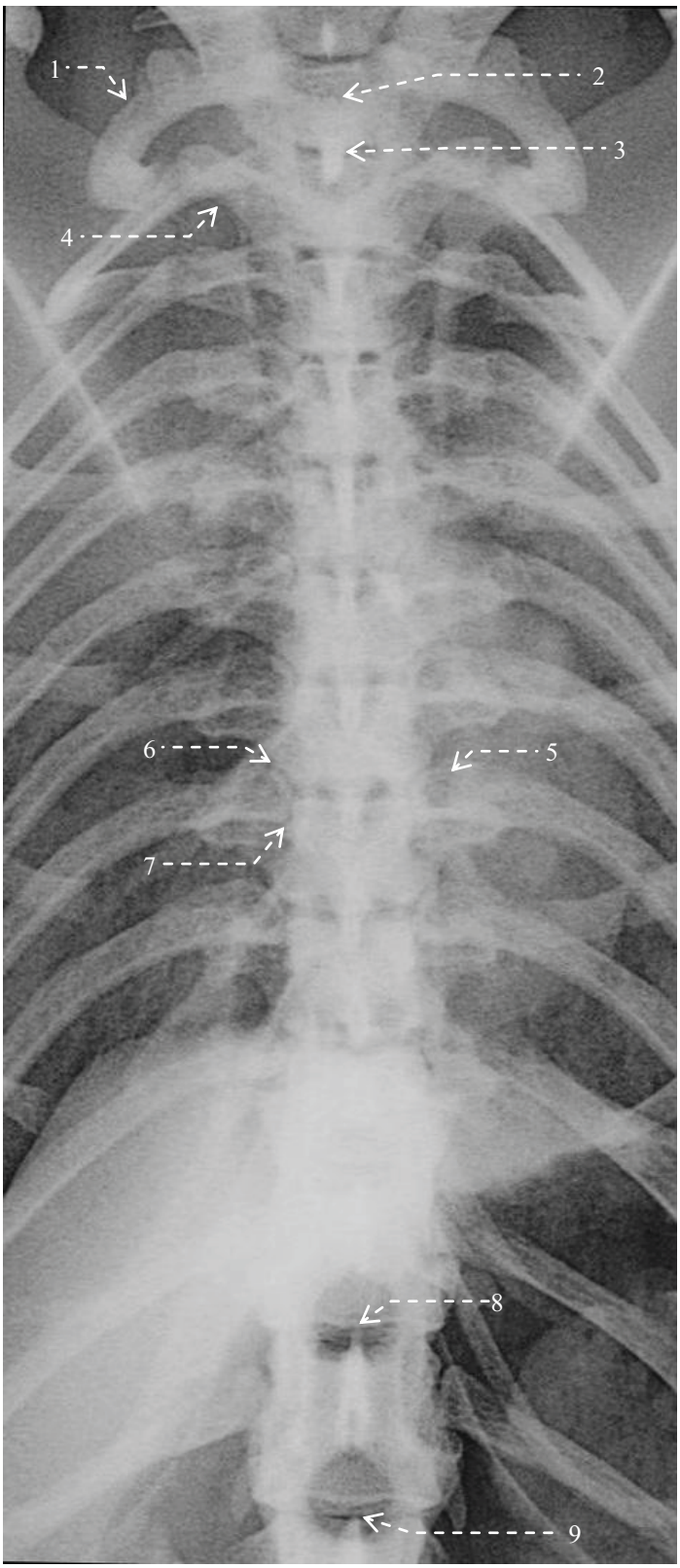
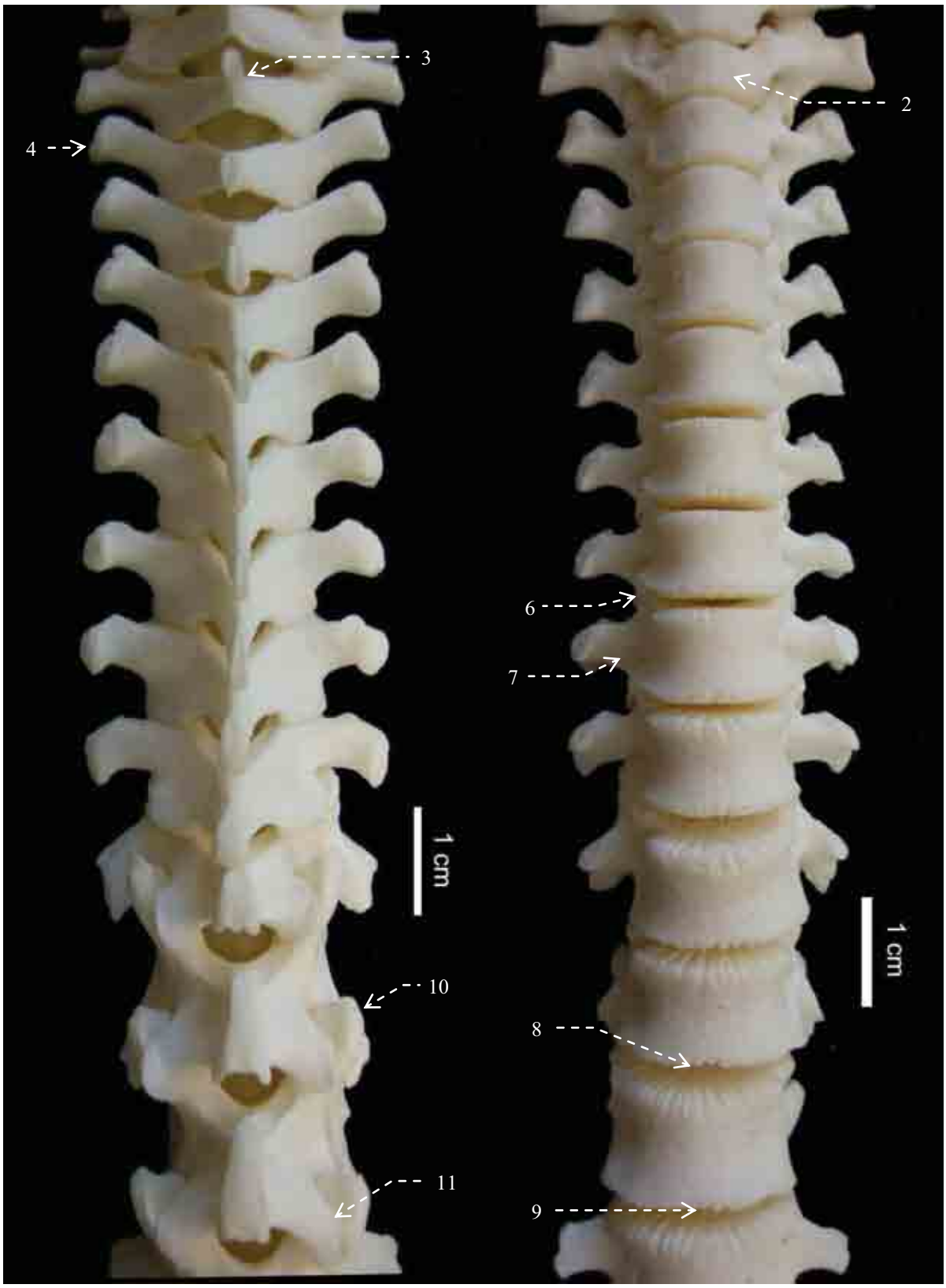


Figure 44 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence ventro-dorsale

1 Os costale I
2 T I corpus vertebrae
3 T I processus spinosus
4 T II processsus transversus
5 Caput costae VIII
6 T VII fovea costalis caudalis
7 T VIII fovea costalis cranialis
8 T XII extremitas cranialis
9 T XII extremitas caudalis



Figures 45 et 46 - Photographie des vertèbres thoraciques, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)

2 T I corpus vertebrae
3 T I processus spinosus
4 T II processsus transversus
6 T VII fovea costalis caudalis
7 T VIII fovea costalis cranialis
8 T XII extremitas cranialis
9 T XII extremitas caudalis
10 T XII processus articularis cranialis
11 T XII processus articularis caudalis

4 - Région lombaire

a) Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, sans rotation du corps. Le champ est limité à la colonne vertébrale et ouvert de la jonction thoraco-lombaire au sacrum.

Critères de qualité

Les côtes sont superposées à leur base.

Les processus articulaires sont superposés.

Les ailes des iliums sont superposées.

Anatomie radiographique

La région lombaire est constituée de sept vertèbres et présente une ventroflexion. Le foramen vertébral décroît caudalement. La taille des corps vertébraux est croissante de L I à L VI. Ils sont larges, relativement longs et réniformes. Les processus épineux sont plats et larges et montrent une légère inclinaison crâniale. Les processus transverses augmentent en taille de L I à L VI, ils sont dirigés latéralement et crânialement. Pour chaque vertèbre, le processus articulaire caudal est bien développé et répond parfaitement au processus articulaire crânial de la vertèbre suivante, dans un plan oblique tendant vers le sagittal. Les espaces intervertébraux sont nettement visibles.

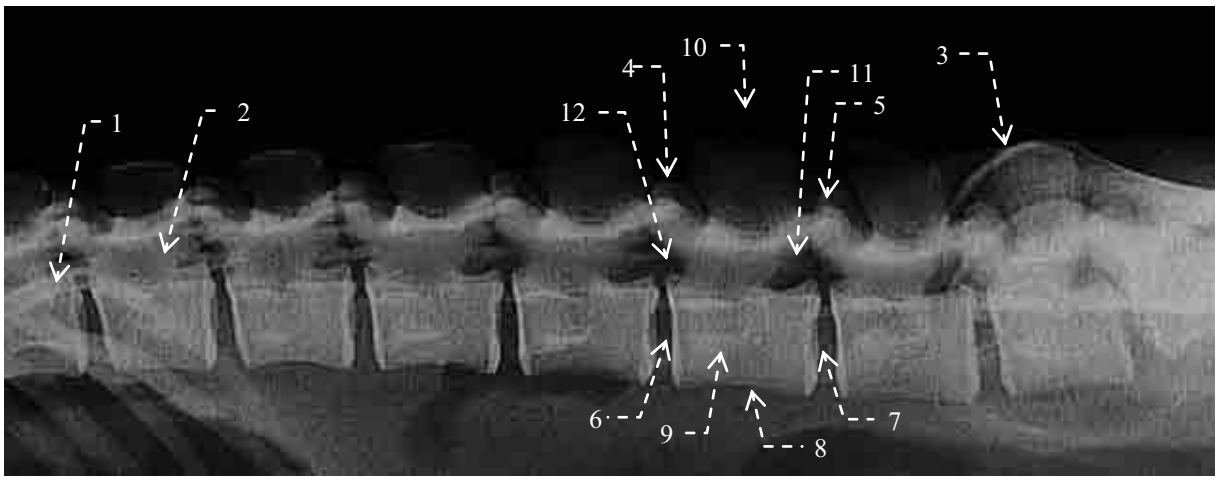


Figure 47 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence latérale

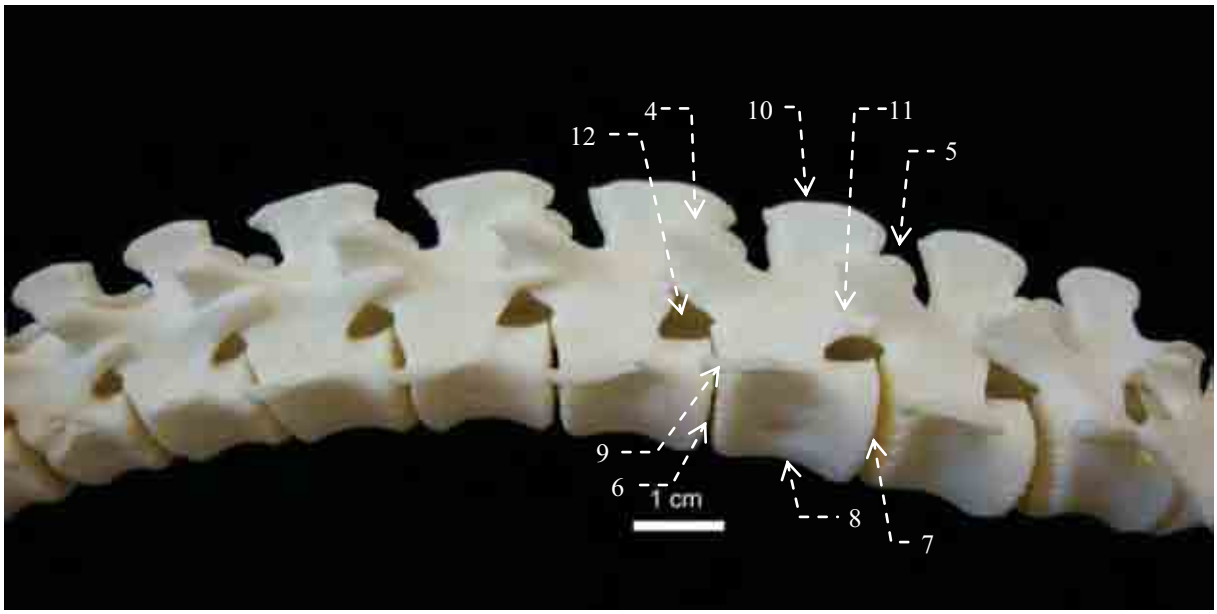


Figure 48 - Photographie des vertèbres lombaires, aspect latéral

L V

1 Os costale XII
2 L I canalis vertebralis
3 Os ilium
4 Processus articularis cranialis
5 Processus articularis caudalis
6 Extremitas cranialis
7 Extremitas caudalis
8 Corpus vertebrae
9 Processsus transversus
10 Processus spinosus
11 Processus accessorius
12 Foramen intervertebrale

b) Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, sans rotation du corps. Les membres thoraciques sont en flexion le long du thorax et les membres pelviens en abduction. Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la colonne vertébrale lombaire. Le champ est limité à la colonne vertébrale.

Critères de qualité

Les processus épineux se superposent au milieu des corps vertébraux.

Les processus articulaires et transverses sont symétriques.

Anatomie radiographique

Cette incidence permet de repérer les contours des corps vertébraux assez nettement. On constate leur allongement dans le sens cranio-caudal de L I à L VI. Leur forme est globalement rectangulaire et présente des bords latéraux légèrement concaves. Ces bords latéraux portent les processus transverses qui augmentent en taille de L I à L VI. Ils sont dirigés latéralement et crânialement.

L VII s'inscrit dans un carré, son corps est plus court que les vertèbres précédentes et ses processus transverses sont bien développés mais plus courts que ceux des vertèbres précédentes.

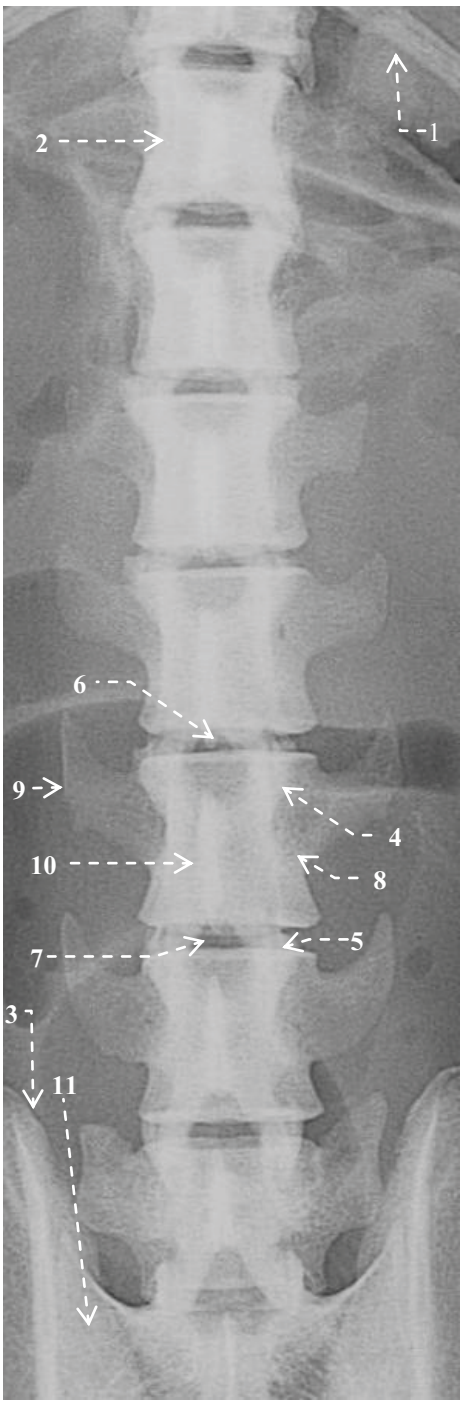
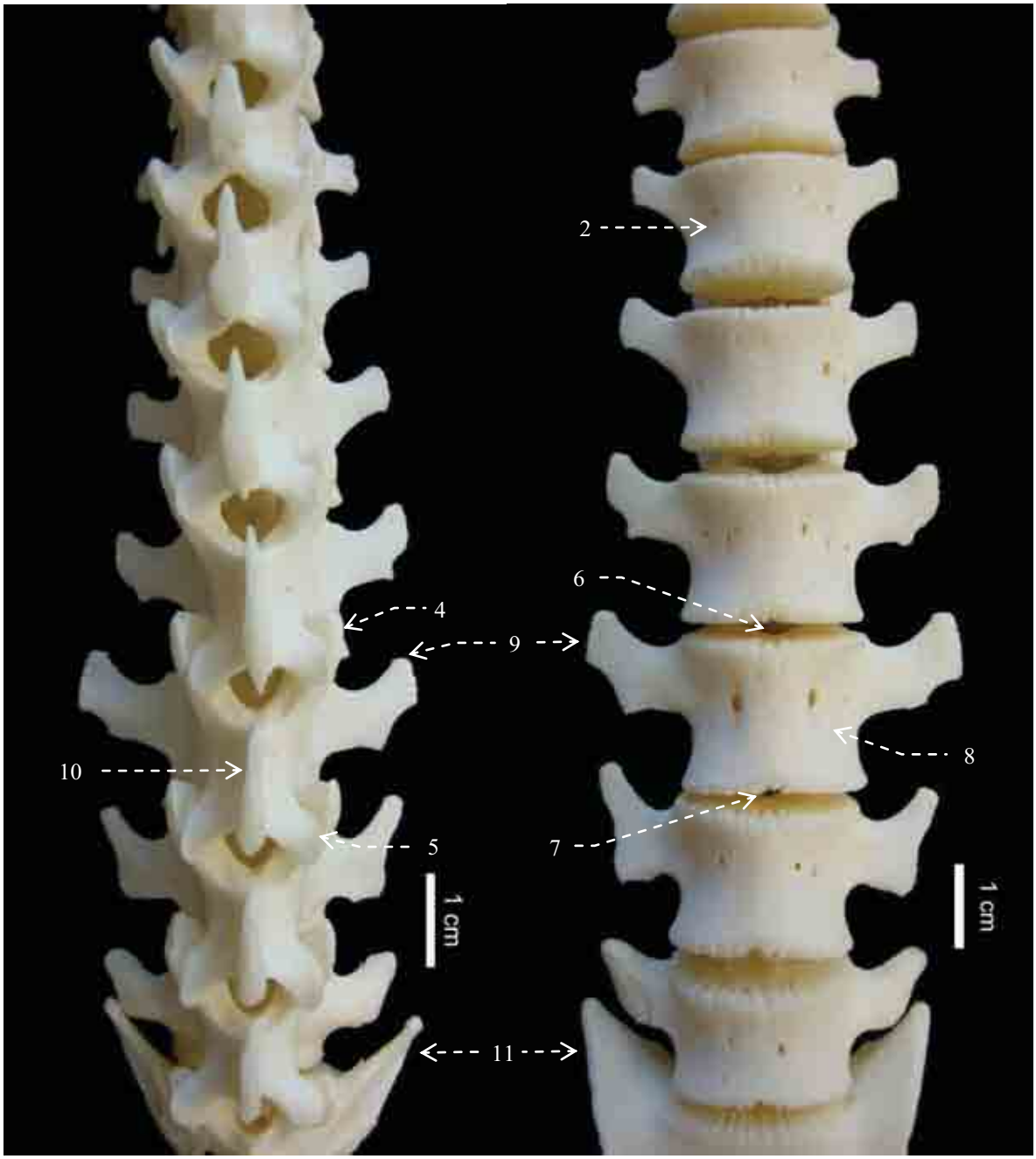


Figure 49 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence ventro-dorsale

L V

1 Os costale XII
2 L I corpus vertebrae
3 Os ilium
4 Processus articularis cranialis
5 Processus articularis caudalis
6 Extremitas cranialis
7 Extremitas caudalis
8 Corpus vertebrae
9 Processsus transversus
10 Processus spinosus
11 Ala ossis sacri

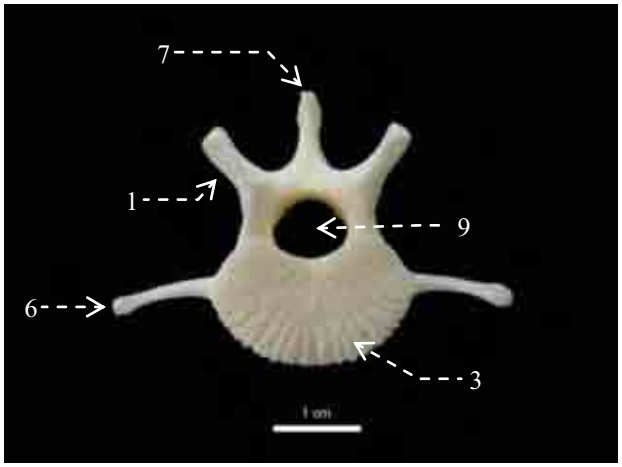


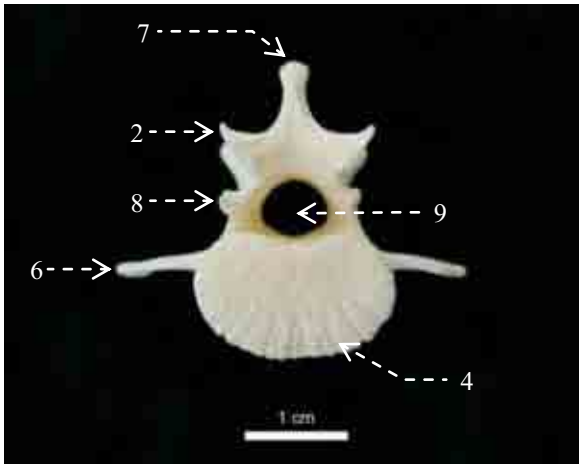
Figures 50 et 51 - Photographies des vertèbres lombaires, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)

L V

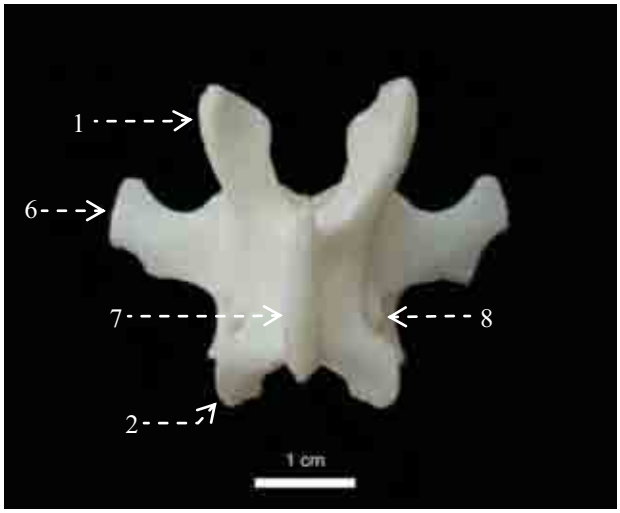
2 L I corpus vertebrae
4 Processus articularis cranialis
5 Processus articularis caudalis
6 Extremitas cranialis
7 Extremitas caudalis
8 Corpus vertebrae
9 Processsus transversus
10 Processus spinosus
11 Ala ossis sacri

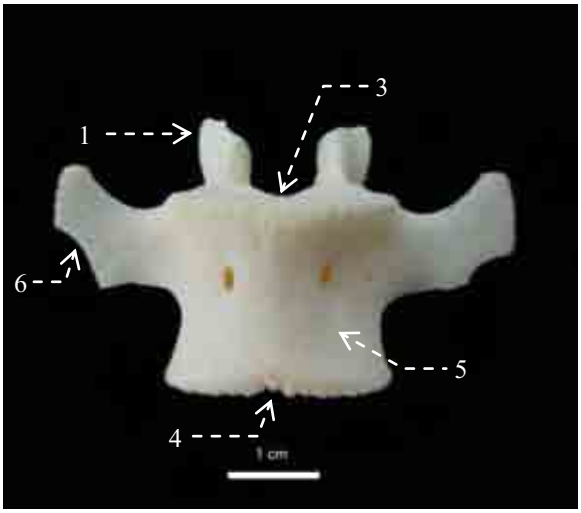
c) Description d'une vertèbre lombaire isolée



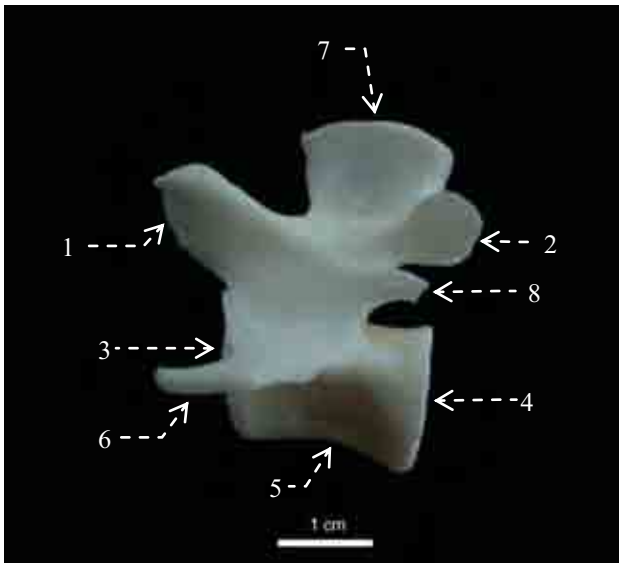


Figures 52 et 53 - Photographies de L V, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)





Figures 54 et 55 - Photographies de L V, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)



1 Processus articularis cranialis
2 Processus articularis caudalis
3 Extremitas cranialis
4 Extremitas caudalis
5 Corpus vertebrae
6 Processsus transversus
7 Processus spinosus
8 Processus accessorius
9 Foramen vertebrale

Figure 56 - Photographie de L V, aspect latéral

5 - Région sacrée

a) Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, sans rotation du corps. Le champ est limité à la colonne vertébrale et ouvert de la jonction lombo sacrée à la jonction sacro-coccygienne.

Critères de qualité

Les ailes des iliums sont superposées.

Anatomie radiographique

Le sacrum représente la fusion de trois vertèbres et présente une légère dorsiflexion. Dans la région des deux premières vertèbres le sacrum est fortement étendu latéralement, formant deux larges ailes. Les deux premiers tiers crâniaux des ailes sont rugueux, tandis que le troisième tiers est occupé par la surface articulaire iliaque. Celle-ci est réniforme, avec un grand axe essentiellement transverse.

Les faces dorsale et latérale peuvent être décrites comme une même et unique face. En son milieu se trouve la crête sacrée médiale formée par les processus épineux. Le premier processus est très large, les suivants plutôt petits. De chaque côté de la ligne du milieu se trouvent les crêtes sacrées intermédiaires formées par les processus articulaires. Le processus crânial de la première vertèbre et le processus caudal de la dernière vertèbre sont peu modifiés. Les autres processus articulaires sont fusionnés chez l'adulte. Sur cette face dorso-latérale, on retrouve deux paires de foramens sacrés. Latéralement aux foramens se trouvent les crêtes sacrées latérales formées par les processus transverses.

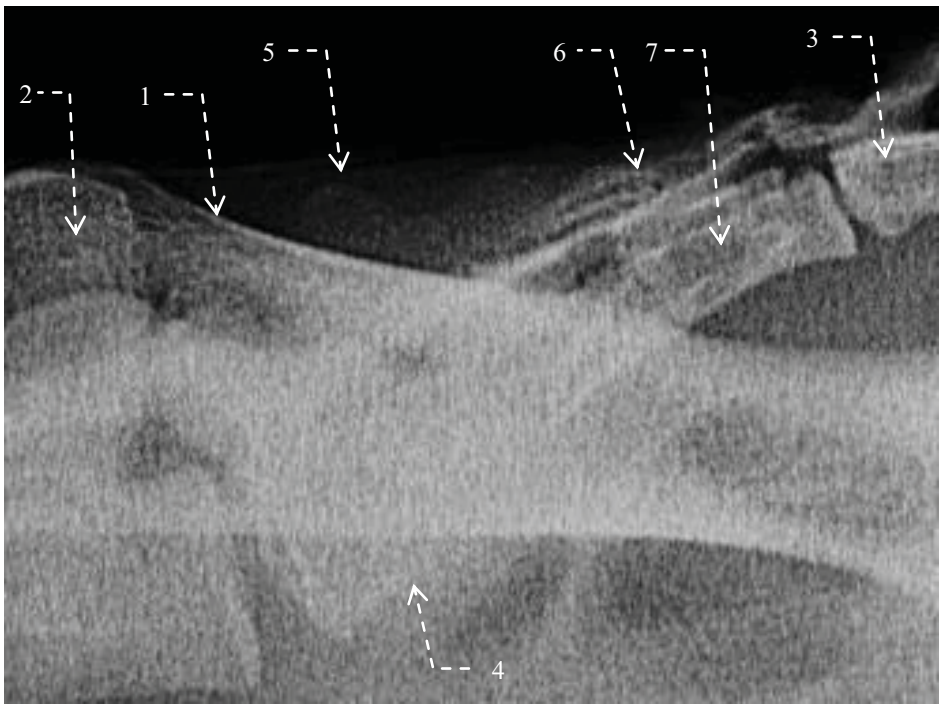


Figure 57 - Radiographie du sacrum, incidence latérale

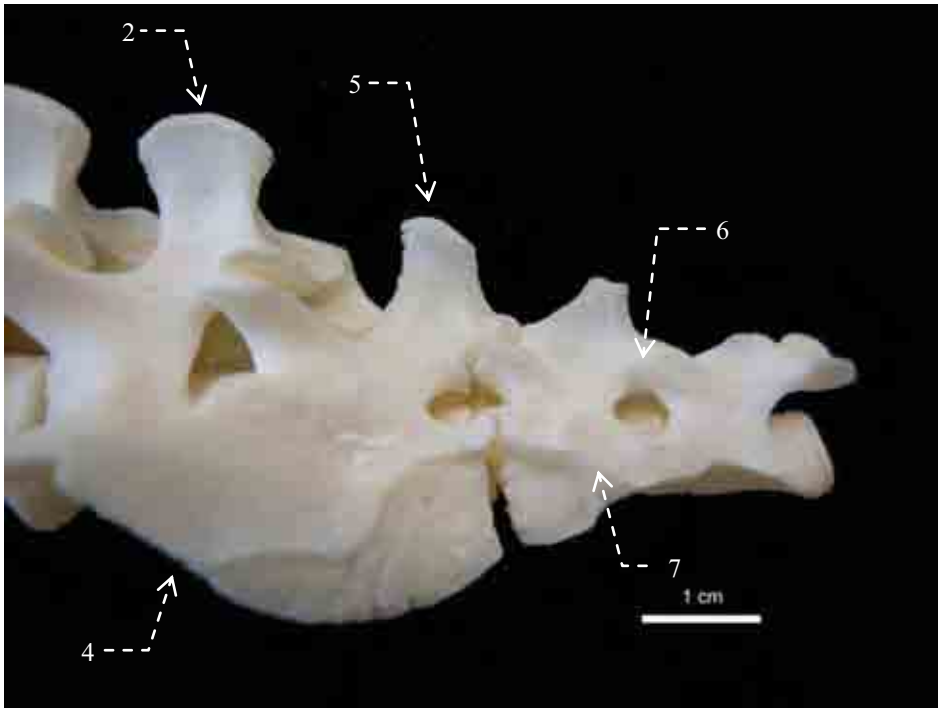


Figure 58 - Photographie du sacrum, aspect latéral

1 Os ilium
2 LVII processus spinosus
3 C I corpus vertebrae
4 Ala ossis sacri
5 Processus spinosus (Crista sacralis medialis)
6 Processsus articularis (Crista sacralis intermedia)
7 Processus transversus (Crista sacralis lateralis)

b) Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, sans rotation du corps. Les membres thoraciques sont en flexion le long du thorax et les membres pelviens en abduction. Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la colonne vertébrale sacrée. Le champ est ouvert jusqu'aux iliums.

Critères de qualité

Les processus épineux se superposent au milieu des corps vertébraux.

Les processus articulaires et transverses sont symétriques.

Anatomie radiographique

Sur cette incidence, les crêtes sacrées de la face dorso-latérale du sacrum sont identifiables. Les ailes du sacrum sont larges et s'articulent latéralement aux iliums.

La face pelvienne du sacrum est lisse, uniquement interrompue par les deux paires de foramens sacrés et les lignes transverses.

La face crâniale présente la base du sacrum, l'ouverture crâniale du canal sacré, les processus articulaires crâniaux et les bords crâniaux des ailes du sacrum.

La face caudale présente l'apex du sacrum, l'ouverture caudale du canal sacré et les processus articulaires caudaux.

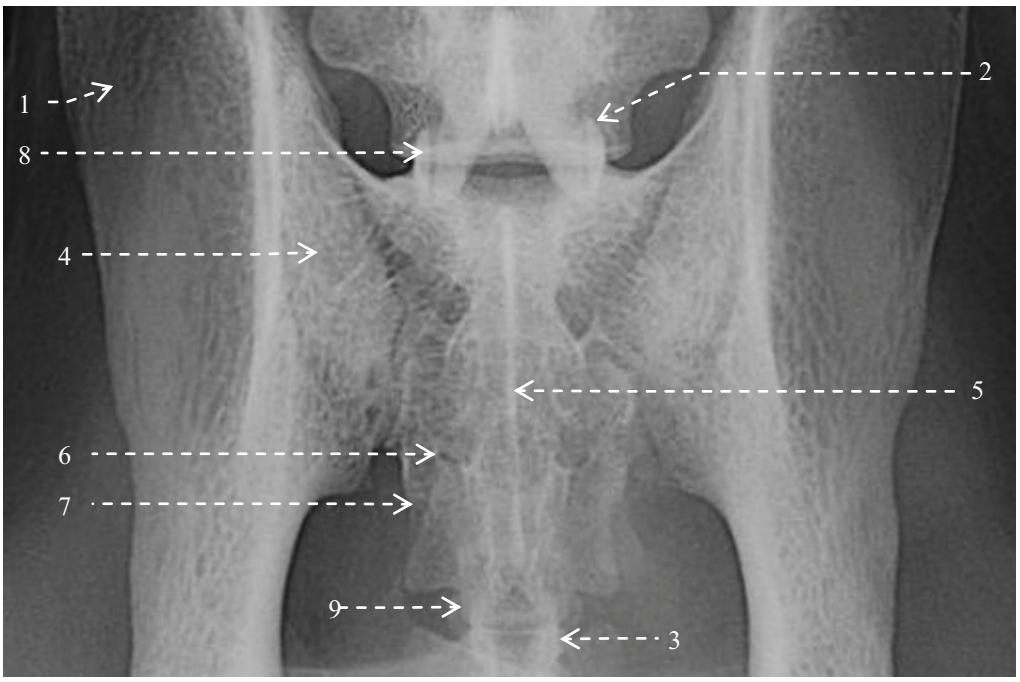
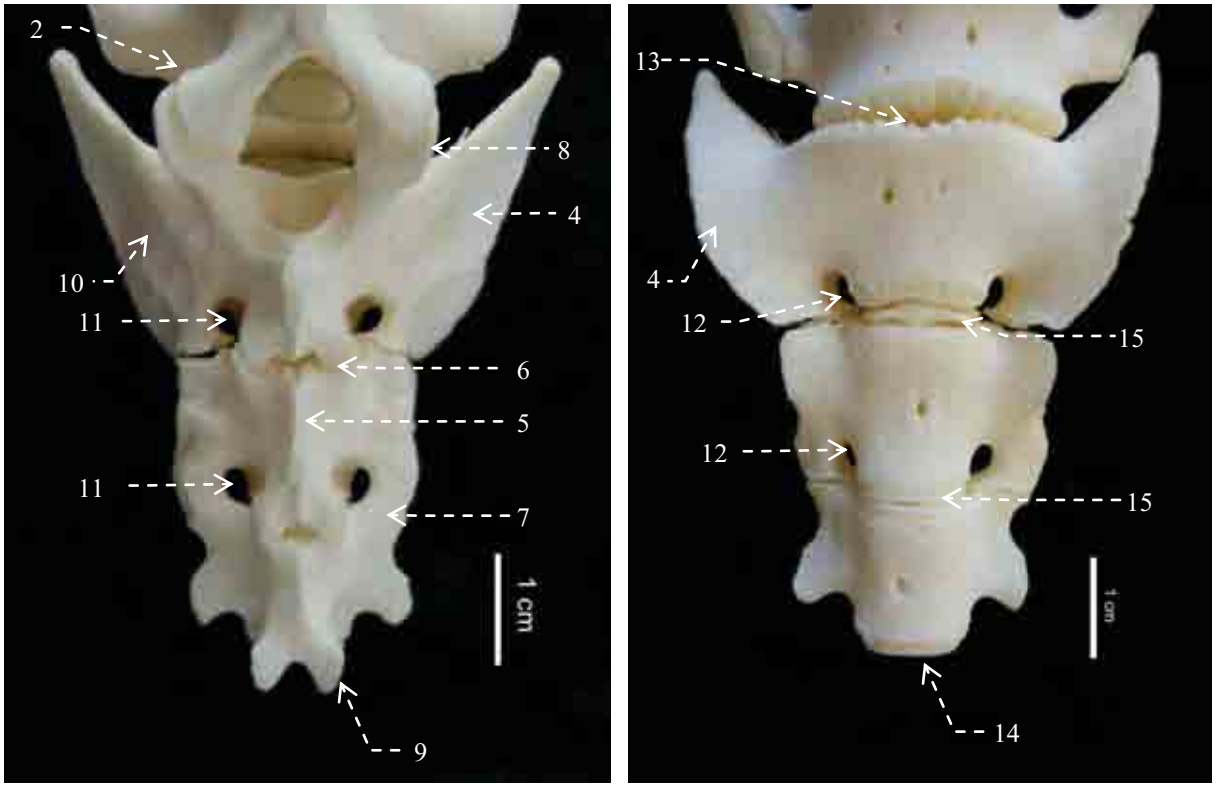


Figure 59 - Radiographie du sacrum, incidence ventro-dorsale



Figures 60 et 61 - Photographies du sacrum, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)

1 Os ilium
2 L VII processus articularis caudalis
3 C I processus articularis cranialis
4 Ala ossis sacri
5 Crista sacralis medialis
6 Crista sacralis intermedia
7 Crista sacralis lateralis
8 Processus articularis cranialis
9 Processus articularis caudalis
10 Facies auricularis
11 Foramina sacralia dorsalia
12 Foramina sacralia pelvina
13 Basis ossis sacri
14 Apex ossis sacri
15 Linea transversae

6 - Région caudale

a) Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral. Le champ est limité à la colonne vertébrale et ouvert de la jonction sacro-coccygienne à la dernière vertèbre caudale voulue.

Critères de qualité

Les vertèbres caudales sont alignées sans rotation.

Anatomie radiographique

Le nombre de vertèbres caudales est de vingt en moyenne et peut varier d'un individu à l'autre. Il est de dix-sept chez notre spécimen. Plus elles sont caudales, plus elles sont petites et modifiées. Il y a peu d'intérêt de s'y intéresser en détail. Seules les premières vertèbres sont complètes et ressemblent à celles des segments présacrés. Leur corps est long, cylindroïde et étranglé en son milieu. On retrouve un processus épineux rudimentaire sur les deux premières, un foramen vertébral sur les quatre premières, des processus articulaires sur les quatre premières et des processus transverses sur les cinq premières. Les dernières vertèbres de la queue sont réduites à de simples petites pièces en forme de sablier, étranglées en leur milieu et élargies à leurs extrémités.

En regard des faces ventrales des premières vertèbres caudales se trouvent les processus hémaux. Ce sont des vestiges des lames ventrales.

Figure 62 - Radiographie des vertèbres caudales (début), incidence latérale

Figure 63 - Photographie des vertèbres caudales (début), aspect latéral

Figure 64 - Radiographie des vertèbres caudales (fin), incidence latérale

1 Sacrum crista sacralis intermedia
2 Processus hémal
3 C XI corpus vertebrae
4 C I processus articularis cranialis
5 C I processus articularis caudalis
6 C I processus transversus

b) Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

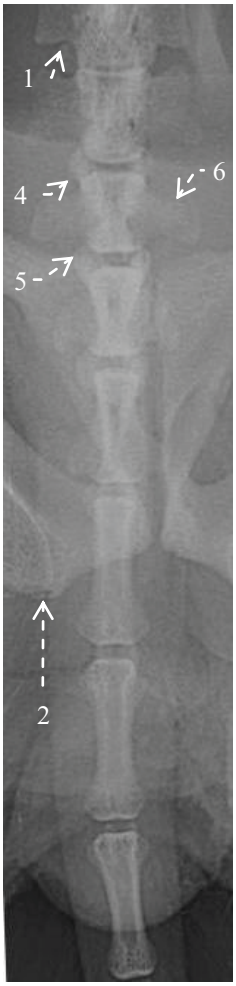
L'animal est placé en décubitus dorsal, sans rotation. Le champ est limité à la colonne vertébrale et ouvert de la jonction sacro-coccygienne à la dernière vertèbre caudale voulue.

Critères de qualité

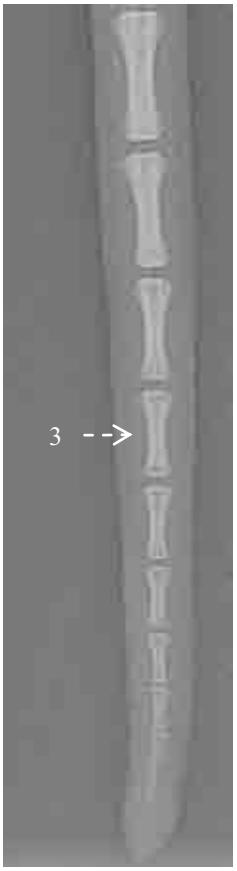
Les vertèbres caudales sont alignées sans rotation.

Anatomie radiographique

Sur cette incidence, on peut voir que la jonction entre la quatrième et la cinquième vertèbre caudale est sur le plan des tubérosités ischiatiques.



Figures 67 et 68 - Photographies des vertèbres caudales, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite)



Figures 65 et 66 - Radiographies des vertèbres caudales, début (en haut) et fin (en bas), incidence ventro-dorsale

1 Os sacrum
2 Tuber ischiadicum
3 C XI corpus vertebrae
4 C I processus articularis cranialis
5 C I processus articularis caudalis
6 C I processsus transversus

C - RADIOGRAPHIES DU SQUELETTE APPENDICULAIRE

1 - Technique

La radiographie du squelette appendiculaire est indiquée dans de nombreux cas tels que traumatismes, boiteries, douleur ou déformation d'un membre. Lors de l'interprétation il faudra porter une attention tant au tissu osseux qu'aux tissus mous.

L'examen radiographique du squelette appendiculaire est centré soit sur des os, soit sur des articulations. Lors de radiographies d'un os entier, il est nécessaire d'obtenir au minimum deux projections orthogonales, les articulations proximale et distale devant être incluses dans le cliché. Lors de radiographies d'une articulation, on s'efforcera d'inclure une portion osseuse de part et d'autre de cette articulation. Pour des structures complexes comme le carpe ou le tarse où de nombreuses structures se superposent, il est conseillé de réaliser des projections obliques en plus des projections classiques.

Lors de la prise de clichés, il est important de s'assurer que la structure osseuse ou articulaire à radiographier est le plus près possible de la cassette de manière à éviter le flou géométrique. Chez le jeune animal, il est important de se souvenir que les cartilages de croissance apparaissent radiotransparents et ne doivent pas être confondus avec des traits de fracture. Par ailleurs, certaines parties de l'os en croissance peuvent prendre un aspect irrégulier, plus ou moins hétérogène, qu'il ne faut pas confondre avec des lésions d'infection osseuse ou d'ostéochondrose. Il est toujours conseillé en cas de doute sur l'interprétation d'un cliché radiographique du squelette appendiculaire de radiographier le membre controlatéral pour comparaison.

L'os est une structure de grande densité qui contient d'une part un tissu compact d'opacité osseuse et d'autre part la moelle d'opacité graisseuse. Il est entouré de tissus mous d'opacité liquidienne. Le contraste naturel de l'os est donc bon. Toutefois on utilise en général un voltage assez bas (de 50 à 70 kV) ce qui augmente encore le contraste de cette structure. En effet, la radiographie osseuse doit permettre de visualiser les détails les plus fins de la trame osseuse. En pratique l'anesthésie du macaque est obligatoire, on peut donc utiliser des temps d'exposition relativement longs. Pour obtenir une image d'une bonne finesse avec une bonne visualisation de la trame osseuse, des écrans lents ou de vitesse intermédiaire sont utilisés ainsi qu'une grille lorsque l'épaisseur de la zone à radiographier dépasse 10 cm. Pour les extrémités distales fines, il est également possible d'utiliser des films monocouches dans des cassettes ne comportant qu'un écran. Le flou d'écran est ainsi moins important et la résolution de l'image est meilleure.

Tous les clichés présentés ont été réalisés, par convention, sur les membres gauches.

2 - Membre thoracique

2.1 - Epaule

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table en position neutre et ramené vers l'avant. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière. Le cou est en extension.

Critères de qualité

L'épaule est séparée de la colonne vertébrale, du sternum et de l'épaule controlatérale.

Anatomie radiographique

La région de l'épaule se compose de l'extrémité latérale de la clavicule, de la scapula, de la partie proximale de l'humérus, de l'articulation acromio-claviculaire et de l'articulation de l'épaule.

La clavicule s'articule par la surface ventrale de son extrémité médiale avec le sternum. L'extrémité latérale de la clavicule s'articule avec l'acromion de la scapula.

La surface dorsale de la scapula est traversée par l'épine scapulaire qui se termine par l'acromion. La surface articulaire acromiale est dirigée médialement. L'épine scapulaire divise la surface dorsale en une fosse supra épineuse en forme de quadrilatère et une fosse infra épineuse triangulaire. À l'extrémité du bord cervical se trouve le processus coracoïde. Il débute par une base courte et épaisse puis prend une direction ventro-caudale. La cavité glénoïdale est située à l'angle latéral, elle est de forme subovale. Juste au-dessus de cette cavité se trouve le tubercule supraglénoïdal, petit et lisse, et juste en dessous le tubercule infraglénoïdal, plus large et rugueux.

L'extrémité proximale de l'humérus répond à la cavité glénoïdale de la scapula par sa tête articulaire, qui est portée par un col. La tête de l'humérus est de forme hémisphérique. Elle est encadrée crânialement par deux larges saillies : le petit tubercule médialement et le grand tubercule latéralement. Ces deux tubercules sont séparés par un large sillon. La capsule articulaire de l'épaule est longue et lâche.

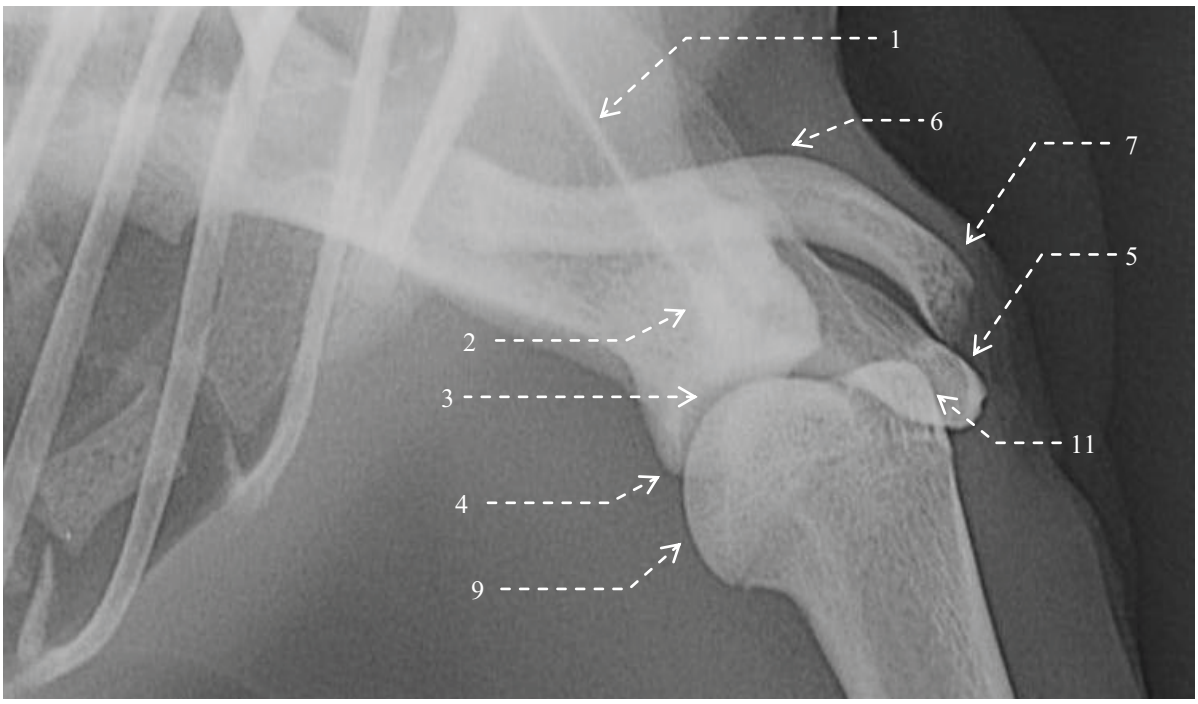


Figure 69 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence médio-latérale

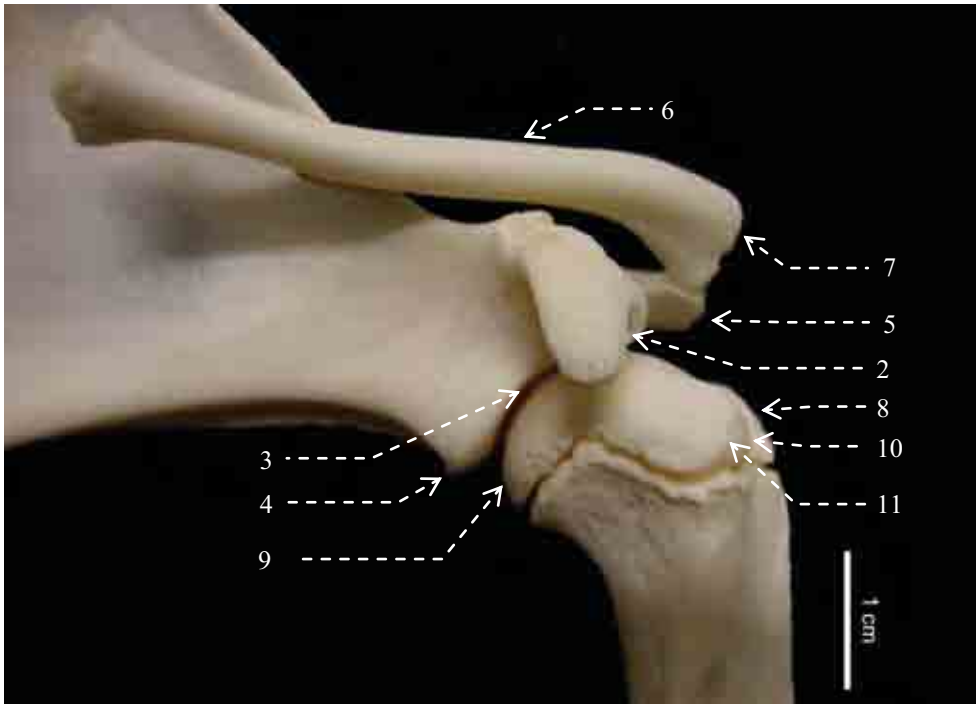


Figure 70 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect médial

SCAPULA
1 Spina scapulae
2 Processus coracoideus
3 Cavitas glenoidalis
4 Tuberculum infraglenoidale
5 Acromion

CLAVICULA
6 Corpus claviculae
7 Extremitas acromialis

HUMERUS
8 Tuberculum majus
9 Caput humeri
10 Sulcus intertubercularis
11 Tuberculum minus

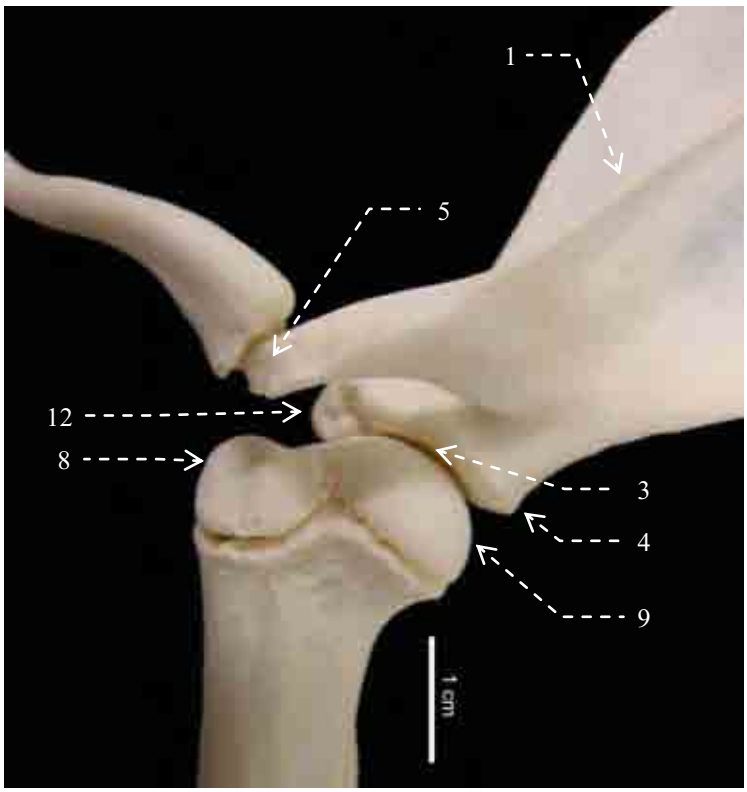
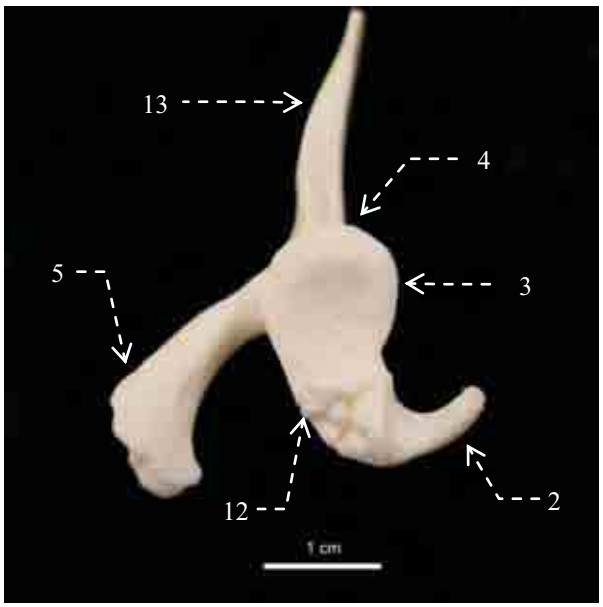
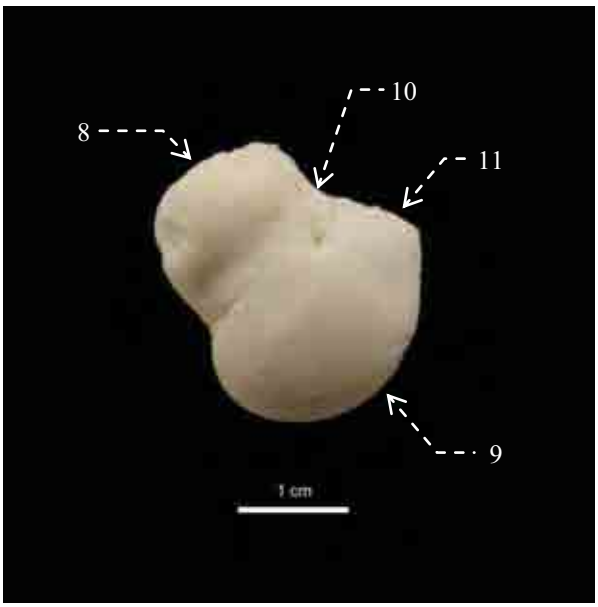


Figure 71 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect latéral





Figures 72 et 73 - Photographies de l'extrémité articulaire de la scapula, aspect distal (à gauche) et de l'extrémité proximale de l'humérus, aspect proximal (à droite)

SCAPULA

1 Spina scapulae
2 Processus coracoideus
3 Cavitas glenoidalis
4 Tuberculum infraglenoidale
5 Acromion
12 Tuberculum supraglenoidale
13 Margo axillaris

HUMERUS

8 Tuberculum majus
9 Caput humeri
10 Sulcus intertubercularis
11 Tuberculum minus

b) Incidence caudo-crâniale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier en extension complète de manière à ce que la scapula soit parallèle à la table.

Critères de qualité

L'épaule est séparée de la cage thoracique.

Le tiers distal de la scapula et le tiers proximal de l'humérus sont visibles.

Les grand axes de la scapula et de l'humérus sont alignés.

L'épine scapulaire est bien détachée.

Anatomie radiographique

Au niveau de la scapula, le tubercule infraglénoïdal et le processus coracoïde sont identifiables. L'épine scapulaire, en position latérale, se termine par l'acromion. On aperçoit l'extrémité latérale de la clavicule qui vient s'articuler avec l'acromion. La tête humérale articulaire, bien développée, déborde de la cavité glénoïdale en tous sens. Le petit tubercule est en région médiale et le grand tubercule en région latérale.

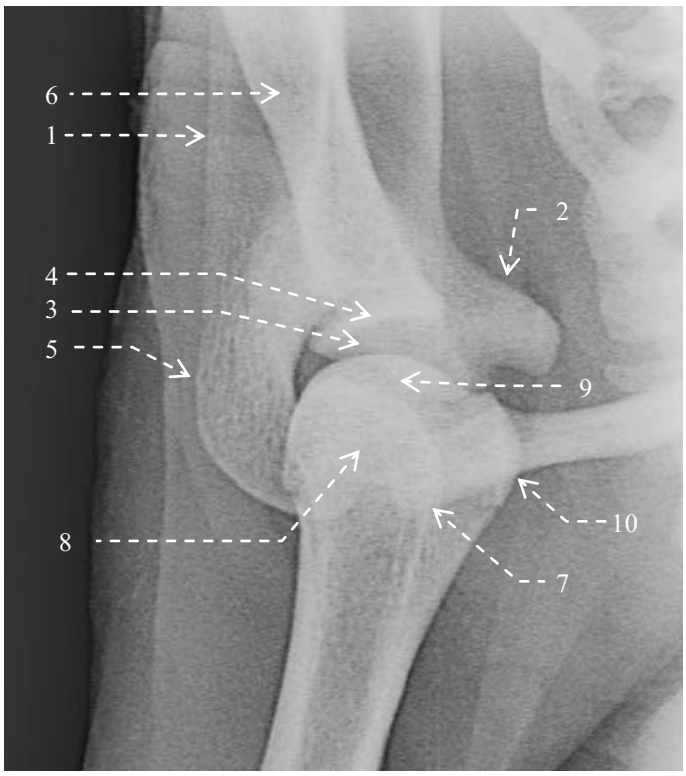


Figure 74 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence caudo-crâniale

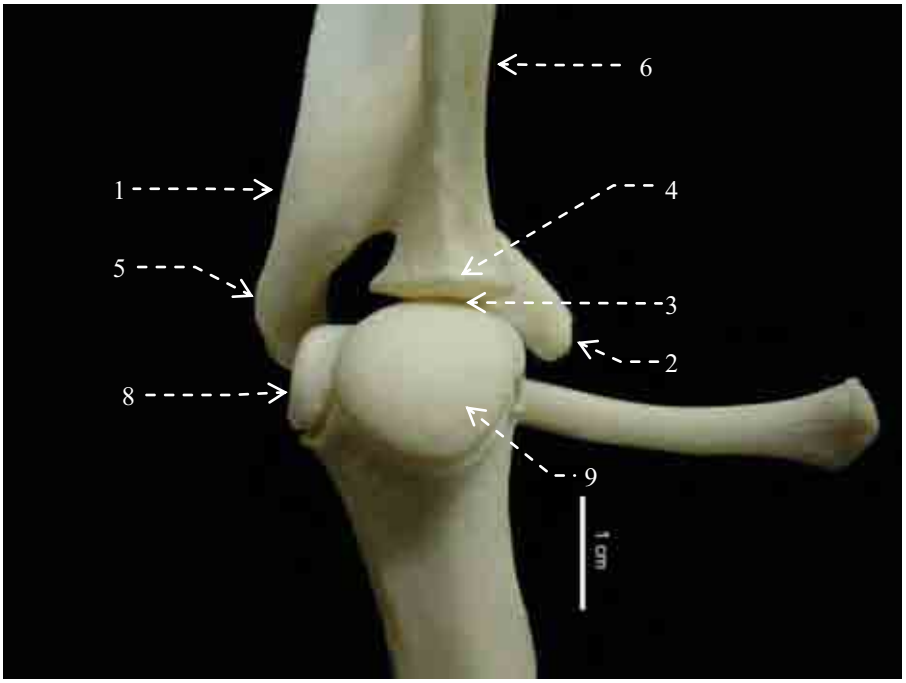


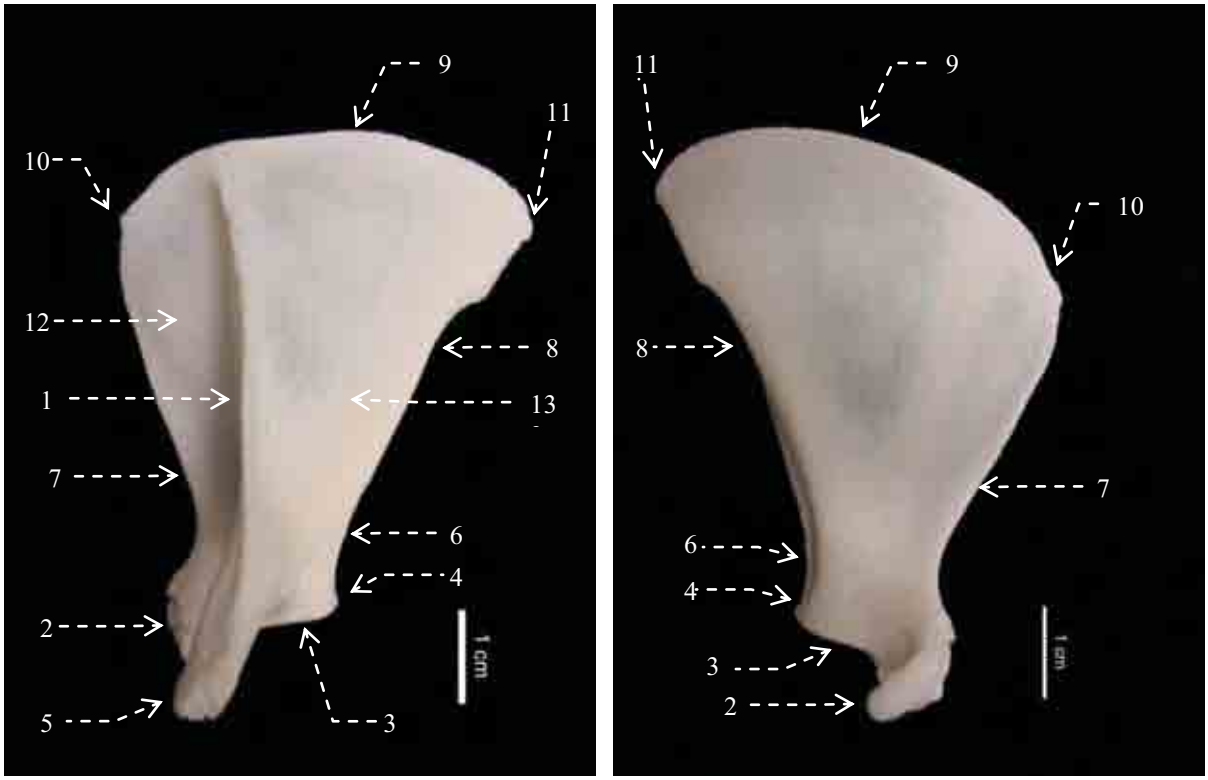
Figure 75 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect caudal

SCAPULA
1 Spina scapulae
2 Processus coracoideus
3 Cavitas glenoidalis
4 Tuberculum infraglenoidale
5 Acromion
6 Margo axillaris

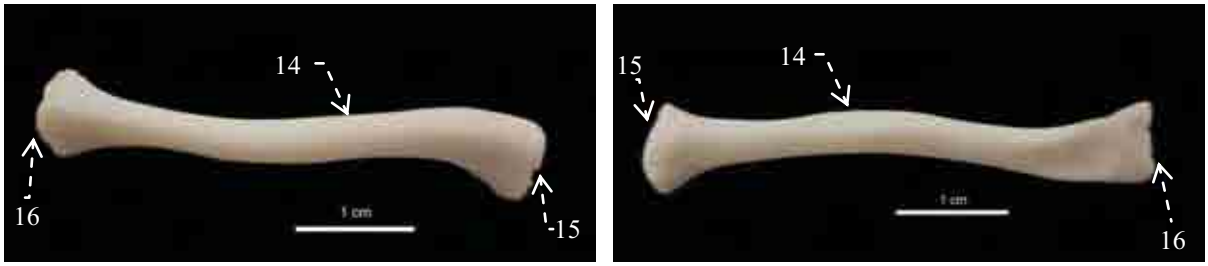
CLAVICULA
7 Extremitas acromialis

HUMERUS
8 Tuberculum majus
9 Caput humeri
10 Tuberculum minus

c) Description de la scapula et de la clavicule isolées



Figures 76 et 77 - Photographies de la scapula, aspects externe (à gauche) et interne (à droite)



Figures 78 et 79 - Photographies de la clavicule, aspects crânial (à gauche) et ventral (à droite)

SCAPULA

1 Spina scapulae
2 Processus coracoideus
3 Cavitas glenoidalis
4 Tuberculum infraglenoidale
5 Acromion
6 Collum scapulae
7 Margo sup.
8 Margo axillaris
9 Margo medialis
10 Angulus sup.
11 Angulus inf.
12 Fossa supraspinata
13 Fossa infraspinata

CLAVICULA

14 Corpus claviculae
15 Extremitas acromialis
16 Extremitas sternalis

2.2 - Humérus

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table en position neutre et ramené vers l'avant. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière. Le cou est en extension.

Critères de qualité

Les articulations de l'épaule et du coude sont visibles.

Le *capitulum* huméral et la trochlée humérale sont superposés.

L'espace huméro-ulnaire est visible.

Anatomie radiographique

L'humérus présente deux extrémités, proximale et distale, et une partie moyenne, le corps. L'extrémité proximale, la plus développée, répond à la cavité glénoïdale de la scapula par sa tête articulaire, qui est portée par un col. La tête de l'humérus est de forme hémisphérique. Elle est encadrée crânialement par deux larges saillies : le grand tubercule latéralement et le petit tubercule médialement. Ces deux tubercules sont séparés par un large sillon. L'extrémité distale est légèrement recourbée en direction crâniale. Elle porte une surface articulaire large et complexe destinée à répondre aux os de l'avant-bras.

Figure 80 - Radiographie de l'humérus, incidence médio-latérale

SCAPULA
1 Cavitas glenoidalis
2 Acromion

HUMERUS
3 Tuberculum majus
4 Caput humeri
5 Tuberculum minus
6 Capitulum humeri
7 Fossa olecrani

ULNA
8 Incisura trochlearis
9 Tuber olecrani

RADIUS
10 Capitulum radii

Figures 81 et 82 - Photographies de l'humérus, aspects médial (à gauche) et latéral (à droite)

HUMERUS

3 Tuberculum majus
4 Caput humeri
5 Tuberculum minus
6 Capitulum humeri
7 Fossa olecrani
11 Epicondylus medialis
12 Trochlea humeri
13 Epicondylus lateralis
14 Crista epicondyli lateralis

b) Incidence caudo-crâniale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension.

Critères de qualité

Les articulations de l'épaule et du coude sont visibles.

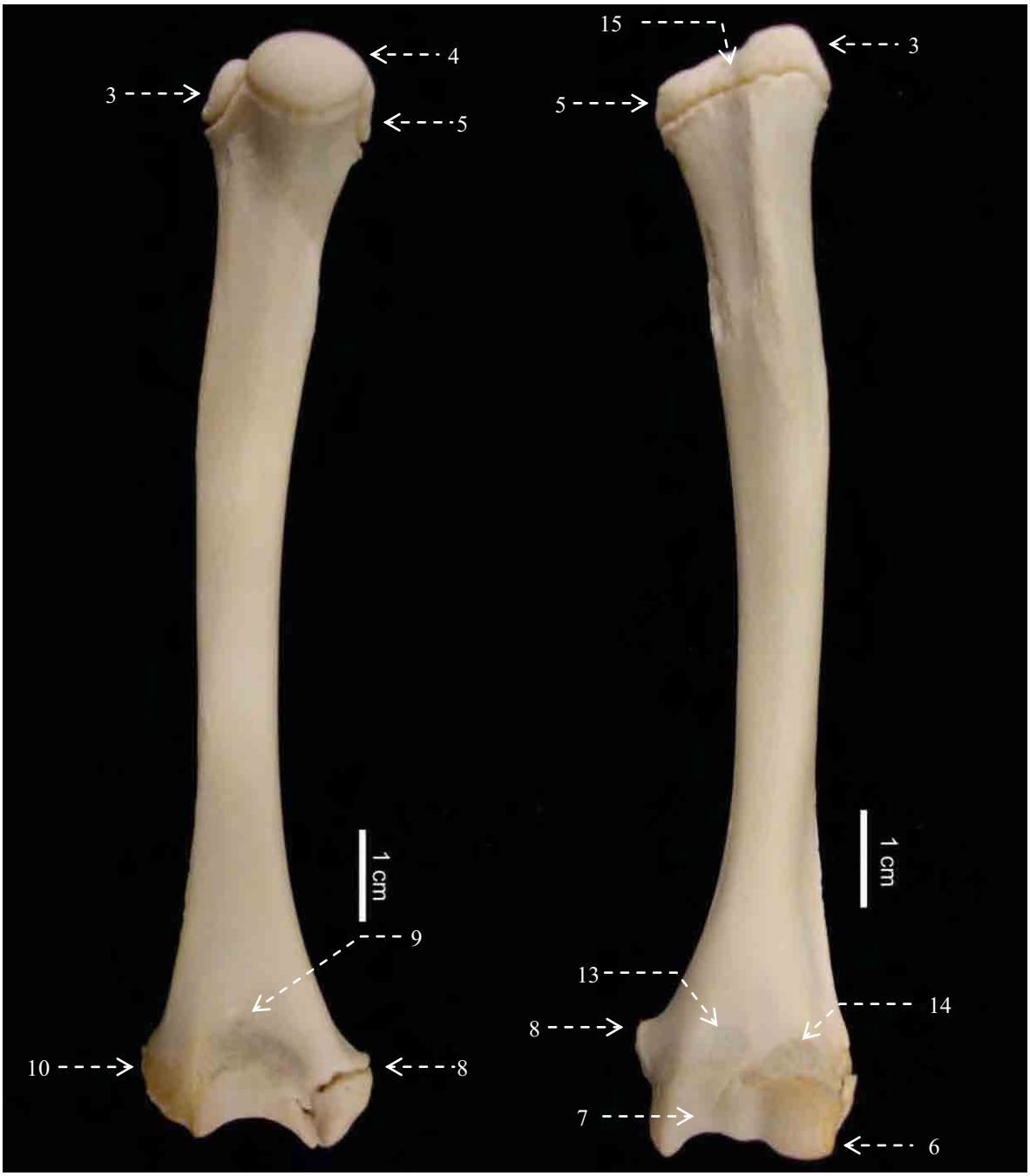
L'olécrâne est superposé à la trochlée humérale.

Anatomie radiographique

L'extrémité distale est formée de deux parties très inégales. Du côté médial, la partie la plus large constitue la trochlée de l'humérus. Elle présente une gorge médiane peu profonde, bordée par deux lèvres dont la médiale est la plus large. Du côté latéral se trouve le *capitulum* de l'humérus. L'épicondyle médial forme une tubérosité dorso-médiale. L'épicondyle latéral est rugueux. Sur la face caudale de l'humérus, proximalement à la surface articulaire, se trouve la profonde fosse olécrânienne, dans laquelle vient buter la tubérosité de l'olécrâne de l'ulna. Sur la surface crâniale, dans une position similaire, se trouvent les fosses radiale et coronoïde. La fosse radiale est juste au-dessus de la trochlée humérale, la fosse coronoïde juste au-dessus du *capitulum*.

Figure 83 - Radiographie de l'humérus, incidence caudo-crâniale

SCAPULA
1 Cavitas glenoidalis
2 Acromion
HUMERUS
3 Tuberculum majus
4 Caput humeri
5 Tuberculum minus
6 Capitulum humeri
7 Trochlea humeri
8 Epicondylus medialis
9 Fossa olecrani
10 Epicondylus lateralis
ULNA
11 Tuber olecrani
RADIUS
12 Capitulum radii



Figures 84 et 85 - Photographies de l'humérus, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite)

HUMERUS

3 Tuberculum majus
4 Caput humeri
5 Tuberculum minus
6 Capitulum humeri
7 Trochlea humeri
8 Epicondylus medialis
9 Fossa olecrani
10 Epicondylus lateralis
13 Fossa radialis
14 Fossa coronoideus
15 Sulcus intertubercularis

2.3 - Coude

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table en position neutre et ramené vers l'avant. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière.

Critères de qualité

Le *capitulum* huméral et la trochlée humérale sont superposés.

L'espace huméro-ulnaire est visible.

Anatomie radiographique

L'articulation du coude comprend l'articulation huméro-ulnaire, l'articulation huméro-radiale et l'articulation radio-ulnaire proximale. L'humérus s'articule à l'ulna par la trochlée humérale. Celle-ci représente environ les deux tiers de la surface articulaire distale de l'humérus. L'humérus s'articule au radius par le *capitulum*, qui est de forme condylienne. L'épicondyle médial forme une tubérosité dorso-médiale. L'épicondyle latéral est rugueux. Sur la face caudale de l'humérus, proximalement à la surface articulaire, se trouve la profonde fosse olécrânienne, dans laquelle vient buter la tubérosité de l'olécrâne de l'ulna.

L'extrémité proximale du radius se compose de la tête du radius et de la tubérosité radiale. La tête du radius est discoïdale. Elle présente une surface articulaire proximale répondant à l'humérus et une surface articulaire répondant à l'ulna caudalement. La première forme une simple cupule circulaire concave, ce qui permet les mouvements de flexion et d'extension du coude. La seconde forme une circonférence articulaire cylindrique, ce qui permet un mouvement de rotation axial. La tubérosité radiale ou bicipitale est une large élévation distale à la tête du radius à la jonction des surfaces ventrale et médiale.

L'extrémité proximale de l'ulna est de taille importante et porte l'olécrâne. Le bord crânial est divisé en deux par une forte saillie : le processus anconé qui répond à la fosse olécrânienne de l'humérus. À ce processus anconé fait suite l'incisure trochléaire, surface articulaire pour l'humérus, en forme de large encoche semi-lunaire. Elle s'étend jusqu'à une autre saillie : le processus coronoïde. À sa hauteur sur la surface latérale se trouve le sillon radial, la surface articulaire qui reçoit la tête du radius.

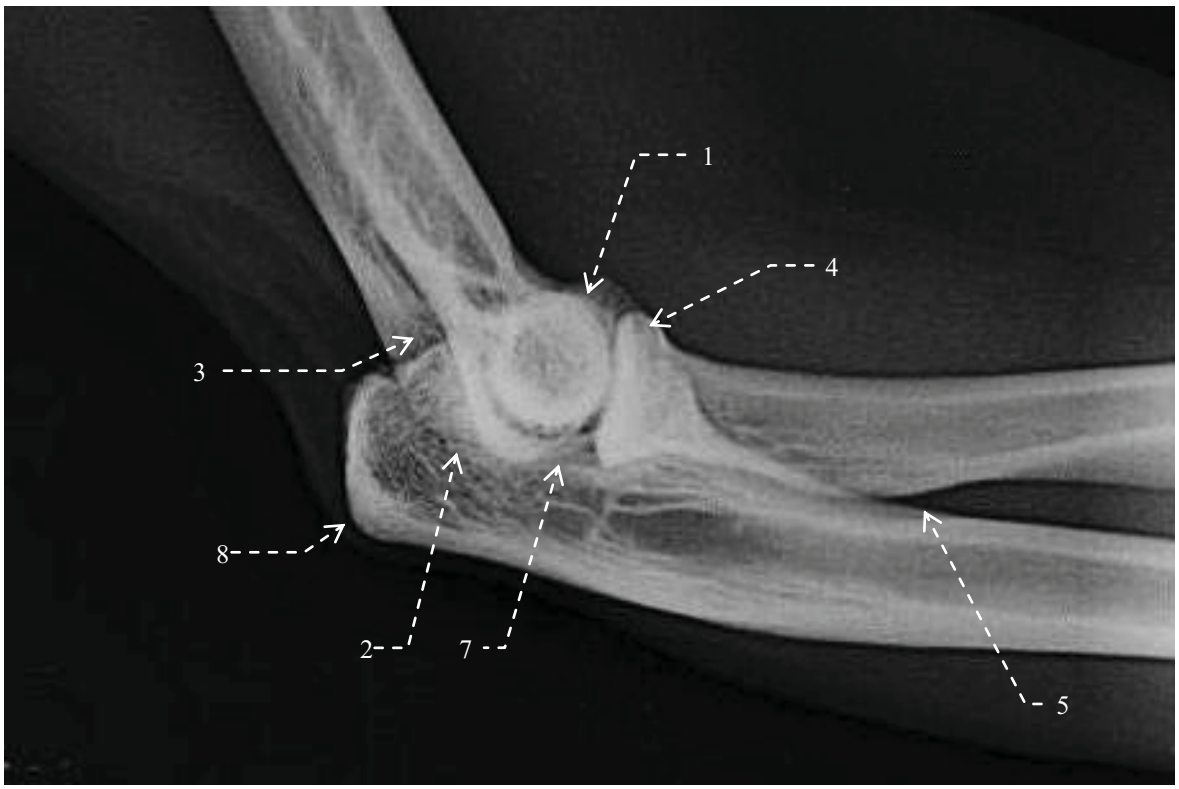


Figure 86 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence médio-latérale

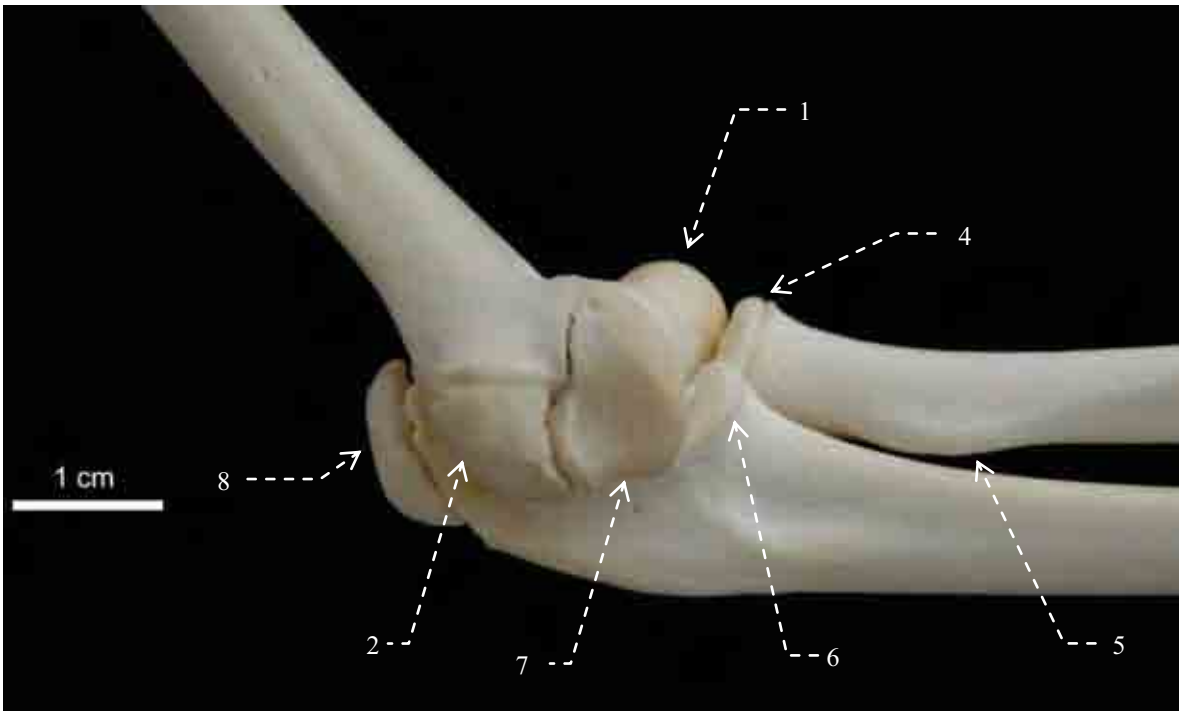


Figure 87 - Photographie de l'articulation du coude, aspect médial

HUMERUS
1 Capitulum humeri
2 Epicondylus medialis
3 Fossa olecrani

RADIUS
4 Capitulum radii
5 Tuberositas radii

ULNA
6 Processus coronoideus
7 Incisura trochlearis
8 Tuber olecrani

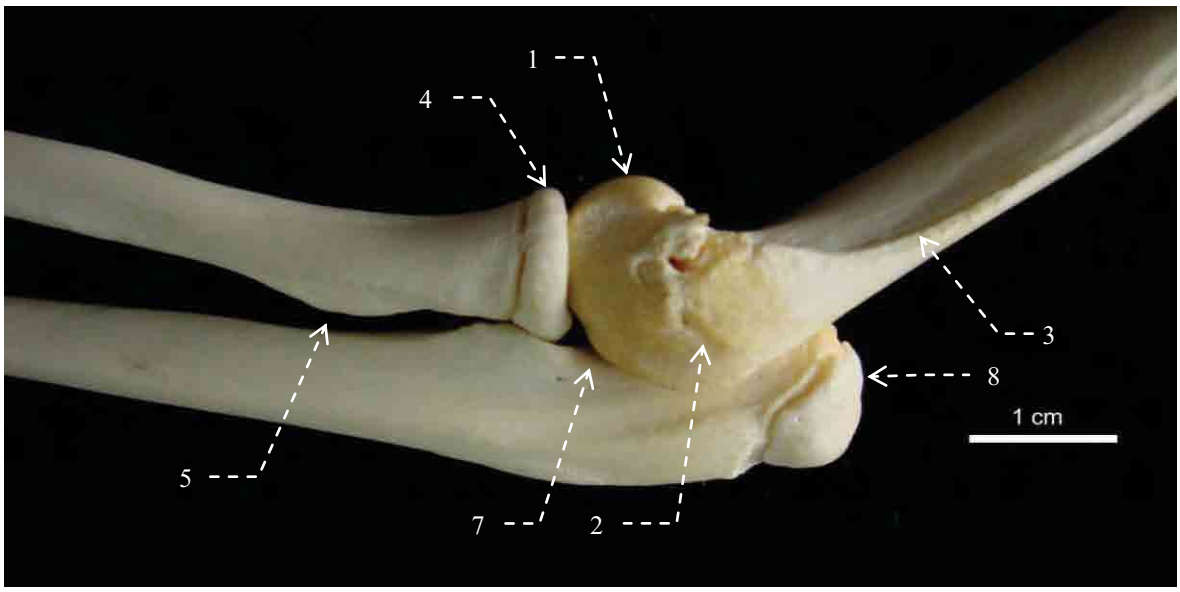
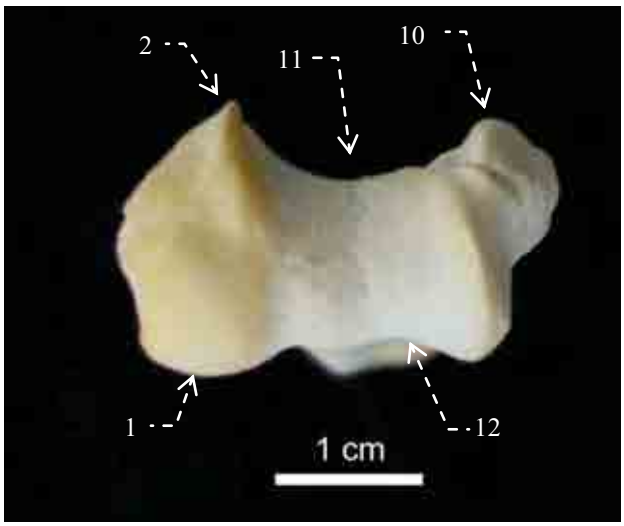
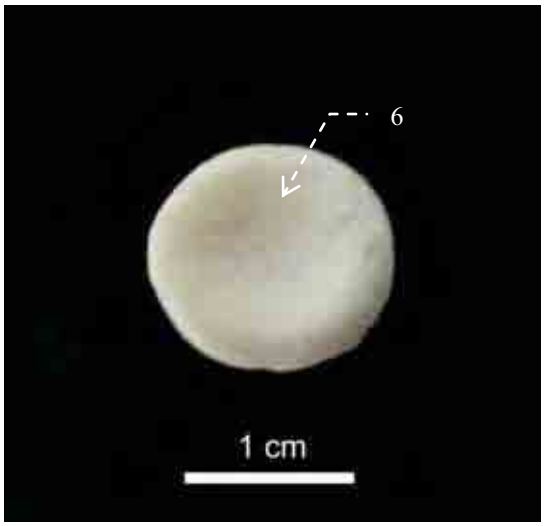


Figure 88 - Photographie de l'articulation du coude, aspect latéral





Figures 89 et 90 - Photographies de l'extrémité distale de l'humérus, aspect distal (à gauche) et de l'extrémité proximale du radius, aspect proximal (à droite)

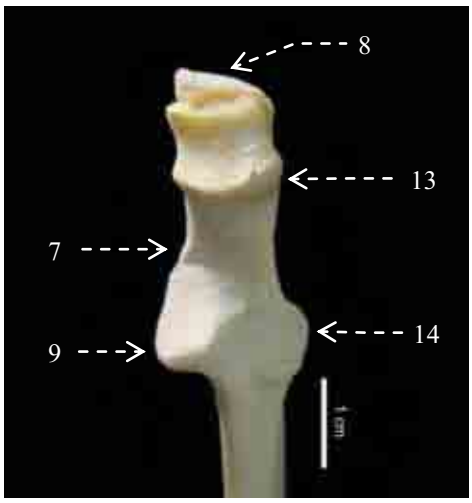


Figure 91 - Photographie de l'incisure trochléaire

HUMERUS
1 Capitulum humeri
2 Epicondylus lateralis
3 Crista epicondyli lateralis
10 Epicondylus medialis
11 Fossa olecrani
12 Trochlea humeri

RADIUS
4 Capitulum radii
5 Tuberositas radii
6 Fovea capitis radii

ULNA
7 Incisura trochlearis
8 Tuber olecrani
9 Processus coronoideus
13 Processus anconaeus
14 Sulcus radius

b) Incidence caudo-crâniale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension.

Critères de qualité

L'olécrâne est superposé à la trochlée humérale.

Anatomie radiographique

L'extrémité distale de l'humérus est formée de deux parties très inégales. Du côté médial, la partie la plus large constitue la trochlée de l'humérus. Elle présente une gorge médiane peu profonde, bordée par deux lèvres dont la médiale est la plus large. Du côté latéral se trouve le *capitulum* de l'humérus. L'épicondyle médial forme une tubérosité dorso-médiale. L'épicondyle latéral est rugueux. Sur la face caudale de l'humérus, proximalement à la surface articulaire, se trouve la profonde fosse olécrânienne, dans laquelle vient buter la tubérosité de l'olécrâne de l'ulna. Sur la surface crâniale, dans une position similaire, se trouvent les fosses radiale et coronoïde. La fosse radiale est juste au-dessus de la trochlée humérale, la fosse coronoïde juste au-dessus du *capitulum*.

Sur cette projection, la fosse olécrânienne est superposée à l'olécrâne. Le radius et l'ulna sont superposés proximalement.

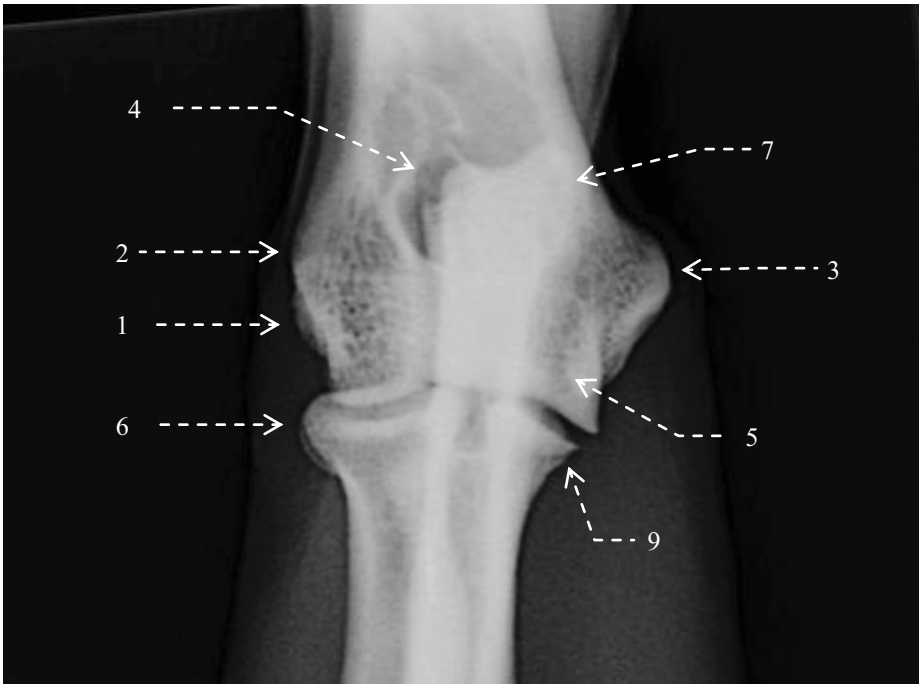
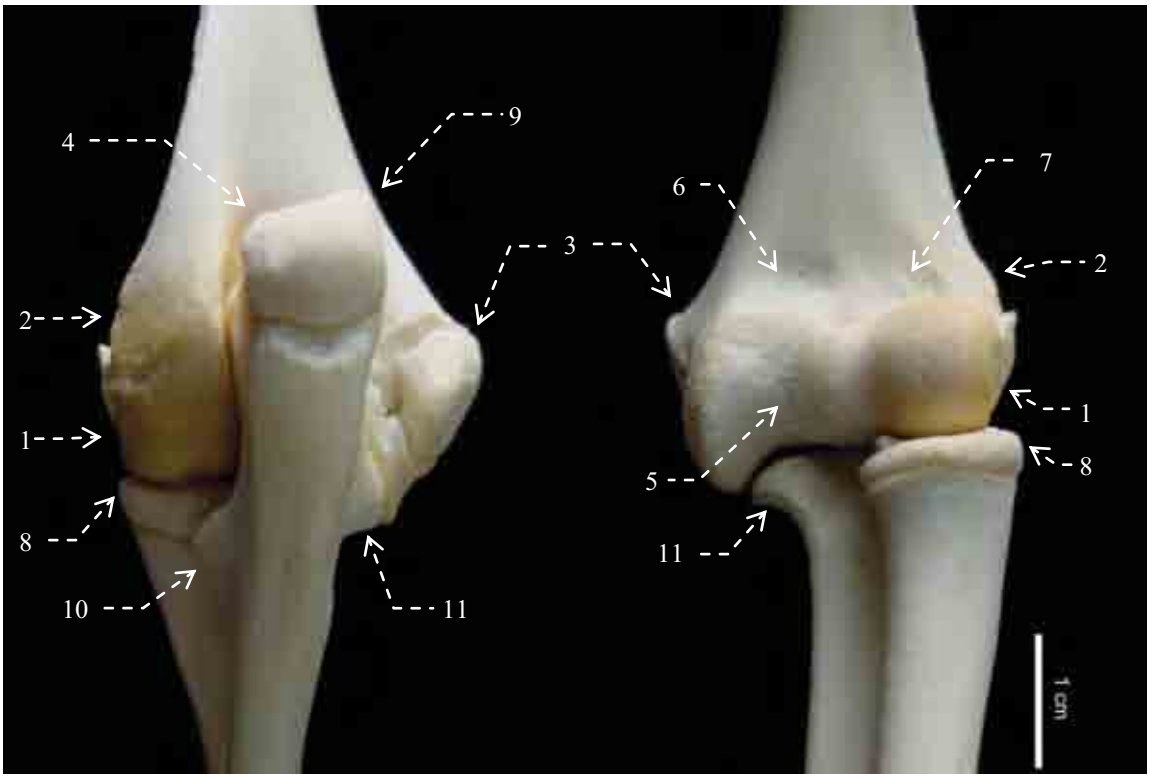


Figure 92 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence caudo-crâniale



Figures 93 et 94 - Photographies de l'articulation du coude, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite)

HUMERUS
1 Capitulum humeri
2 Epicondylus lateralis
3 Epicondylus medialis
4 Fossa olecrani
5 Trochlea humeri
6 Fossa radialis
7 Fossa coronoidea

RADIUS
8 Capitulum radii

ULNA
9 Tuber olecrani
10 Sulcus radius
11 Processus coronoideus

2.4 - Radius et ulna

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table. Le membre contro-latéral est ramené vers l'arrière.

Critères de qualité

Les articulations du coude et du carpe sont visibles.

Le *capitulum* huméral et la trochlée humérale sont superposés.

L'espace huméro-ulnaire est visible.

Anatomie radiographique

Le radius est l'os crânial de l'avant-bras. Son extrémité proximale, la tête du radius, est discoïdale. Elle présente une surface articulaire proximale répondant à l'humérus et une surface articulaire répondant à l'ulna caudalement. La première forme une simple cupule circulaire concave, ce qui permet les mouvements de flexion et d'extension du coude. La seconde forme une circonférence articulaire cylindrique, ce qui permet un mouvement de rotation axial.

L'extrémité distale du radius est large et de section quadrilatérale. Elle présente une petite facette articulaire sur sa surface médiale, qui reçoit la tête de l'ulna. La surface articulaire distale est large et légèrement concave. Elle est prolongée médialement par le processus styloïde du radius.

L'ulna est l'os caudal de l'avant-bras. Il est situé caudalement et latéralement au radius, et il s'articule proximalement avec l'humérus et le radius. L'extrémité proximale est de taille importante et porte l'olécrâne. Le bord crânial est divisé en deux par une forte saillie : le processus anconé qui répond à la fosse olécranienne de l'humérus. À ce processus anconé fait suite l'incisure trochléaire, surface articulaire pour l'humérus, en forme de large encoche semi-lunaire. Elle s'étend jusqu'à une autre saillie : le processus coronoïde. L'extrémité distale de l'ulna est petite. Elle présente une petite surface articulaire circonférentielle pour le radius et une surface articulaire distale pour le carpe. Elle est prolongée latéralement par le processus styloïde de l'ulna.

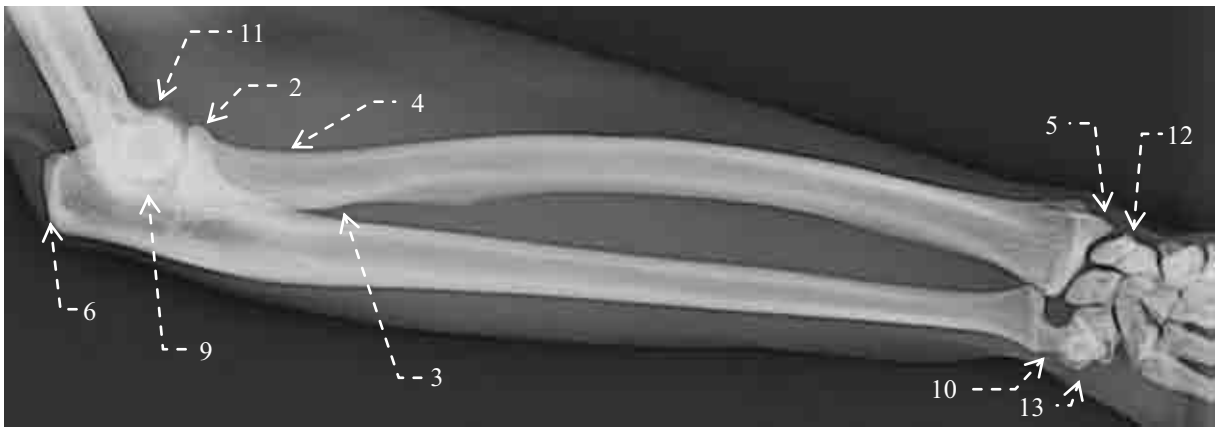


Figure 95 - Radiographie de l'avant-bras, incidence médio-latérale

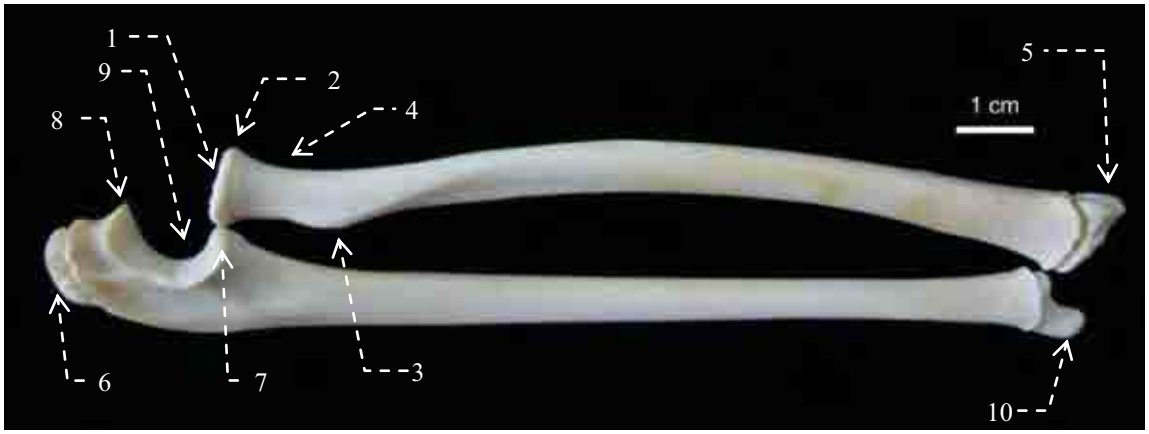


Figure 96 - Photographie de l'avant-bras, aspect médial

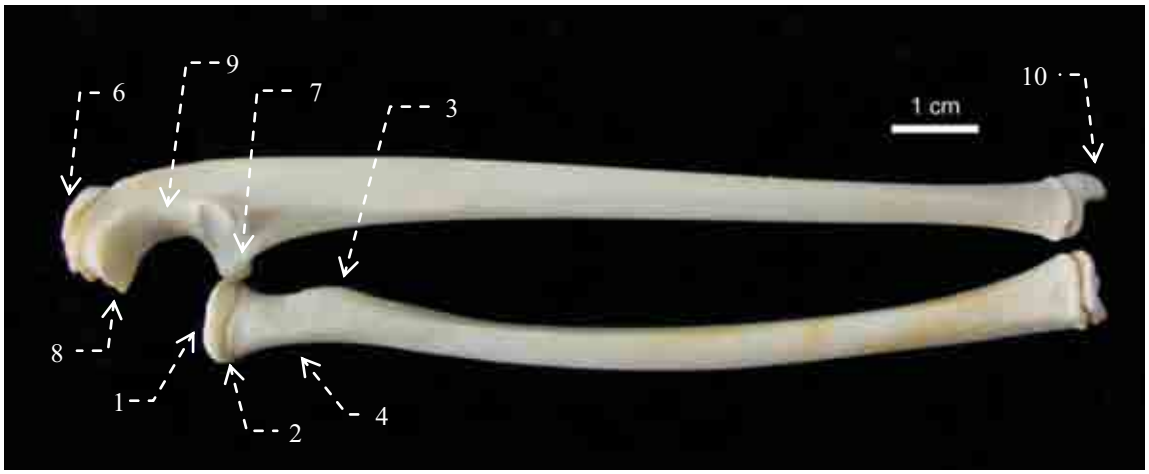


Figure 97 - Photographie de l'avant-bras, aspect latéral

11 Capitulum humeri
12 Os naviculare
13 Os pisiforme

RADIUS
1 Fovea capitis radii
2 Capitulum radii
3 Tuberositas radii
4 Collum radii
5 Processus styloideus radii

ULNA
6 Tuber olecrani
7 Processus coronoideus
8 Processus anconaeus
9 Incisura trochlearis
10 Processus styloideus ulnae

b) Incidence caudo-crâniale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension.

Critères de qualité

Le radius et l'ulna sont séparés distalement.

Les articulations du coude et du carpe sont visibles.

L'olécrâne est superposé à la trochlée humérale.

Anatomie radiographique

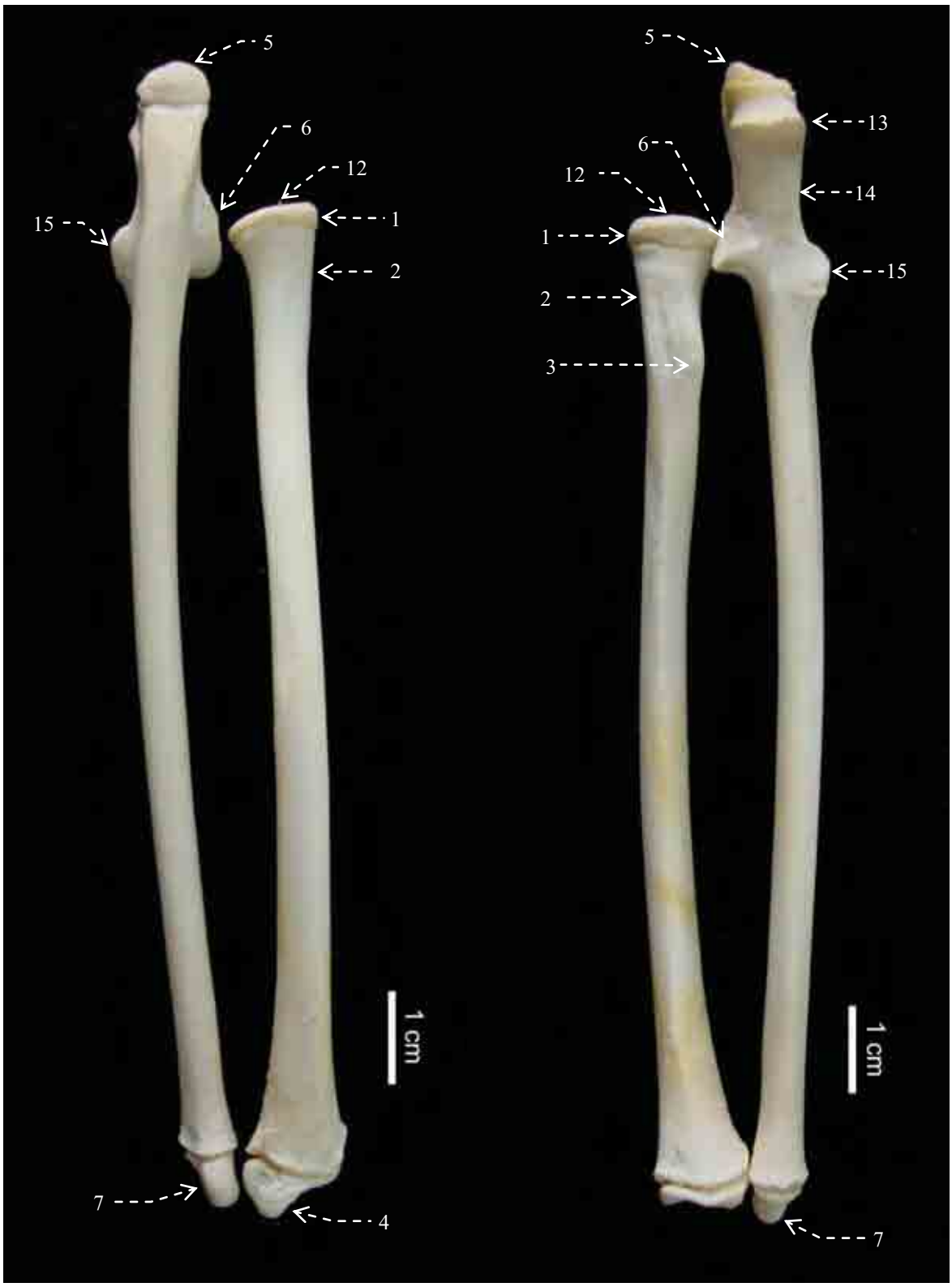
Sur cette projection, le radius et l'ulna sont superposés proximalement. On distingue l'olécrâne qui se superpose à l'épiphyse de l'humérus proximalement. Distalement, on observe le radius latéralement et l'ulna médialement. Ils s'articulent à leur extrémité avec les os de la rangée proximale du carpe.

Figure 98 - Radiographie de l'avant-bras, incidence caudo-crâniale

8 Capitulum humeri
9 Trochlea humeri
10 Os naviculare
11 Os pisiforme

RADIUS
1 Capitulum radii
2 Collum radii
3 Tuberositas radii
4 Processus styloideus radii

ULNA
5 Tuber olecrani
6 Processus coronoideus
7 Processus styloideus ulnae



Figures 99 et 100 - Photographies de l'avant-bras, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite)

RADIUS
1 Capitulum radii
2 Collum radii
3 Tuberositas radii
4 Processus styloideus radii
12 Fovea capitis radii

ULNA
5 Tuber olecrani
6 Processus coronoideus
7 Processus styloideus ulnae
13 Processus anconaeus
14 Incisura trochlearis
15 Sulcus radius

2.5 - Carpe et main

a) Incidence dorso-palmaire

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus sternal, le membre à radiographier contre la table en extension.

Critères de qualité

Le radius et l'ulna sont séparés distalement.

Les os métacarpiens sont isolés les uns des autres.

Anatomie radiographique

L'extrémité distale du radius est large et de section quadrilatérale. Elle présente une petite facette articulaire sur sa surface médiale, qui reçoit la tête de l'ulna. La surface articulaire distale est large et légèrement concave. Elle est prolongée médialement par le processus styloïde du radius.

L'extrémité distale de l'ulna est petite. Elle présente une petite surface articulaire circonférentielle pour le radius et une surface articulaire distale pour le carpe. Elle est prolongée latéralement par le processus styloïde de l'ulna.

Le carpe est formé de pièces multiples, courtes et peu volumineuses, assurant souplesse et solidité à l'union qu'elles établissent entre l'avant-bras et le métacarpe. Il est composé de neuf os disposés sur deux rangées, entre lesquelles existe une pièce intercalaire sur le côté radial, l'os central du carpe.

La rangée proximale se compose de quatre os. Du côté radial au côté ulnaire on a l'os radial du carpe ou os scaphoïde (*os naviculare*), l'os intermédiaire du carpe ou os semi-lunaire (*os lunatum*), l'os ulnaire du carpe ou os pyramidal (*os triquetrum*) et l'os accessoire du carpe (*os pisiforme*).

L'os pyramidal a une grande surface articulaire pour le processus styloïde ulnaire. L'os accessoire du carpe, de taille importante, repose palmairement à l'os pyramidal. Il a lui aussi une petite surface articulaire pour le processus styloïde ulnaire.

La rangée distale se compose de quatre os numérotés de I à IV. Du côté radial au côté ulnaire se présentent l'os carpal I ou os trapèze (*os trapezium*), l'os carpal II ou os trapézoïde (*os trapezoideum*), l'os carpal III (*os capitatum*), l'os carpal IV ou os crochu (*os hamatum*).

L'os trapèze est plus palmaire que latéral à l'os trapézoïde. Un os sésamoïde est présent médialement et palmairement à l'os trapèze. Il est associé au tendon du muscle long abducteur du pouce.

Entre les rangées proximale et distale se situe l'os central du carpe. Il s'articule avec l'os scaphoïde, l'os trapèze et l'os trapézoïde. Il a aussi une petite surface articulaire pour l'os semi-lunaire.

Le métacarpe est formé de cinq os métacarpiens disposés parallèlement les uns aux autres et numérotés de I à V, du côté médial au côté latéral. Chacun de ces os longs répond par son extrémité proximale à une des pièces de la rangée distale du carpe et par son extrémité distale à un doigt. Chaque articulation métacarpo-phalangienne comporte deux petits os sésamoïdes en face palmaire. Les doigts de la main sont composés de trois phalanges : proximale, intermédiaire et distale, sauf le doigt I qui ne comporte que deux phalanges : intermédiaire et distale (ici le spécimen étudié montre une anomalie : l'absence de phalange intermédiaire sur le doigt III). Les extrémités distales des phalanges proximales et intermédiaires portent des surfaces articulaires correspondant à des trochlées.

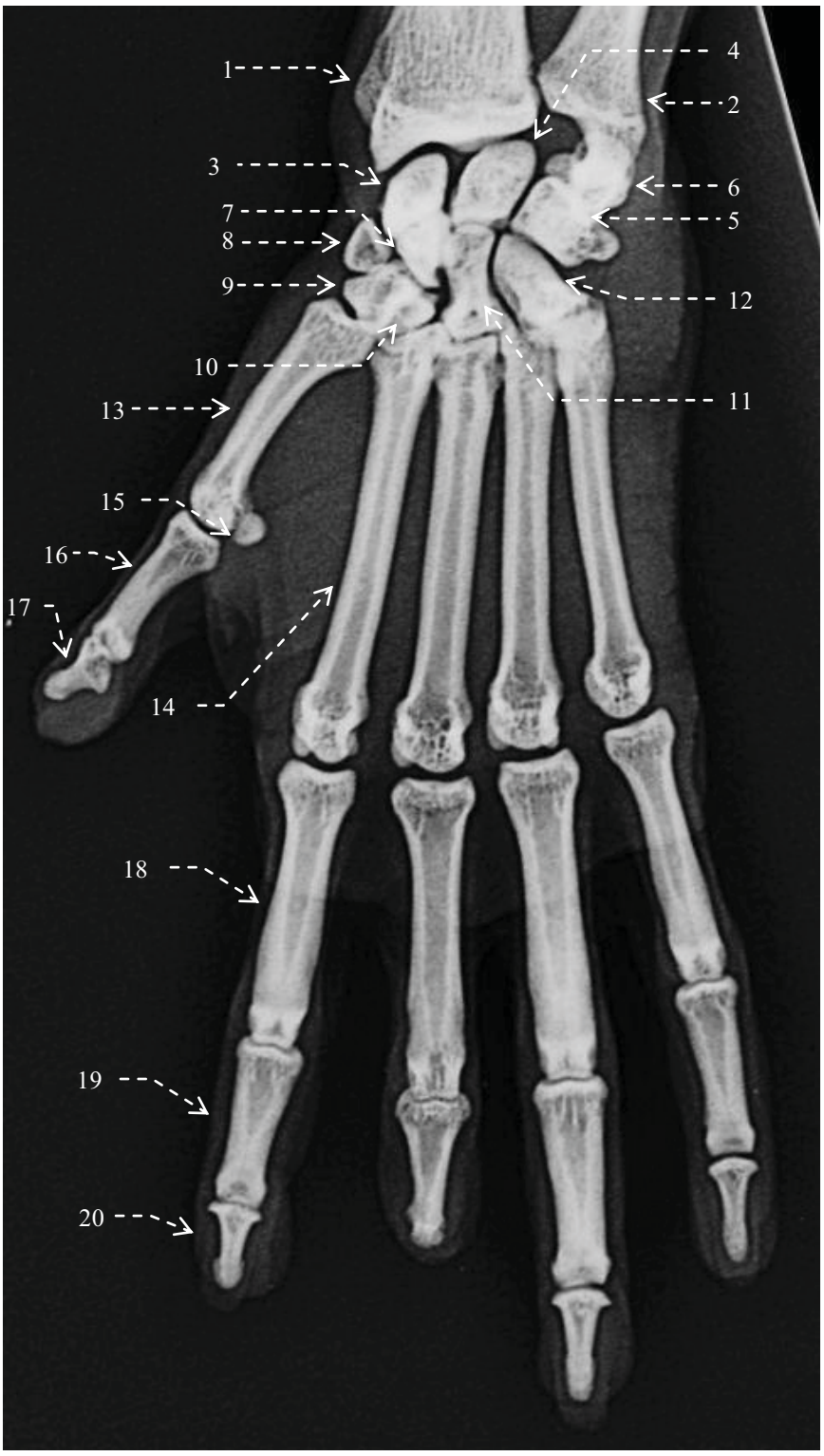


Figure 101 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence dorso-palmaire

1 Radius
2 Ulna
3 Os naviculare
4 Os lunatum
5 Os triquetrum
6 Os pisiforme
7 Os centrale
8 Os sesamoideum
m. abductoris pollicis longi
9 Os trapezium
10 Os trapezoideum
11 Os capitatum
12 Os hamatum
13 Os metacarpale I
14 Os metacarpale II
15 Os sesamoideum proximale, digitus I
16 Phalanx media I
17 Phalanx distalis I
18 Phalanx proximalis II
19 Phalanx media II
20 Phalanx distalis II

b) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table. Le membre contro-latéral est ramené vers l'arrière.

Critères de qualité

Les os métacarpiens sont superposés.

Anatomie radiographique

Sur cette projection les os du carpe sont superposés, rendant leur évaluation difficile. On ne distingue que les os qui occupent une position plus palmaire : l'os accessoire du carpe (*os pisiforme*) au niveau de la rangée proximale et l'os trapèze (*os trapezium*) au niveau de la rangée distale. L'os sésamoïde est également visible. Les os métacarpiens ne sont pas différenciables à l'exception de l'os métacarpien I et les phalanges sont difficilement identifiables.

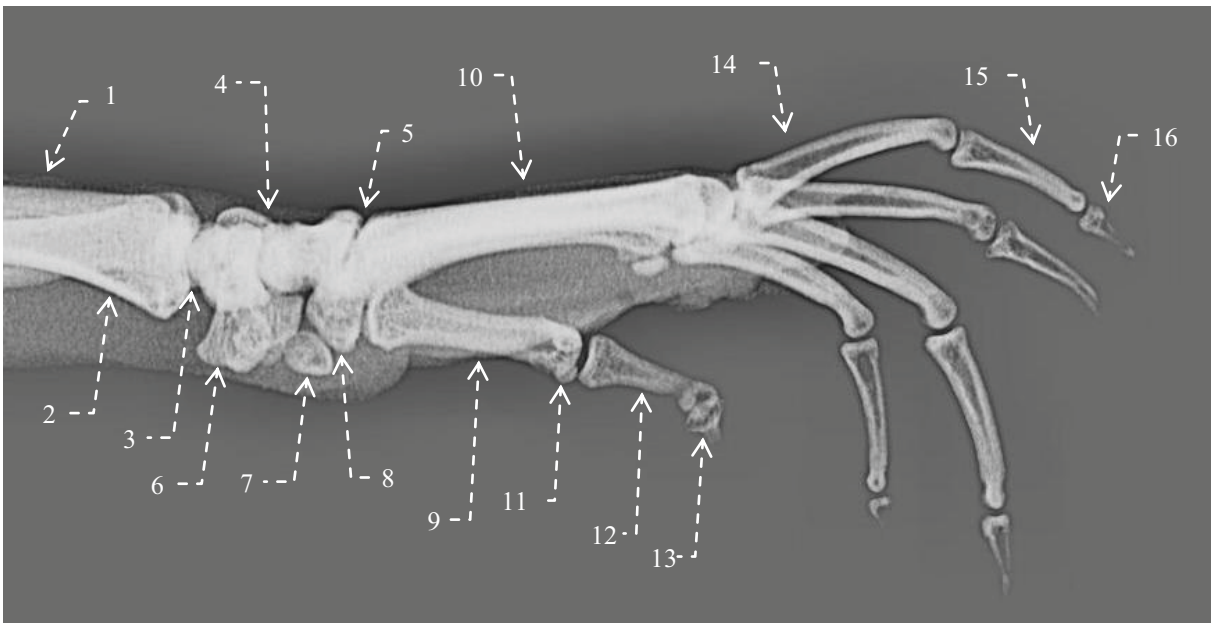


Figure 102 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence médio-latérale

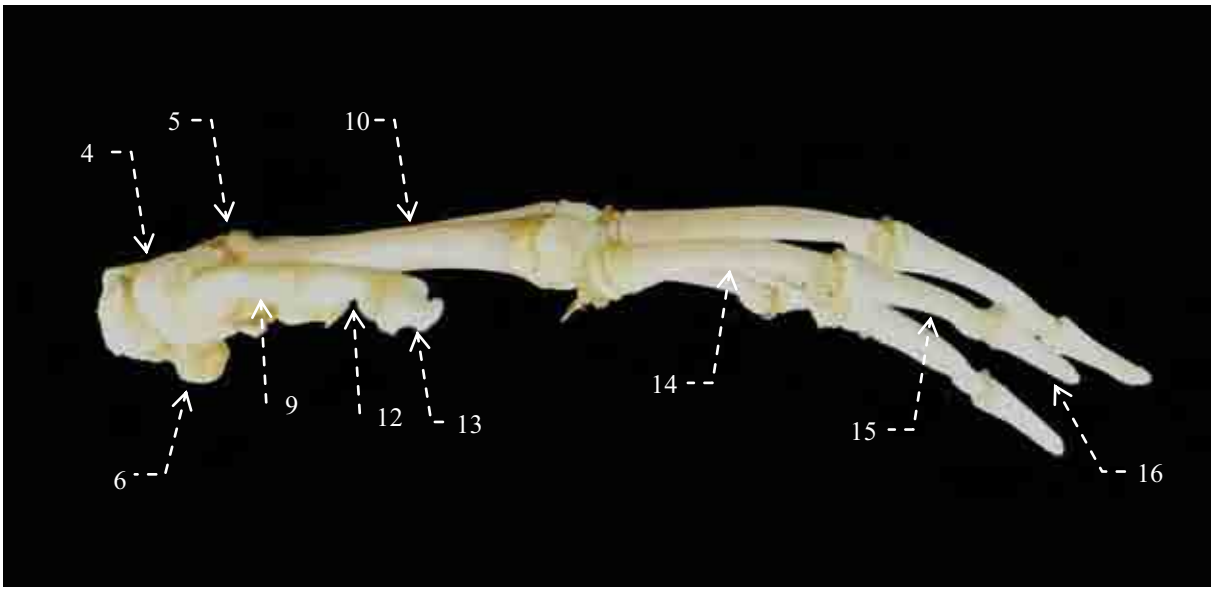


Figure 103 - Photographie de l'articulation du carpe et des doigts, aspect médial

1 Radius
2 Ulna
3 Articulatio antebrachiocarpea
4 Articulatio mediocarpea
5 Articulatio carpometacarpea
6 Os pisiforme
7 Os sesamoideum m. abductoris pollicis longi
8 Os trapezium
9 Os metacarpale I
10 Os metacarpale II
11 Os sesamoideum proximale, digitus I
12 Phalanx media I
13 Phalanx distalis I
14 Phalanx proximalis II
15 Phalanx media II
16 Phalanx distalis II

3 - Membre pelvien

3.1 - Bassin et hanche

a) Incidence latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, sans rotation du corps, les membres postérieurs ramenés caudalement, un des fémurs pouvant éventuellement être déplacé crânialement à l'autre.

Critères de qualité

L'ensemble du bassin est visible, du bord crânial de l'ilium au bord caudal de l'ischium.

Les os coxaux sont superposés.

Anatomie radiographique

Les os qui composent le bassin sont les vertèbres sacrées et caudales dorsalement, l'ilium dorso-latéralement, le pubis ventralement et l'ischium caudalement. Ces trois derniers os forment l'os coxal. L'ilium forme les deux tiers crâniaux, l'ischium la part dorsale du tiers caudal et le pubis la part ventrale.

Les articulations du bassin sont la synchondrose entre les différents éléments de l'os coxal, la symphyse ischio-pubienne, les articulations vertébrales et l'articulation sacro iliaque.

Le bassin est long et étroit. Le détroit antérieur est de forme elliptique et délimité par le pubis ventralement et latéralement, l'ilium et l'ischium latéralement, et les vertèbres sacrées et caudales dorsalement. Le détroit postérieur est en forme de diamant et délimité dans sa moitié ventrale par l'ischium, notamment les tubérosités ischiatiques, et dans sa moitié dorsale par une portion épaissie du fascia glutéal. Celui-ci va des tubérosités ischiatiques aux vertèbres caudales.

L'os ilium est composé d'un corps, d'un col et d'une aile. Celle-ci se termine par les épines dorso-crâniale et ventro-crâniale. L'ilium est long et grêle. Sa partie dorsale couvre l'aile de l'os sacrum avec laquelle elle s'articule.

Les éminences pubiennes, qui forment le segment ventral du détroit antérieur, sont séparées l'une de l'autre par la symphyse pubienne. La surface symphysaire, où les os des deux côtés se rejoignent, est longue et ischio-pubienne.

Le foramen obturé, fermé ventralement par la branche de l'os pubis et dorsalement par l'ischium, est large et ovoïde. Sa base est dirigée caudalement.

Les tubérosités ischiatiques composent la surface caudale du bassin et se trouvent sous les callosités ischiatiques. Crânialement, le long de la marge dorsale de l'ischium, se trouve la petite échancrure ischiatique, peu profonde.

Cette incidence n'est pas l'incidence de référence pour l'évaluation de l'articulation de la hanche mais peut être utile en cas de fracture du bassin ou de luxation, car elle permet de décrire le sens du déplacement.

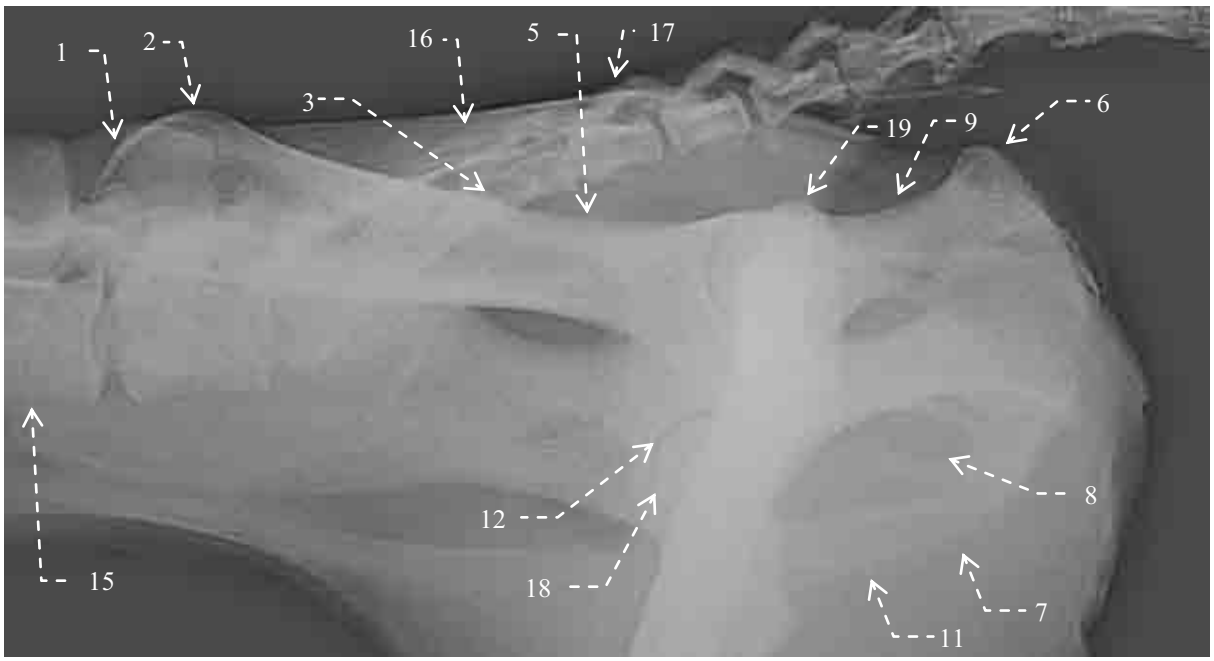


Figure 104 - Radiographie du bassin, incidence latérale

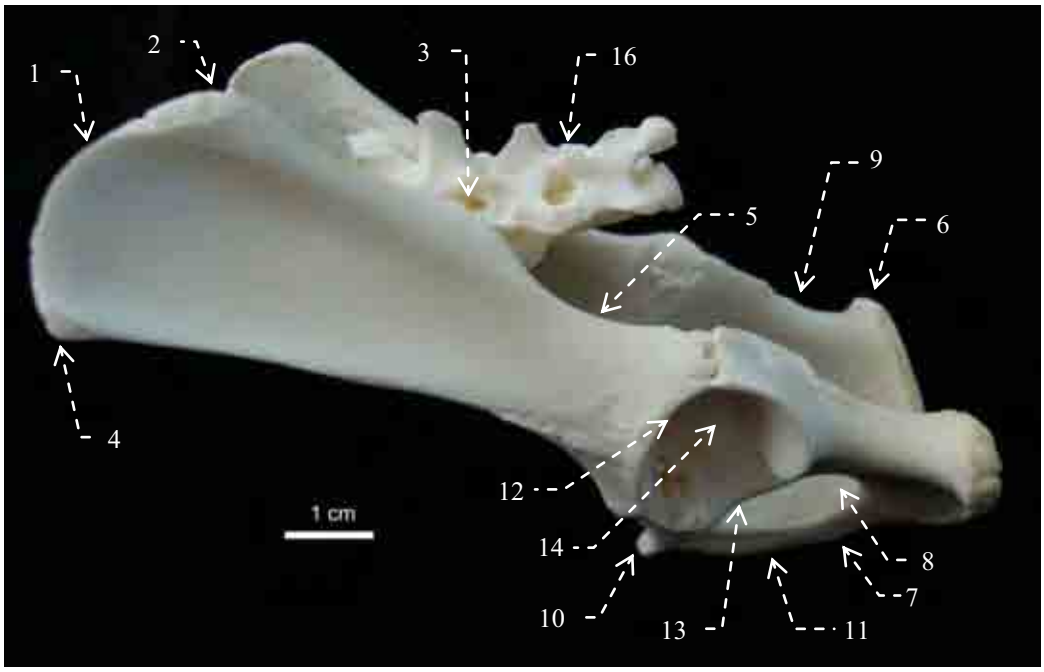


Figure 105 - Photographie du bassin, aspect latéral

15 L VI corpus vertebrae
16 Sacrum crista sacralis intermedia
17 C I processus articularis caudalis
18 Caput ossis femori
19 Trochanter major

OS ACETABULUM
12 Facies lunata
13 Incisura acetabuli
14 Fossa acetabuli

OS ILIUM
1 Ala ossis ilii, crista iliaca
2 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis cranialis
3 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis caudalis
4 Tuber sacrale, spina iliaca ventralis cranialis
5 Corpus ossis ilii

OS ISCHII
6 Tuber ischiadicum
7 Facies symphysialis
8 Foramen obturatum
9 Incisura ischiadica minor

OS PUBIS
10 Tuberculum pubicum
11 Ramus caudalis ossis pubis

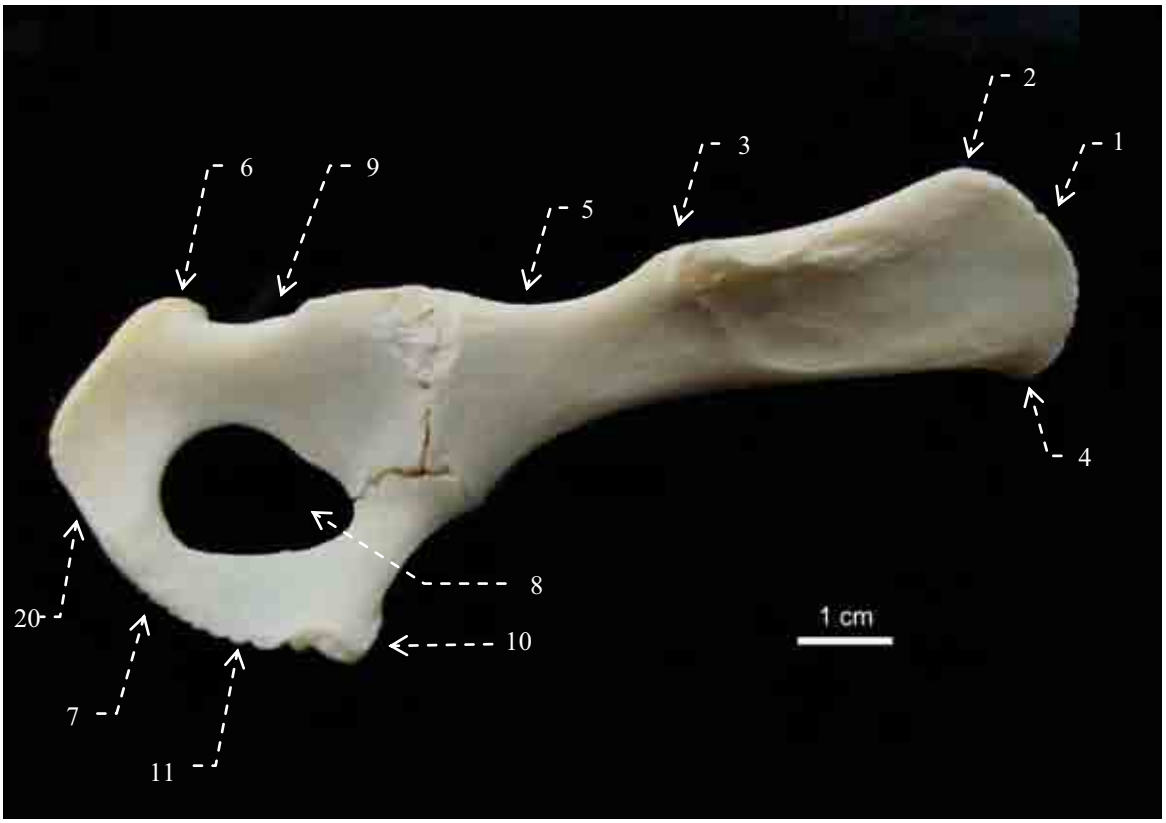


Figure 106 - Photographie de l'os coxal gauche, aspect médial

OS ILIUM
1 Ala ossis ilii, crista iliaca
2 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis cranialis
3 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis caudalis
4 Tuber sacrale, spina iliaca ventralis cranialis
5 Corpus ossis ilii

OS ISCHII
6 Tuber ischiadicum
7 Facies symphysialis
8 Foramen obturatum
9 Incisura ischiadica minor
20 Arcus ischiadicus

OS PUBIS
10 Tuberculum pubicum
11 Ramus caudalis ossis pubis

b) Incidence ventro-dorsale

Position de l'animal

L'animal est en décubitus dorsal. Les membres pelviens sont placés en extension de façon à ce que les fémurs soient parallèles.

Critères de qualité

Le bassin est symétrique. Les ailes de l'ilium et les foramens obturés peuvent servir de référence.

Les fémurs sont parallèles.

Anatomie radiographique du bassin

Sur cette incidence, on peut voir les deux os coxaux, le sacrum et les premières vertèbres caudales.

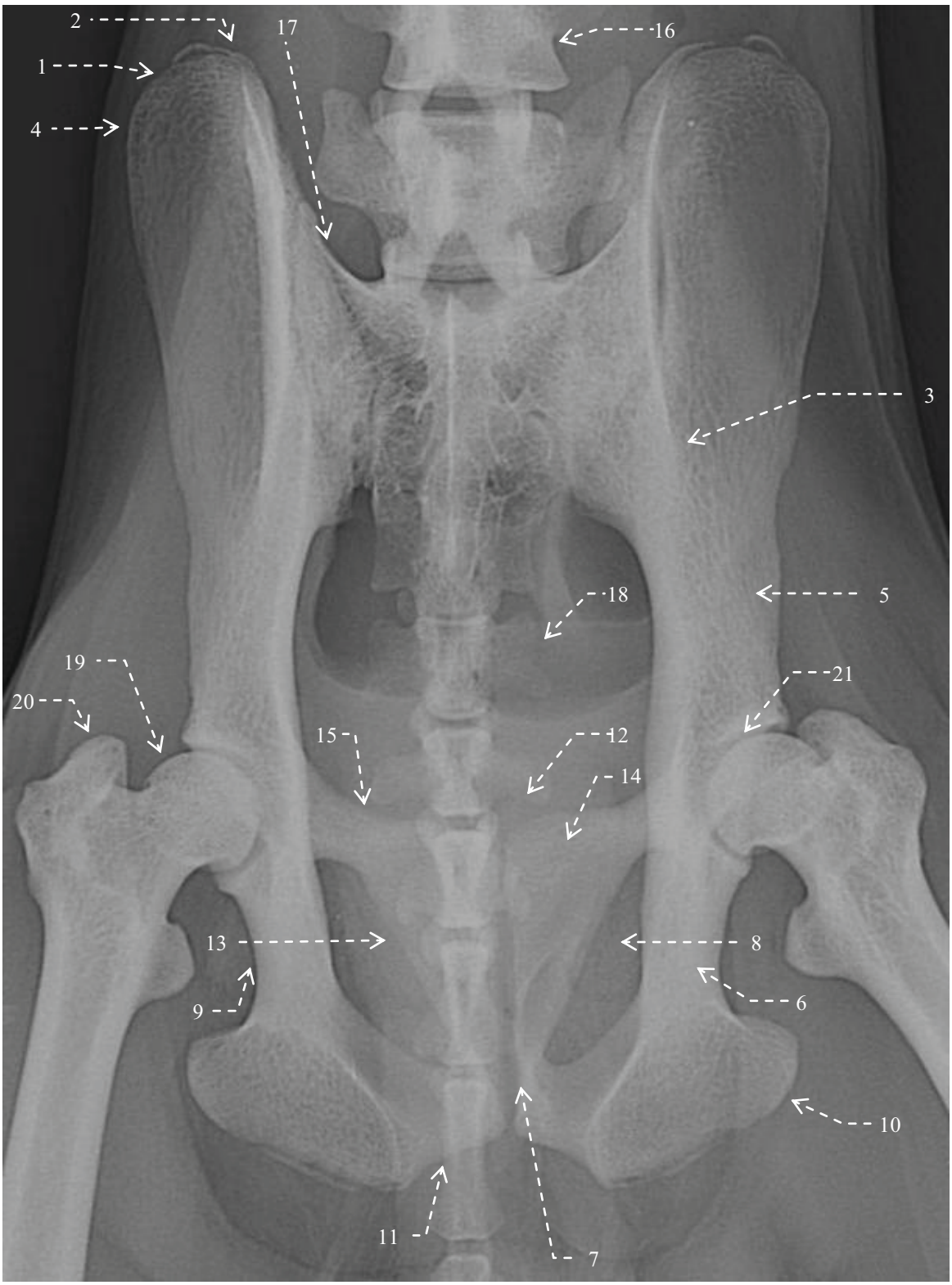


Figure 107 - Radiographie du bassin, incidence ventro-dorsale, hanches en extension

16 L VI corpus vertebrae
17 Alla ossis sacri
18 C I processus transversus
19 Caput ossis femori
20 Trochanter major

OS PUBIS
12 Tuberculum pubicum
13 Ramus caudalis ossis pubis
14 Ramus cranialis ossis pubis
15 Pecten ossis pubis

OS ACETABULUM
21 Facies lunata

OS ILIUM
1 Ala ossis ilii, crista iliaca
2 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis cranialis
3 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis caudalis
4 Tuber sacrale, spina iliaca ventralis cranialis
5 Corpus ossis ilii

OS ISCHII
6 Corpus ossis ischi
7 Facies symphysialis
8 Foramen obturatum
9 Incisura ischiadica minor
10 Tuber ischiadicum
11 Arcus ischiadicus

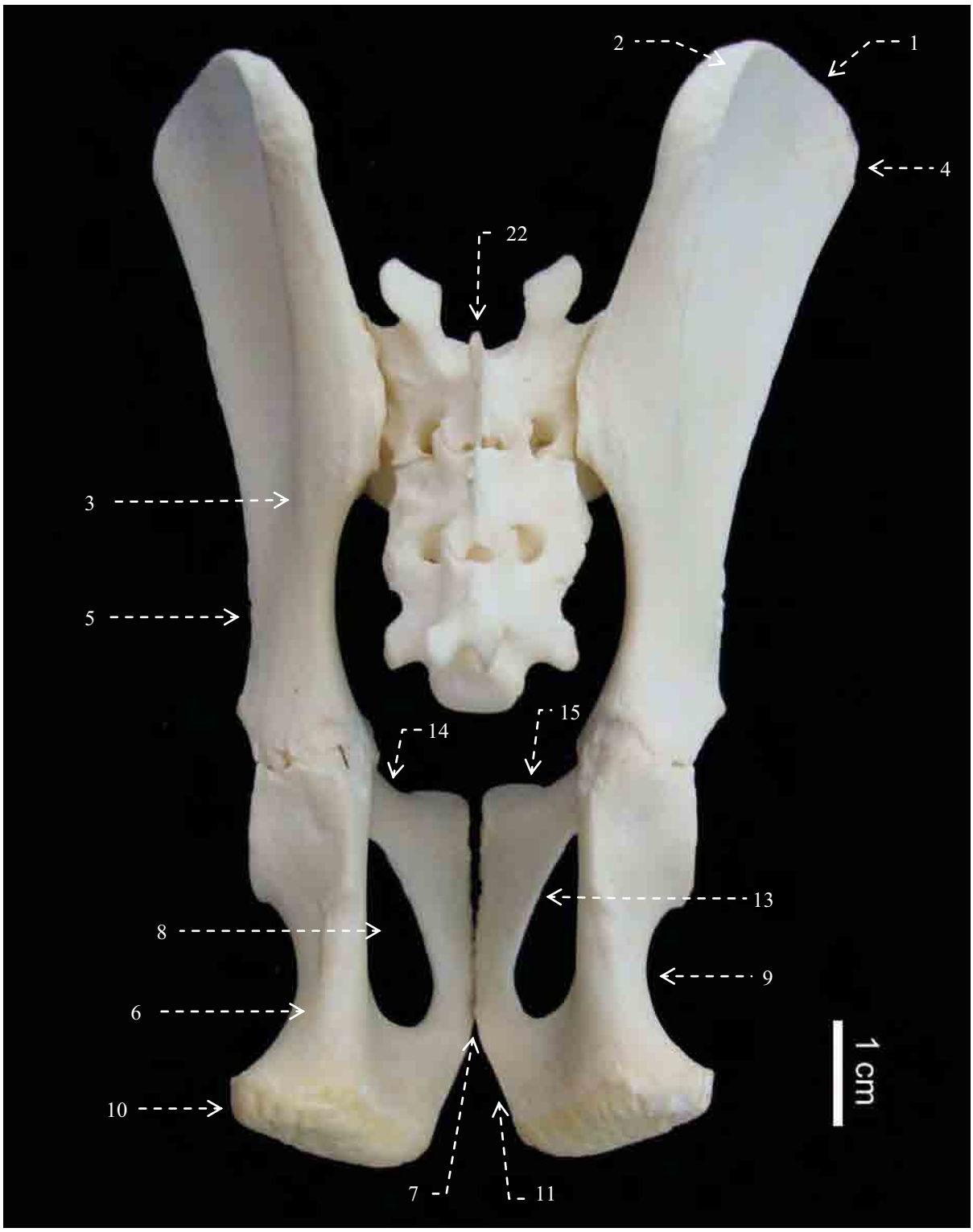


Figure 108 - Photographie du bassin, aspect dorsal

22 Sacrum processus spinosus

OS PUBIS
13 Ramus caudalis ossis pubis
14 Ramus cranialis ossis pubis
15 Pecten ossis pubis

OS ILIUM
1 Ala ossis ilii, crista iliaca
2 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis cranialis
3 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis caudalis
4 Tuber sacrale, spina iliaca ventralis cranialis
5 Corpus ossis ilii

OS ISCHII
6 Corpus ossis ischi
7 Facies symphysialis
8 Foramen obturatum
9 Incisura ischiadica minor
10 Tuber ischiadicum
11 Arcus ischiadicus

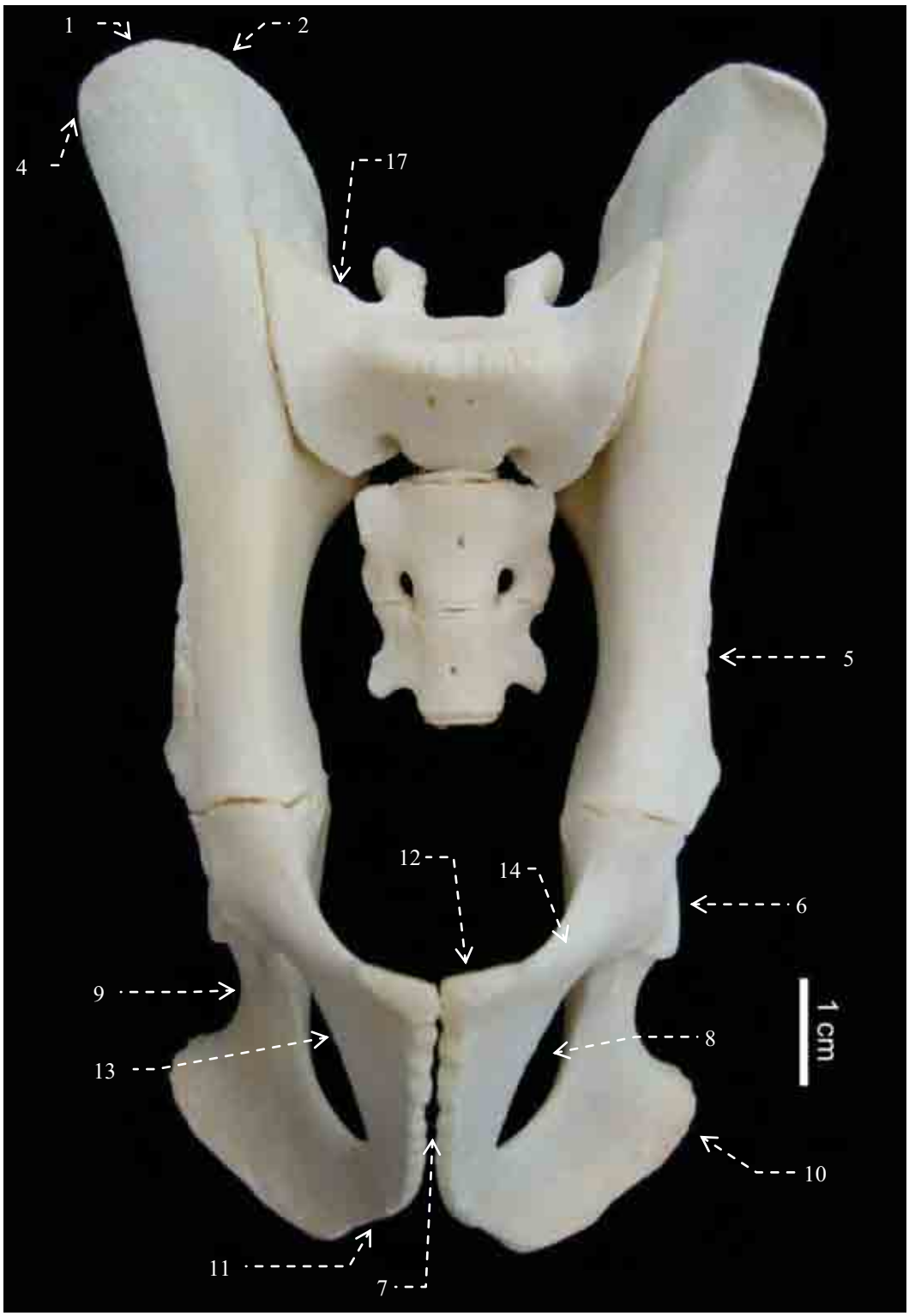


Figure 109 - Photographie du bassin, aspect ventral

17 Alla ossis sacri

OS PUBIS
12 Tuberculum pubicum
13 Ramus caudalis ossis pubis
14 Ramus cranialis ossis pubis

OS ILIUM
1 Ala ossi ilii, crista iliaca
2 Tuber sacrale, spina iliaca dorsalis cranialis
4 Tuber sacrale, spina iliaca ventralis cranialis
5 Corpus ossis ilii

OS ISCHII
6 Corpus ossis ischii
7 Facies symphysialis
8 Foramen obturatum
9 Incisura ischiadica minor
10 Tuber ischiadicum
11 Arcus ischiadicus

Anatomie radiographique de la hanche

Cette incidence met en évidence l'articulation de la hanche. Ceci permet de rechercher des signes d'incongruence articulaire et d'arthrose.

L'acétabulum est une large fosse présente sur la surface latérale de l'os coxal, situé ventralement entre l'ilium et l'ischium. L'acétabulum présente une surface articulaire lunaire interrompue par une encoche caudalement. La surface lunaire entoure une fosse qui est non articulaire.

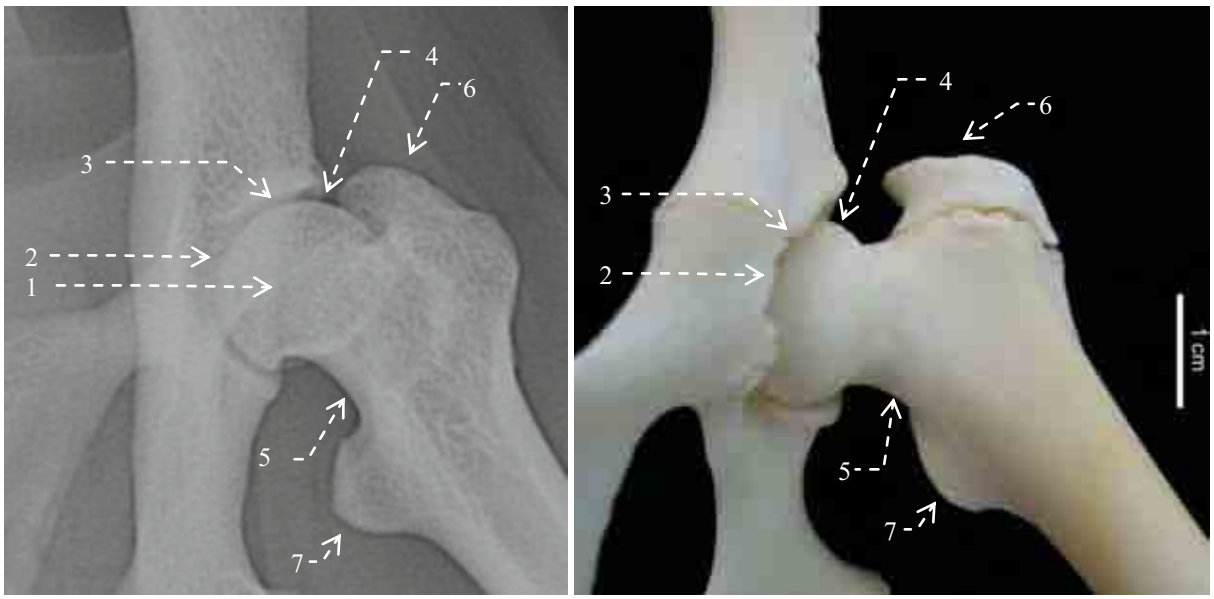
La tête du fémur fait plus d'un hémisphère et elle est de contour lisse et régulier. L'étendue de la surface articulaire est plus importante dorsalement que caudalement. Dorsalement au centre de la surface articulaire se trouve un trou profond, la *fovea capitis*. Le col fémoral est épais et plutôt long.

Le grand trochanter et le petit trochanter sont tous les deux larges.

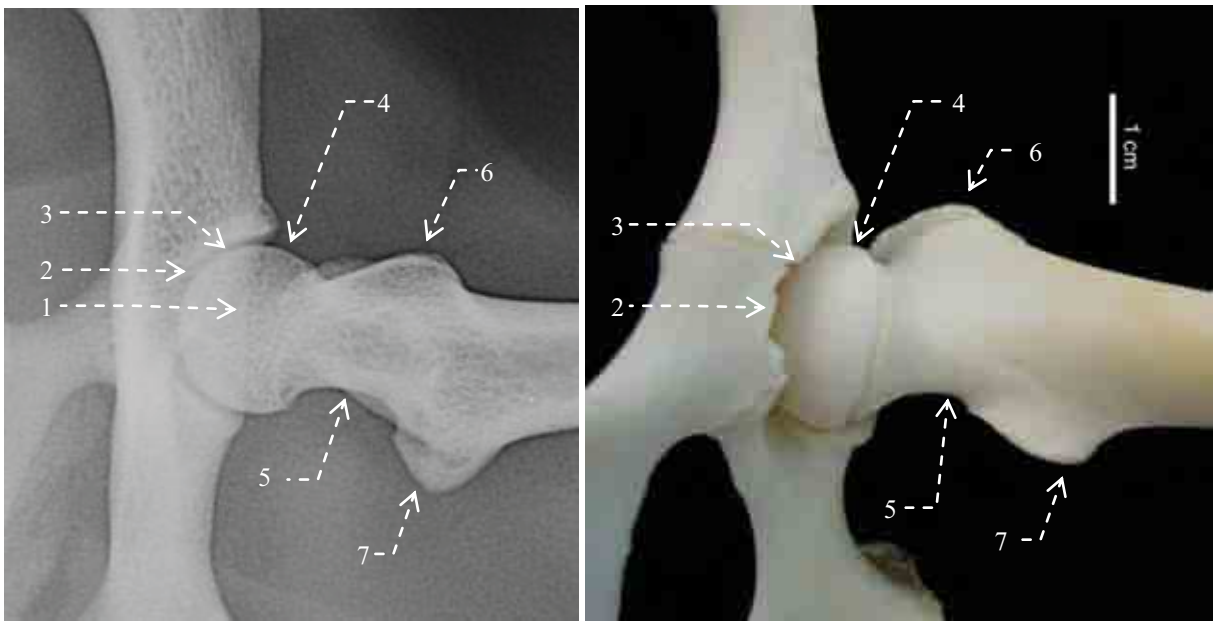
Le grand trochanter apparaît comme le prolongement crânial de la partie latérale du corps fémoral. Il se termine en une tubérosité. Ce prolongement est plus important que celui de la tête fémorale. La surface médiale est profondément concave et forme la fosse trochantérique avec le col fémoral.

Le petit trochanter se projette dorsomédialement à partir de la surface dorsale du corps fémoral, juste distalement à sa jonction avec le col fémoral. Il se termine en une tubérosité.

L'articulation de la hanche est une diarthrose multiaxiale. La capsule articulaire est forte.



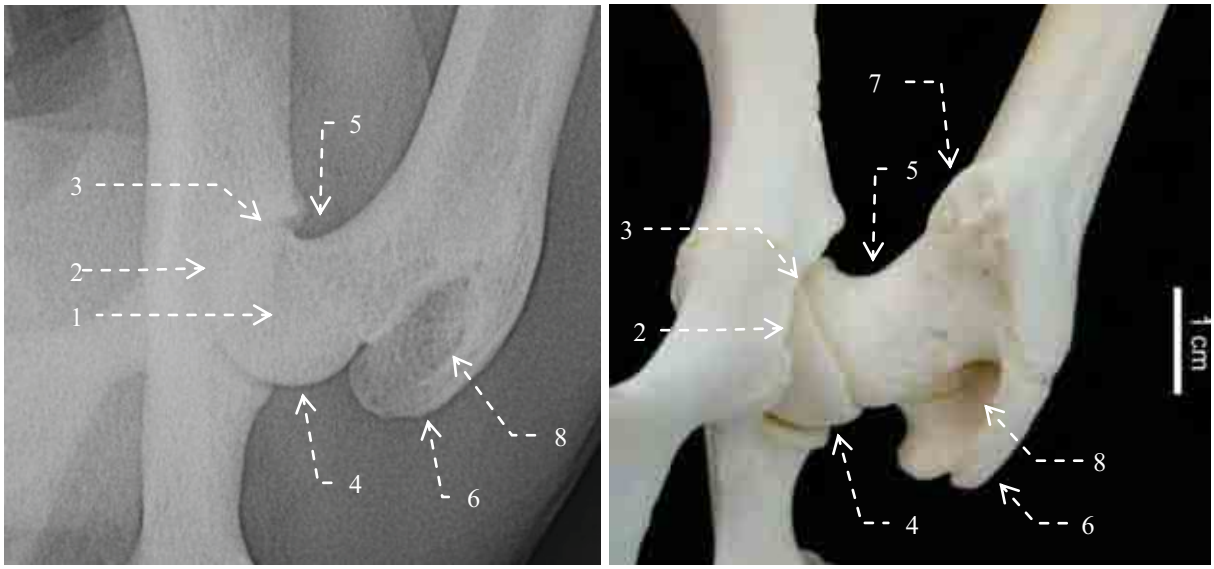
Figures 110 et 111 - Radiographie (à gauche) et photographie (à droite) de l'articulation de la hanche en extension



Figures 112 et 113 - Radiographie (à gauche) et photographie (à droite) de l'articulation de la hanche en abduction

ACETABULUM
1 Margo dorsalis
2 Margo ventralis
3 Facies lunata

OS FEMORIS
4 Caput ossis femoris
5 Collum ossis femoris
6 Trochanter major
7 Trochanter minor



Figures 114 et 115 - Radiographie (à gauche) et photographie (à droite) de l'articulation de la hanche en flexion

ACETABULUM
1 Margo dorsalis
2 Margo ventralis
3 Facies lunata

OS FEMORIS
4 Caput ossis femoris
5 Collum ossis femoris
6 Trochanter major
7 Trochanter minor
8 Fossa trochanterica

3.2 - Fémur

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière et placé en abduction pour dégager l'articulation de la hanche. Le tarse est surélevé de quelques centimètres pour éviter la rotation du grasset.

Critères de qualité

Les articulations de la hanche et du genou sont visibles.

Les condyles fémoraux sont superposés.

Anatomie radiographique

Le fémur est un os long. Il est articulé par sa tête à l'acétabulum à son extrémité proximale et par ses condyles aux os de la jambe à son extrémité distale. Son corps, très allongé, est cylindrique et légèrement arqué.

Sur cette incidence, on peut voir en région proximale la tête fémorale, la projection du grand trochanter, qui se trouve en réalité sur la face latérale, et le petit trochanter, situé sur la face médiale du corps.

L'extrémité distale du fémur présente un condyle médial et un condyle latéral, une fosse intercondylienne, un épicondyle médial et un épicondyle latéral, et une trochlée. Les deux condyles sont convexes. Ils sont séparés par une large fosse intercondylienne. La surface médiale du condyle médial et la surface latérale du condyle latéral sont rugueuses et forment respectivement les épicondyles médial et latéral. Caudalement aux condyles fémoraux se trouvent deux os sésamoïdes. La trochlée fémorale est concave. Sa partie latérale est un peu plus large que la médiale.

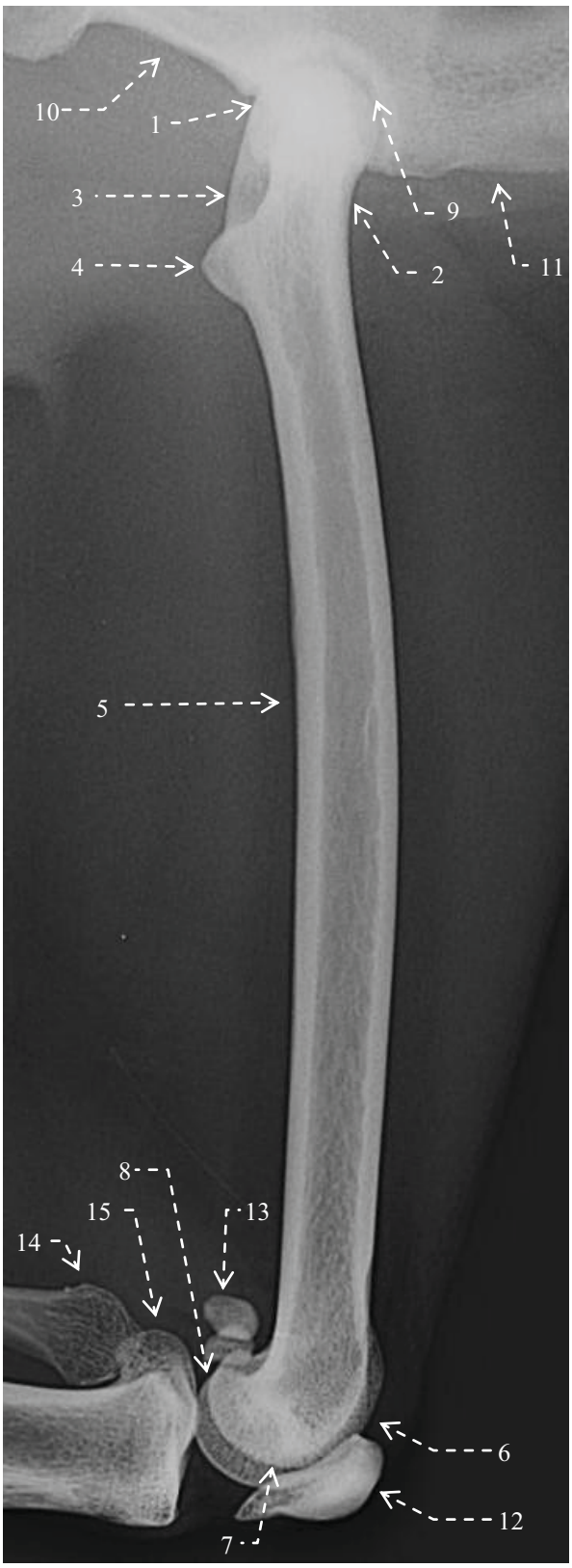
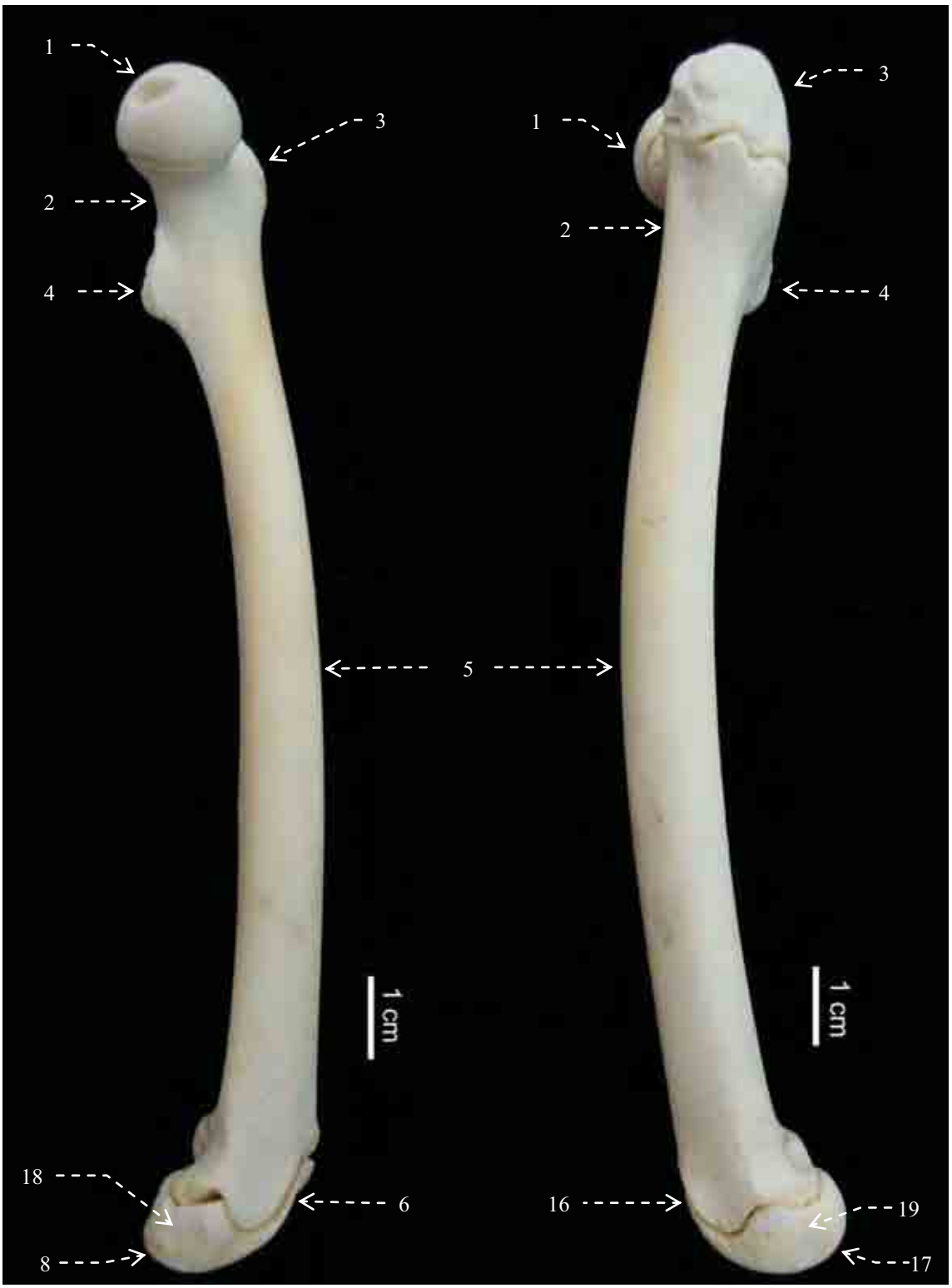


Figure 116 - Radiographie du fémur, incidence médio-latérale

9 Acetabulum facies lunata
10 Corpus ossis ischi
11 Corpus ossis ilii
12 Patella
13 Os sesamoideum
m. gastrocnemii laterale
14 Caput fibulae
15 Tibia condylus medialis

OS FEMORIS
1 Caput ossis femoris
2 Collum ossis femoris
3 Trochanter major
4 Trochanter minor
5 Corpus ossis femori
6 Trochlea ossis femoris, labium mediale
7 Trochlea ossis femoris, sulcus medianus
8 Condylus medialis



Figures 117 et 118 - Photographies du fémur, aspects médial (à gauche) et latéral (à droite)

OS FEMORIS

1 Caput ossis femoris
2 Collum ossis femoris
3 Trochanter major
4 Trochanter minor
5 Corpus ossis femori
6 Trochlea ossis femoris, labium mediale
8 Condylus medialis
16 Trochlea ossis femoris, labium laterale
17 Condylus lateralis
18 Epicondylus medialis
19 Epicondylus lateralis

b) Incidence cranio-caudale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension de façon à ce que le fémur soit parallèle à la table.

Critères de qualité

Les articulations de la hanche et du genou sont visibles.

La patelle est superposée au centre des deux condyles fémoraux.

Anatomie radiographique

Sur cette incidence, on observe en partie proximale la tête fémorale portée médialement par le col fémoral, épais et long. La tête fémorale fait plus d'un hémisphère et elle est de contour lisse et régulier. L'étendue de la surface articulaire est plus importante dorsalement que caudalement. Dorsalement au centre de la surface articulaire se trouve un trou profond, la *fovea capitis*.

Le grand trochanter et le petit trochanter sont tous les deux larges.

On distingue latéralement le grand trochanter, séparé du col fémoral par la fosse trochantérique, qui apparaît avec une radiodensité moins marquée. Il est le prolongement crânial de la partie latérale du corps fémoral et il se termine en une tubérosité.

Le petit trochanter est situé distalement au col fémoral, médialement. Il est le prolongement dorso-médial du corps fémoral et il se termine en une tubérosité.

En région distale, la patelle se superpose à la trochlée fémorale. Les os sésamoïdes sont situés au-dessus des condyles fémoraux. Les deux condyles fémoraux répondent respectivement aux deux condyles portés par le plateau tibial. L'éminence intercondylaire, entre les deux condyles, répond à la fosse intercondylaire du fémur.

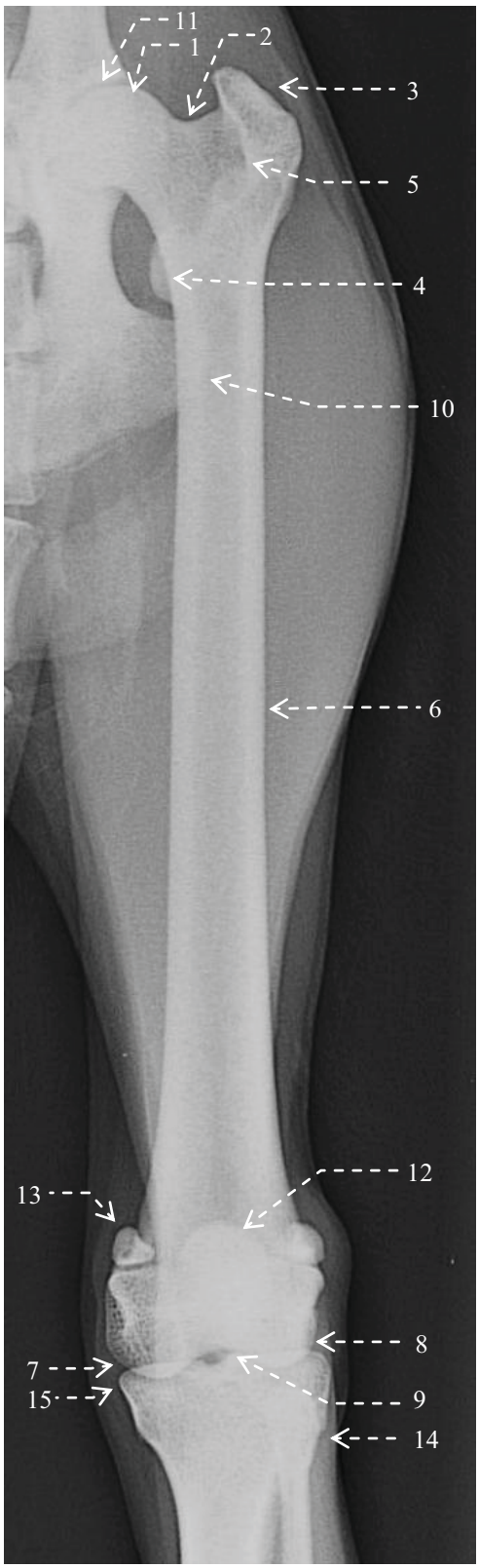
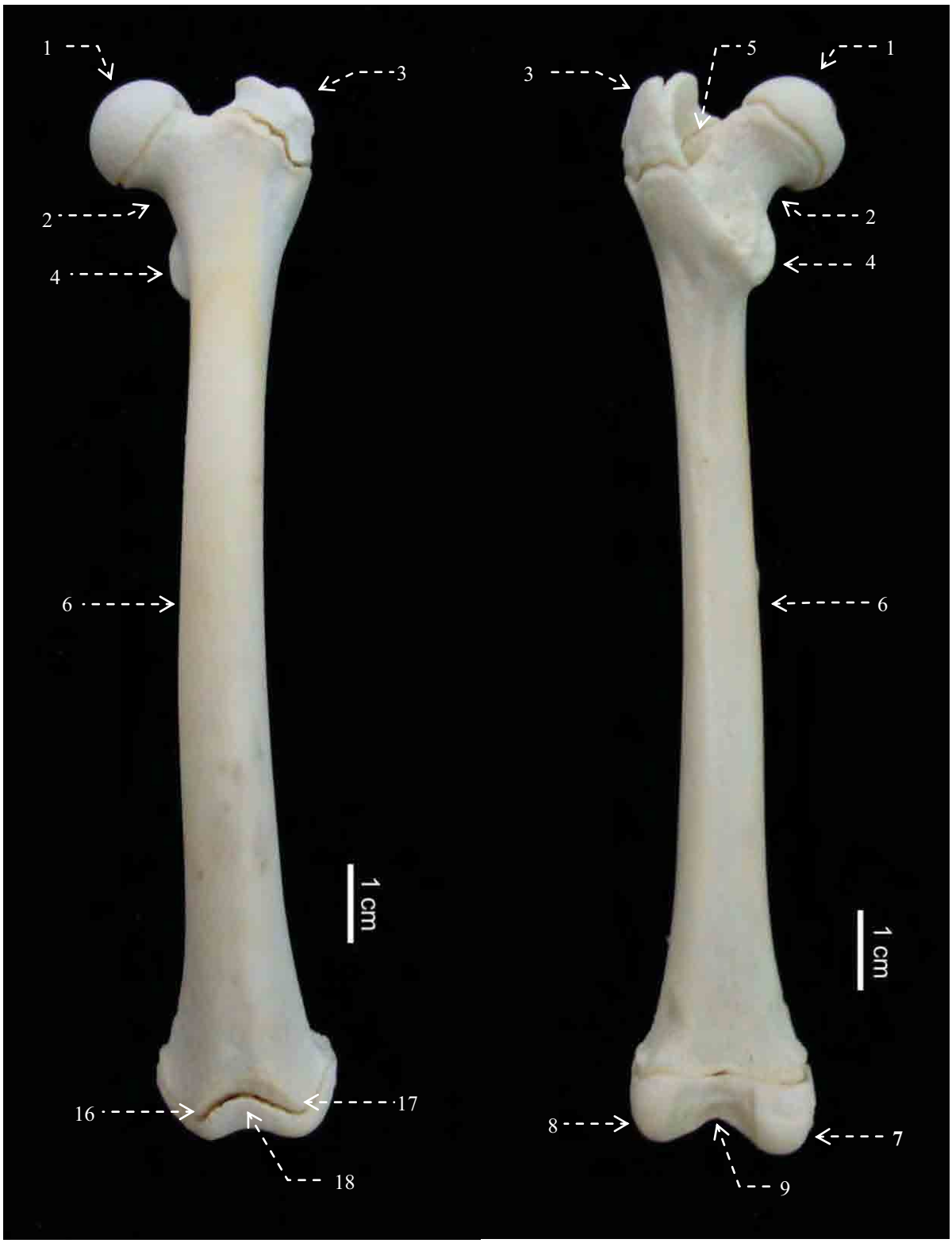


Figure 119 - Radiographie du fémur, incidence cranio-caudale

10 Tuber ischiadicum
11 Acetabulum facies lunata
12 Patella
13 Os sesamoideum m. gastrocnemii mediale
14 Caput fibulae
15 Tibia condylus medialis

OS FEMORIS

1 Caput ossis femoris
2 Collum ossis femoris
3 Trochanter major
4 Trochanter minor
5 Fossa trochanterica
6 Corpus ossis femori
7 Condylus medialis
8 Condylus lateralis
9 Fossa intercondylaris



Figures 120 et 121 - Photographies du fémur, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)

OS FEMORIS

1 Caput ossis femoris
2 Collum ossis femoris
3 Trochanter major
4 Trochanter minor
5 Fossa trochanterica
6 Corpus ossis femori
7 Condylus medialis
8 Condylus lateralis
9 Fossa intercondylaris
16 Trochlea ossis femoris, labium mediale
17 Trochlea ossis femoris, labium laterale
18 Trochlea ossis femoris, sulcus medianus

3.3 - Genou

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière et placé en abduction. Le tarse est surélevé de quelques centimètres pour éviter la rotation du grasset.

Critères de qualité

Les condyles fémoraux sont superposés.

Anatomie radiographique

L'extrémité distale du fémur présente un condyle médial et un condyle latéral, une fosse intercondylienne, un épicondyle médial et un épicondyle latéral, et une trochlée. Les deux condyles sont convexes. Ils sont séparés par une large fosse intercondylienne. La surface médiale du condyle médial et la surface latérale du condyle latéral sont rugueuses et forment respectivement les épicondyles médial et latéral. Caudalement aux condyles fémoraux se trouvent deux os sésamoïdes, qui sont contenus dans les tendons d'insertion des muscles gastrocnémiens médial et latéral. La trochlée fémorale est concave. Sa partie latérale est un peu plus large que la médiale.

L'extrémité proximale du tibia comporte un condyle médial, un condyle latéral et une tubérosité tibiale. La surface articulaire proximale est concave et reçoit les condyles fémoraux. Entre les deux surfaces articulaires se trouve une élévation, l'éminence intercondylaire, qui est faite des tubercules intercondylaires médial et latéral. Sur la surface distale du condyle latéral, une surface articulaire plate et elliptique reçoit la fibula. La tubérosité tibiale est située sur la partie distale de l'épiphyse, crânialement aux condyles. Elle correspond à la terminaison du muscle quadriceps fémoral via le ligament patellaire.

L'extrémité proximale de la fibula correspond à la tête fibulaire. Une surface articulaire plate et elliptique reçoit le condyle latéral du tibia.

La patelle est logée dans la trochlée fémorale. Elle repose comme un os sésamoïde sur le tendon extenseur. Elle est de forme ovoïde.

L'articulation du genou est une diarthrose, la capsule articulaire est forte sauf dans sa partie antérieure.

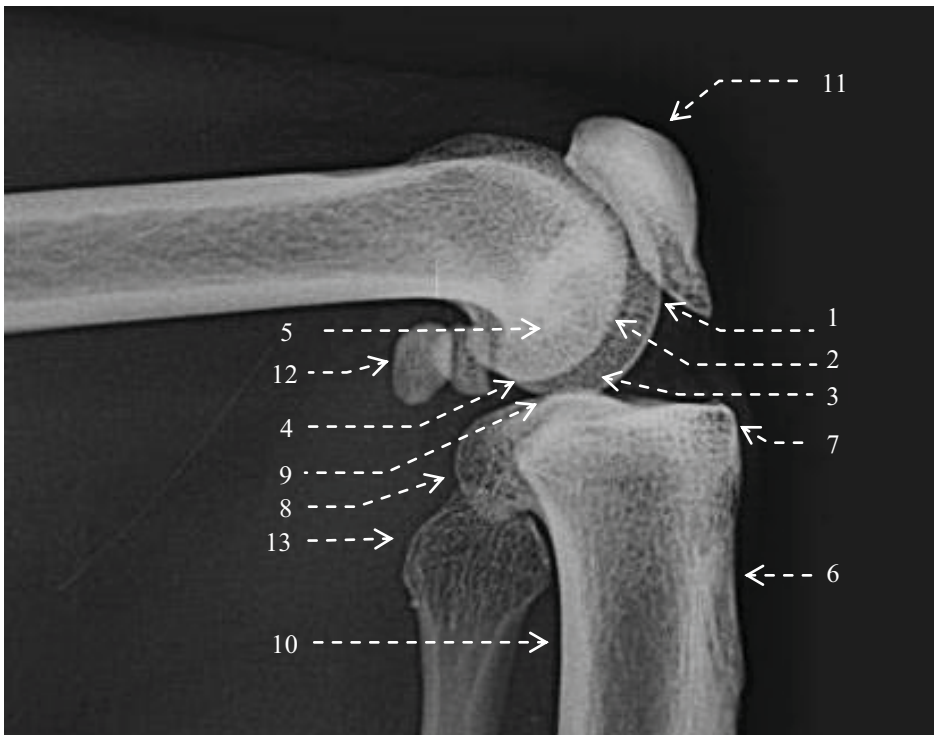


Figure 122 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence médio-latérale

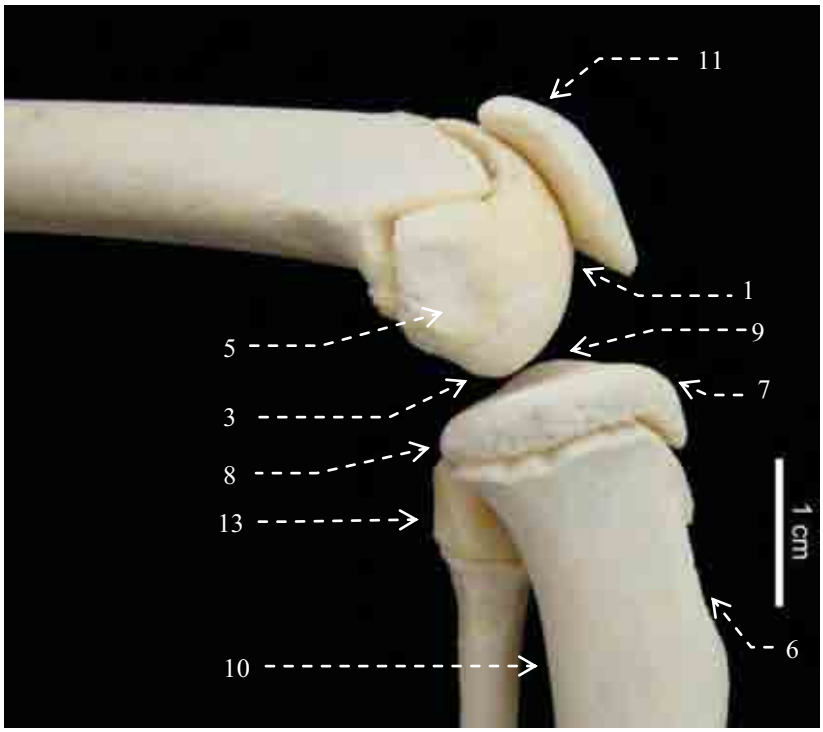


Figure 123 - Photographie de l'articulation du genou, aspect médial

OS FEMORIS

1 Trochlea ossis femoris, labium mediale
2 Trochlea ossis femoris, sulcus medianus
3 Condylus medialis
4 Fossa intercondylaris
5 Epicondylus medialis

TIBIA

6 Margo cranialis
7 Tuberositas tibiae
8 Condylus medialis
9 Tuberculum intercondylare
10 Margo medialis

11 Patella
12 Os sesamoideum m. gastrocnemii laterale
13 Caput fibulae

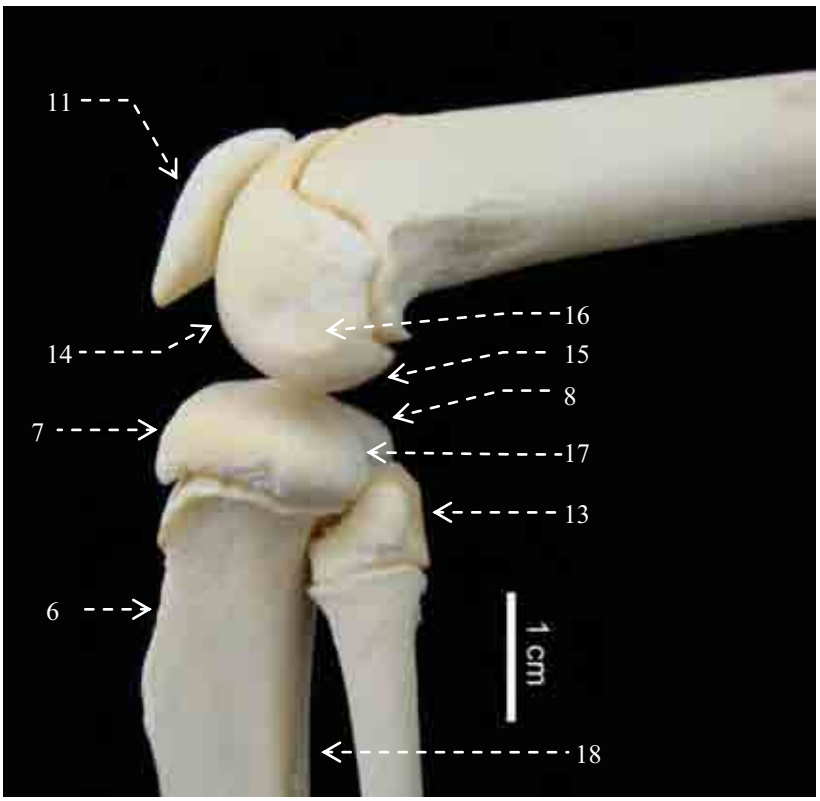
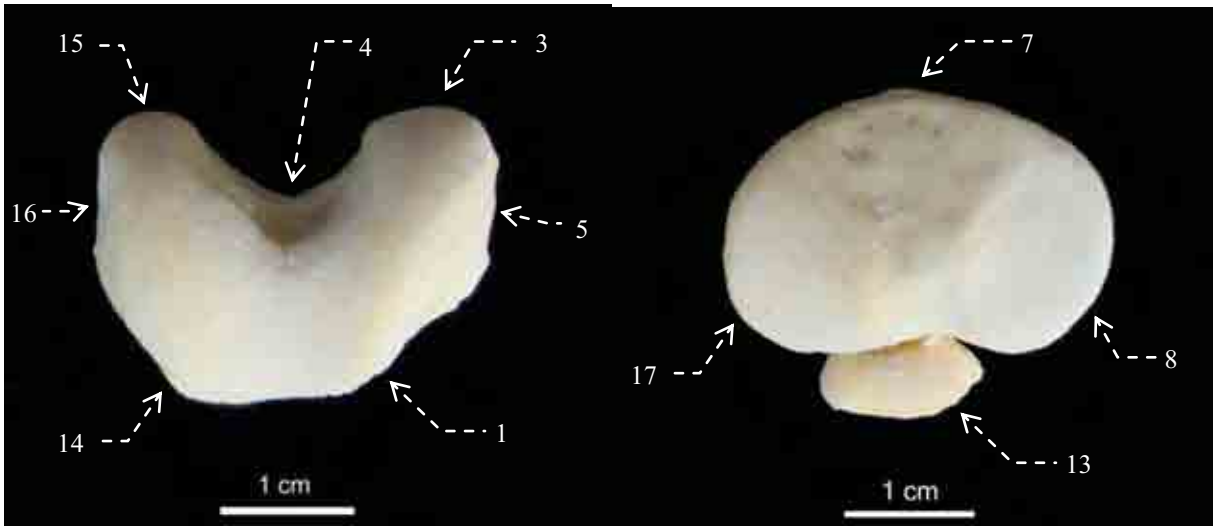


Figure 124 - Photographie de l'articulation du genou, aspect latéral



Figures 125 et 126 - Photographies de l'extrémité distale du fémur, aspect distal (à gauche) et des extrémités proximales du tibia et de la fibula, aspect proximal (à droite)

11 Patella
13 Caput fibulae

OS FEMORIS

1 Trochlea ossis femoris, labium mediale
3 Condylus medialis
4 Fossa intercondylaris
5 Epicondylus medialis
14 Trochlea ossis femoris, labium laterale
15 Condylus lateralis
16 Epicondylus lateralis

TIBIA

6 Margo cranialis
7 Tuberositas tibiae
8 Condylus medialis
17 Condylus lateralis
18 Margo lateralis

b) Incidence cranio-caudale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension de façon à ce que le fémur soit parallèle à la table.

Critères de qualité

La patelle est superposée au centre des deux condyles fémoraux.

Anatomie radiographique

Sur cette incidence, la patelle se superpose à la trochlée fémorale. Les os sésamoïdes sont situés au-dessus des condyles fémoraux. Les deux condyles fémoraux répondent respectivement aux deux condyles portés par le plateau tibial. L'éminence intercondylaire, entre les deux condyles, répond à la fosse intercondylaire du fémur. L'espace articulaire fémoro-tibial est visible.

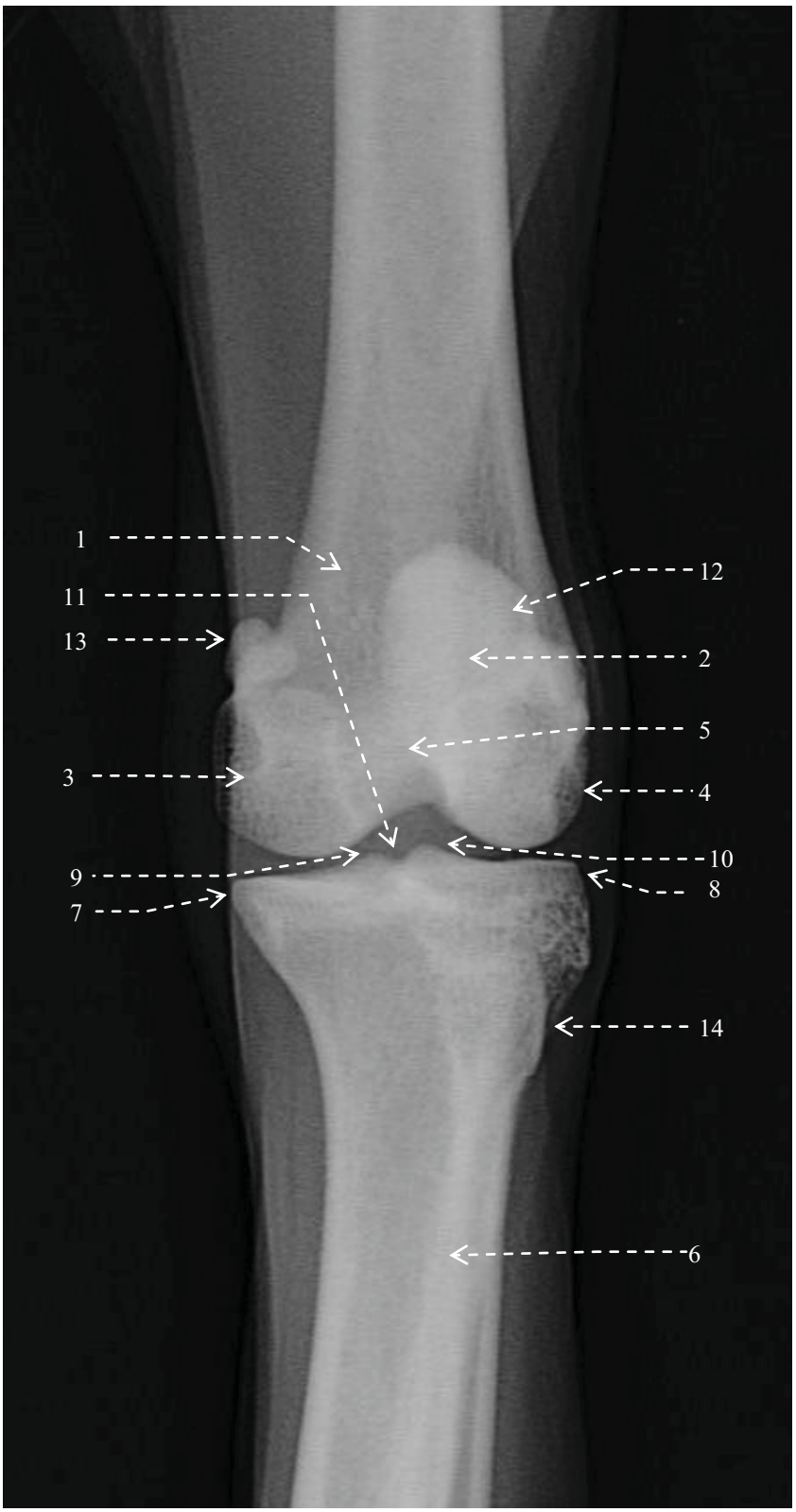


Figure 127 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence cranio-caudale

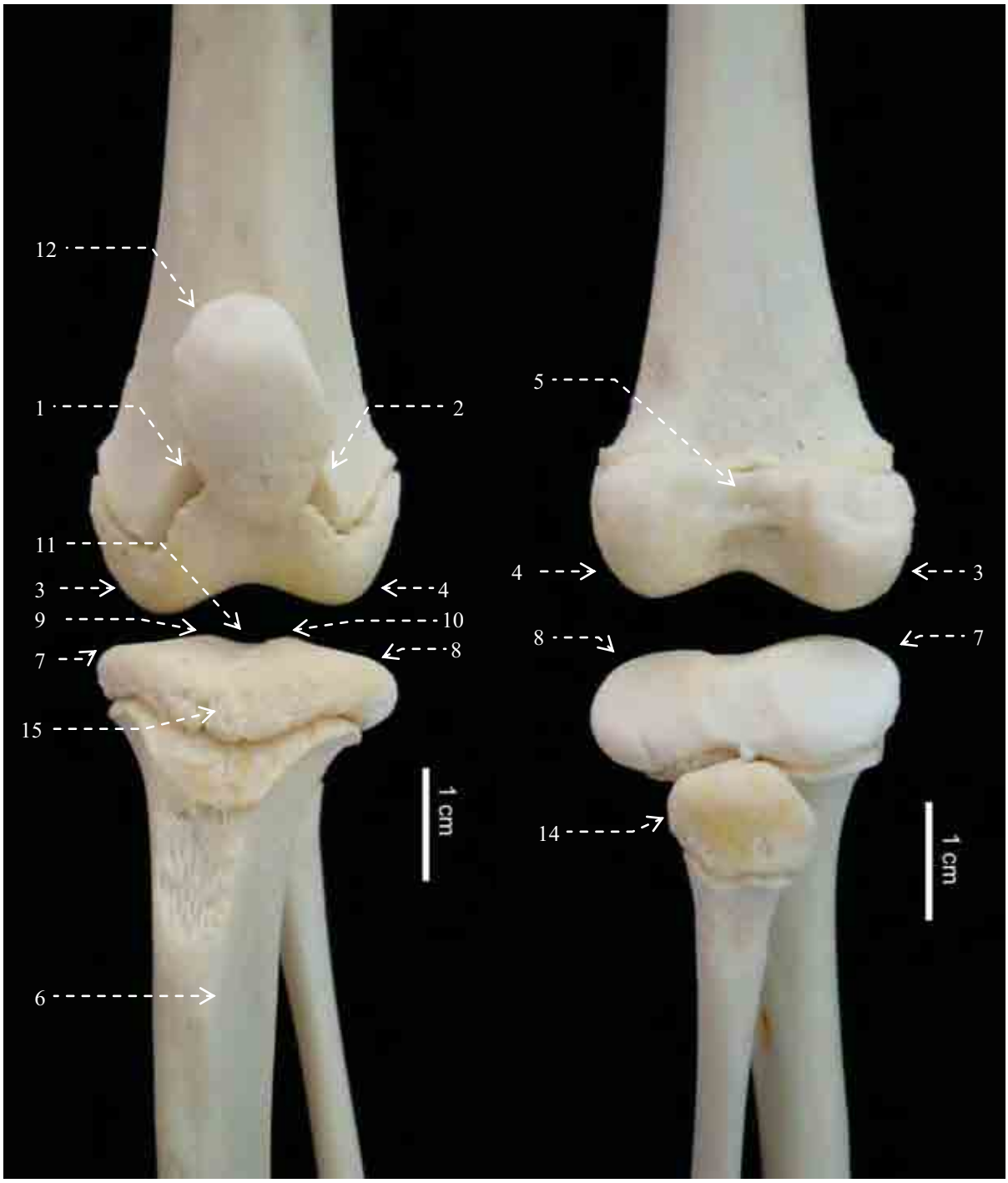
OS FEMORIS

1 Trochlea ossis femoris, labium mediale
2 Trochlea ossis femoris, labium laterale
3 Condylus medialis
4 Condylus lateralis
5 Fossa intercondylaris

TIBIA

6 Margo cranialis
7 Condylus medialis
8 Condylus lateralis
9 Tuberculum intercondylare mediale
10 Tuberculum intercondylare laterale
11 Area intercondylaris centralis

12 Patella
13 Os sesamoideum m. gastrocnemii mediale
14 Caput fibulae



Figures 128 et 129 - Photographies de l'articulation du genou, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)

	OS FEMORIS	TIBIA
12 Patella	1 Trochlea ossis femoris, labium mediale	6 Margo cranialis
14 Caput fibulae	2 Trochlea ossis femoris, labium laterale	7 Condylus medialis
	3 Condylus medialis	8 Condylus lateralis
	4 Condylus lateralis	9 Tuberculum intercondylare mediale
	5 Fossa intercondylaris	10 Tuberculum intercondylare laterale
		11 Area intercondylaris centralis
		15 Tuberositas tibiae

3.4 - Tibia et fibula

a) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table en position neutre. Le membre contro-latéral est ramené vers l'arrière ou placé en abduction.

Critères de qualité

Les articulations du genou et du tarse sont visibles.

Les condyles fémoraux sont superposés.

Anatomie radiographique

Le tibia est articulé avec le fémur au niveau de son extrémité proximale, avec la fibula latéralement, et avec le talus au niveau de son extrémité distale.

L'extrémité proximale du tibia comporte un condyle médial, un condyle latéral et une tubérosité tibiale. La surface articulaire proximale est concave et reçoit les condyles fémoraux. Entre les deux surfaces articulaires se trouve une élévation, l'éminence intercondylaire, qui est faite des tubercules intercondylaires médial et latéral. Sur la surface distale du condyle latéral, une surface articulaire plate et elliptique reçoit la fibula. La tubérosité tibiale est située sur la partie inférieure de l'épiphyse, crânialement aux condyles. Elle correspond à la terminaison du muscle quadriceps fémoral via le ligament patellaire.

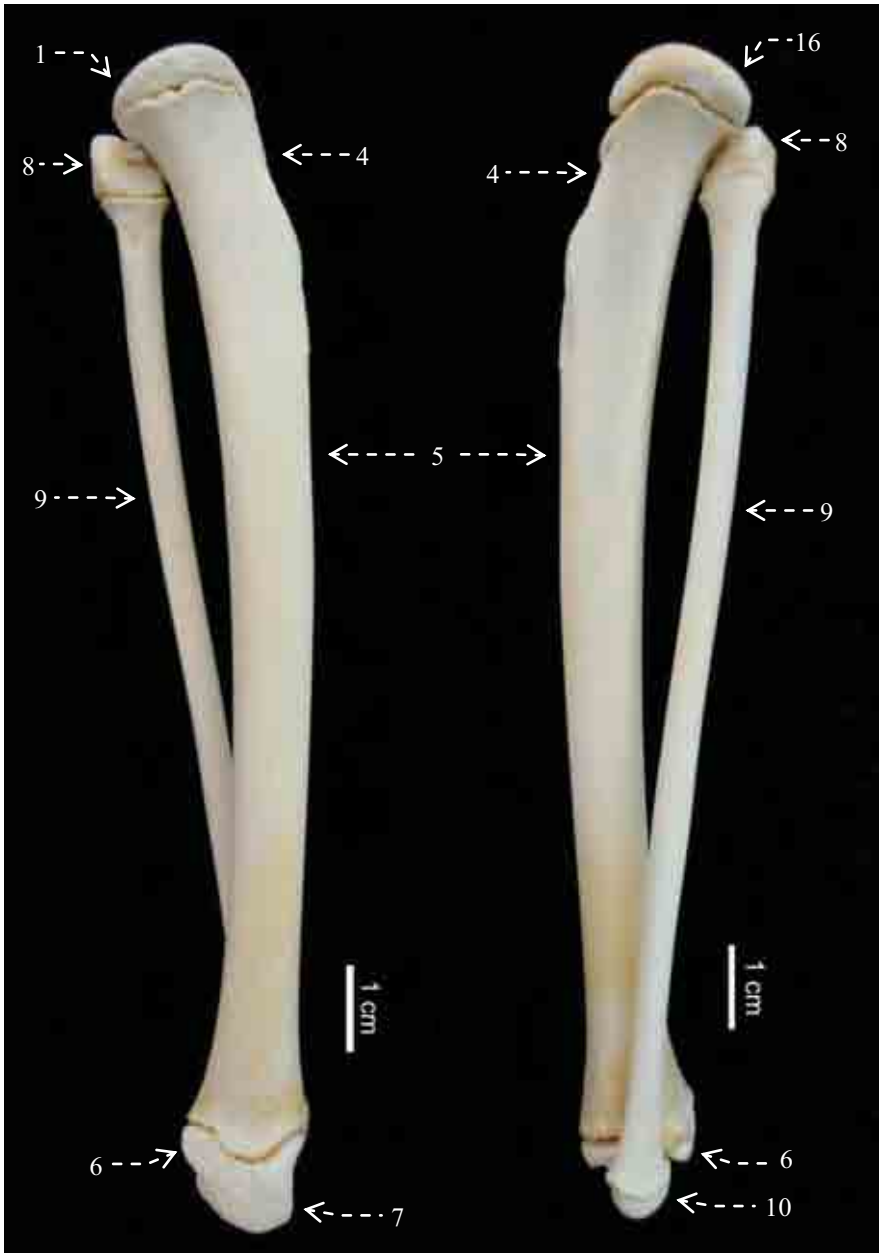
La fibula est un os long, fin et incurvé qui longe le tibia latéralement. Elle s'articule proximalement, au niveau de sa tête, avec le condyle latéral du tibia. Elle s'articule distalement avec les os de la rangée proximale du tarse.

Figure 130 - Radiographie de la jambe, incidence médio-latérale

11 Os femoris condylus medialis
12 Patella
13 Os sesamoideum
m. gastrocnemii laterale
14 Trochlea tali proximalis
15 Tuber calcanei

TIBIA
1 Condylus medialis
2 Tuberculum intercondylare
3 Tuberositas tibiae
4 Margo cranialis
5 Corpus tibiae
6 Cochlea tibiae
7 Malleolus medialis

FIBULA
8 Caput fibulae
9 Corpus fibulae
10 Maellolus lateralis



Figures 131 et 132 - Photographie de la jambe, aspects médial (à gauche) et latéral (à droite)

TIBIA
1 Condylus medialis
4 Margo cranialis
5 Corpus tibiae
6 Cochlea tibiae
7 Malleolus medialis
16 Condylus lateralis

FIBULA
8 Caput fibulae
9 Corpus fibulae
10 Maellolus lateralis

b) Incidence cranio-caudale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension.

Critères de qualité

Les articulations du genou et du tarse sont visibles.

La patelle est superposée au centre des deux condyles fémoraux.

Anatomie radiographique

La forme du tibia varie sur sa longueur. Sa section est triangulaire à son extrémité proximale, ovale au milieu et circulaire à son extrémité distale.

L'extrémité distale du tibia est formée par la cochlée tibiale, surface articulaire répondant à la trochlée du talus et par la malléole médiale qui poursuit de quelques millimètres la surface médiale du tibia. La surface latérale de cette malléole est articulaire. L'encoche, l'échancrure pour la fibula occupe la surface latérale de l'extrémité distale du tibia.

L'extrémité distale de la fibula se compose de la malléole latérale. Sa surface médiale est articulaire et forme une diarthrose avec le talus. La fibula s'articule également avec le calcanéus.

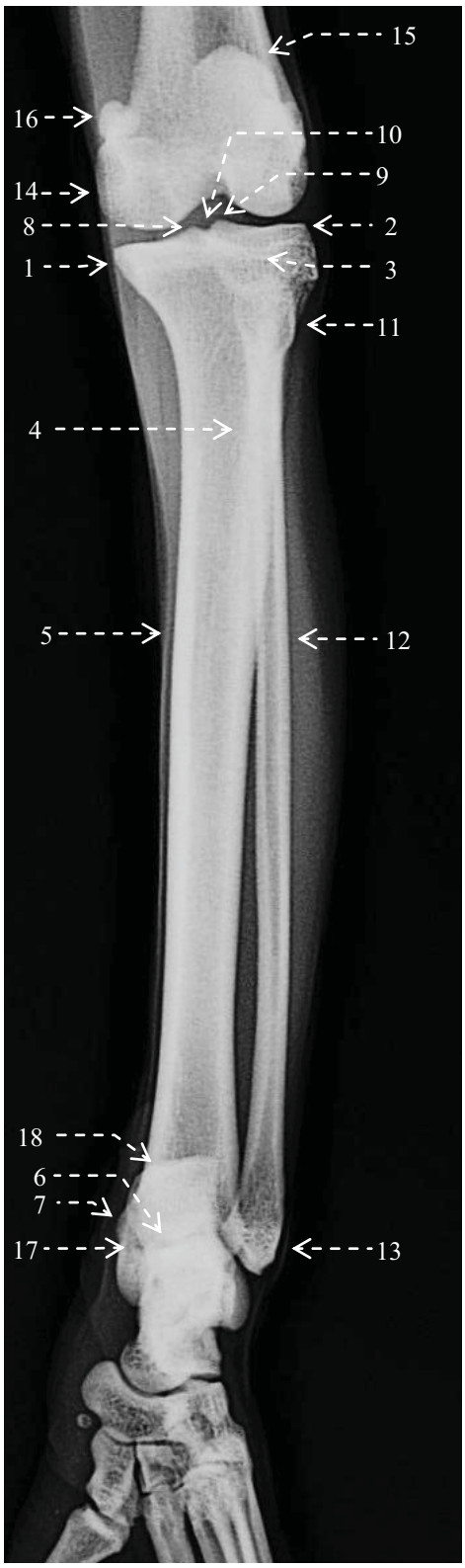


Figure 133 - Radiographie de la jambe, incidence cranio-caudale

14 Os femoris condylus medialis
15 Patella
16 Os sesamoideum
m. gastrocnemii mediale
17 Trochlea tali proximalis
18 Tuber calcanei

TIBIA
1 Condylus medialis
2 Condylus lateralis
3 Tuberositas tibiae
4 Margo cranialis
5 Corpus tibiae
6 Cochlea tibiae
7 Malleolus medialis
8 Tuberculum intercondylare mediale
9 Tuberculum intercondylare laterale
10 Area intercondylaris centralis

FIBULA
11 Caput fibulae
12 Corpus fibulae
13 Maellolus lateralis

Figures 134 et 135 - Photographies de la jambe, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite)

TIBIA
1 Condylus medialis
2 Condylus lateralis
4 Margo cranialis
5 Corpus tibiae
6 Cochlea tibiae
7 Malleolus medialis
8 Tuberculum intercondylare mediale
9 Tuberculum intercondylare laterale
10 Area intercondylaris centralis

FIBULA
11 Caput fibulae
12 Corpus fibulae
13 Maellolus lateralis

3.5 - Tarse et pied

a) Incidence dorso-plantaire

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier contre la table en extension.

Critères de qualité

Le calcaneus est superposé au tibia.

Les os métatarsiens sont isolés les uns des autres.

Anatomie radiographique

L'extrémité distale du tibia est de section quadrilatérale. La malléole médiale poursuit de quelques millimètres la surface médiale du tibia. La surface latérale de cette malléole est articulaire. L'encoche, l'échancrure pour la fibula occupe la surface latérale de l'extrémité distale du tibia.

L'extrémité distale de la fibula se compose de la malléole latérale. Sa surface médiale est articulaire et forme une diarthrose avec le talus.

Le tarse est composé de sept os disposés sur deux rangées entre lesquelles existe une pièce intercalaire. Le talus et le calcanéus composent la rangée proximale. Les os tarsaux I, II, III (ou os cunéiformes) et l'os tarsal IV composent la rangée distale. Ils sont numérotés de I à IV du côté tibial au côté fibulaire. L'os tarsal IV ou os cuboïde résulte de la fusion des os tarsaux IV et V. Entre ces deux rangées se situe l'os central du tarse ou os naviculaire.

Le talus présente un corps massif d'allure cuboïde. Il s'articule avec les os de la jambe. Sa surface proximale s'articule centralement par sa trochlée avec la cochlée tibiale, médialement et latéralement avec les malléoles médiale et latérale. La surface plantaire du talus est presque entièrement composée de l'aire articulaire pour le calcanéus. Elle est convexe. La partie distale est articulée avec l'os naviculaire.

Le calcanéus est l'os du tarse le plus important en taille. Il s'articule proximalement avec la fibula. Sur sa surface dorsale se trouve la surface articulaire pour le talus. La surface distale du calcanéus s'articule avec l'os cuboïde. La tubérosité calcanéenne forme la terminaison proximale. Elle forme la pointe du talon et sert de bras de levier pour l'action des muscles extenseurs du pied.

L'os central ou os naviculaire se trouve entre le talus et les os cunéiformes. Une surface articulaire concave pour le talus couvre la surface proximale de l'os. L'extrémité distale possède deux facettes articulaires pour les trois os cunéiformes. La surface latérale forme une diarthrose avec l'os cuboïde.

Les os du rang distal se trouvent entre l'os naviculaire et le calcanéus proximalement et les os métatarsiens distalement. On identifie du côté médial au côté latéral les os cunéiformes médial, intermédiaire et latéral, qui s'articulent respectivement avec les os métatarsiens I, II et III et l'os tarsal IV qui s'articule avec les os métatarsiens IV et V. Chez les adultes on peut voir un os sésamoïde dans la portion du tendon du muscle long péronier qui repose sur la surface latérale de l'os tarsal IV. Le premier os cunéiforme a la forme d'une botte et sa surface articulaire distale est condylienne.

On observe une similarité de construction entre le squelette de la main et celui du pied. Cependant, les os métatarsiens et les phalanges du pied sont plus longs et plus étroits que les os métacarpiens et les phalanges de la main.

Le métatarse est formé de cinq os métatarsiens disposés parallèlement les uns aux autres et numérotés de I à V, du côté médial au côté latéral. Chacun de ces os longs répond par son extrémité proximale à une des pièces de la rangée distale du tarse et par son extrémité distale à un doigt. Chaque articulation métatarso-phalangienne comporte deux petits os sésamoïdes en face plantaire. Les doigts du pied, comme ceux de la main, sont composés de trois phalanges : proximale, intermédiaire et distale ; sauf le doigt I qui n'en comporte que deux : intermédiaire et distale. Les extrémités distales des phalanges proximales et intermédiaires portent des surfaces articulaires correspondant à des trochlées.

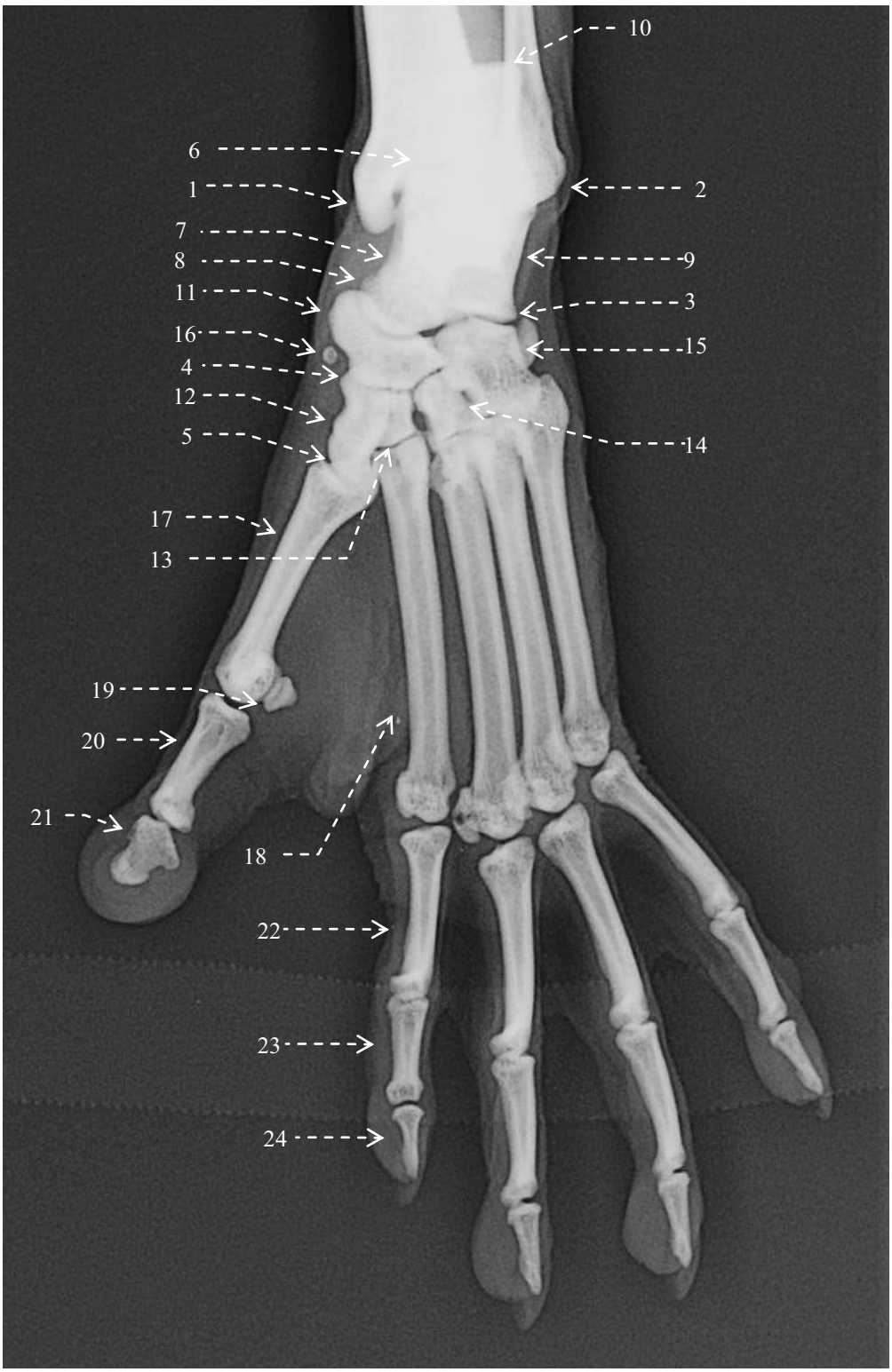
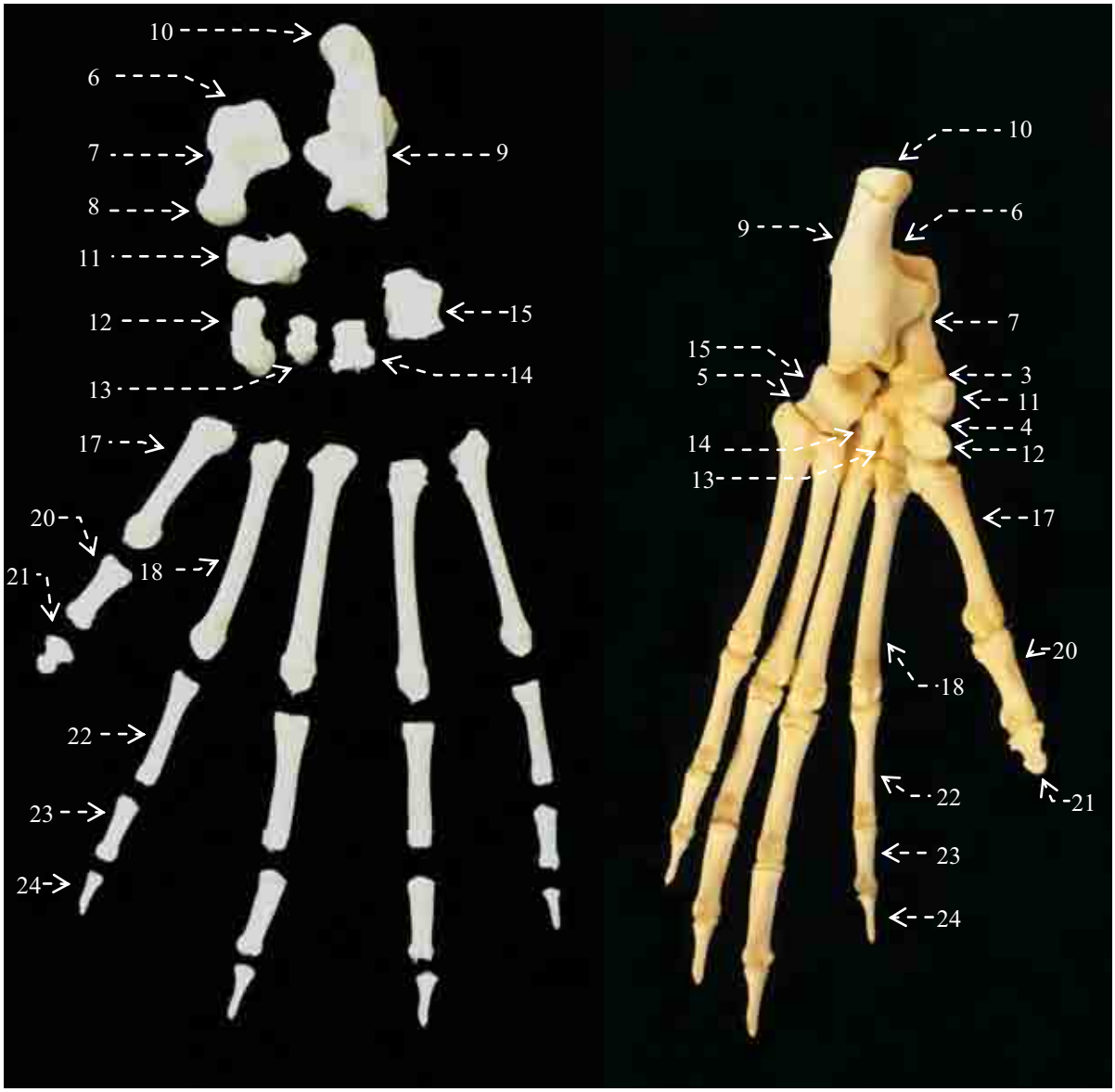


Figure 136 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence dorso-plantaire

1 Tibia malleolus medialis
2 Fibula malleolus lateralis
3 Articulatio talocalcaneocentralis
4 Articulatio centrodistalis
5 Articulatio tarsometatarsea
6 Trochlea tali proximalis
7 Corpus tali
8 Caput tali
9 Calcaneus
10 Tuber calcanei
11 Os naviculare pedis
12 Os cuneiforme medialis
13 Os cuneiforme intermedium
14 Os cuneiforme lateralis
15 Os cuboideum
16 Os sesamoideum m. peroneus longus
17 Os metatarsale I
18 Os metatarsale II
19 Os sesamoideum proximalis
20 Phalanx media I
21 Phalanx distalis I
22 Phalanx proximalis II
23 Phalanx media II
24 Phalanx distalis II



Figures 137 et 138 - Photographies de l'articulation du tarse et des doigts, aspects dorsal (à gauche) et plantaire (à droite)

3 Articulatio talocalcaneocentralis
4 Articulatio centrodistalis
5 Articulatio tarsometatarsea
6 Trochlea tali proximalis
7 Corpus tali
8 Caput tali
9 Calcaneus
10 Tuber calcanei
11 Os naviculare pedis
12 Os cuneiforme medialis
13 Os cuneiforme intermedium
14 Os cuneiforme lateralis
15 Os cuboideum
17 Os metatarsale I
18 Os metatarsale II
20 Phalanx media I
21 Phalanx distalis I
22 Phalanx proximalis II
23 Phalanx media II
24 Phalanx distalis II

b) Incidence médio-latérale

Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table en position neutre.

Critères de qualité

Les lèvres trochléaires du talus sont superposées.

Anatomie radiographique

Sur cette projection, les lèvres trochléaires du talus sont superposées, les os du tarse le sont aussi, rendant leur évaluation difficile. Les os métatarsiens ne sont pas différenciables à l'exception de l'os métatarsien I et les phalanges sont difficilement identifiables.

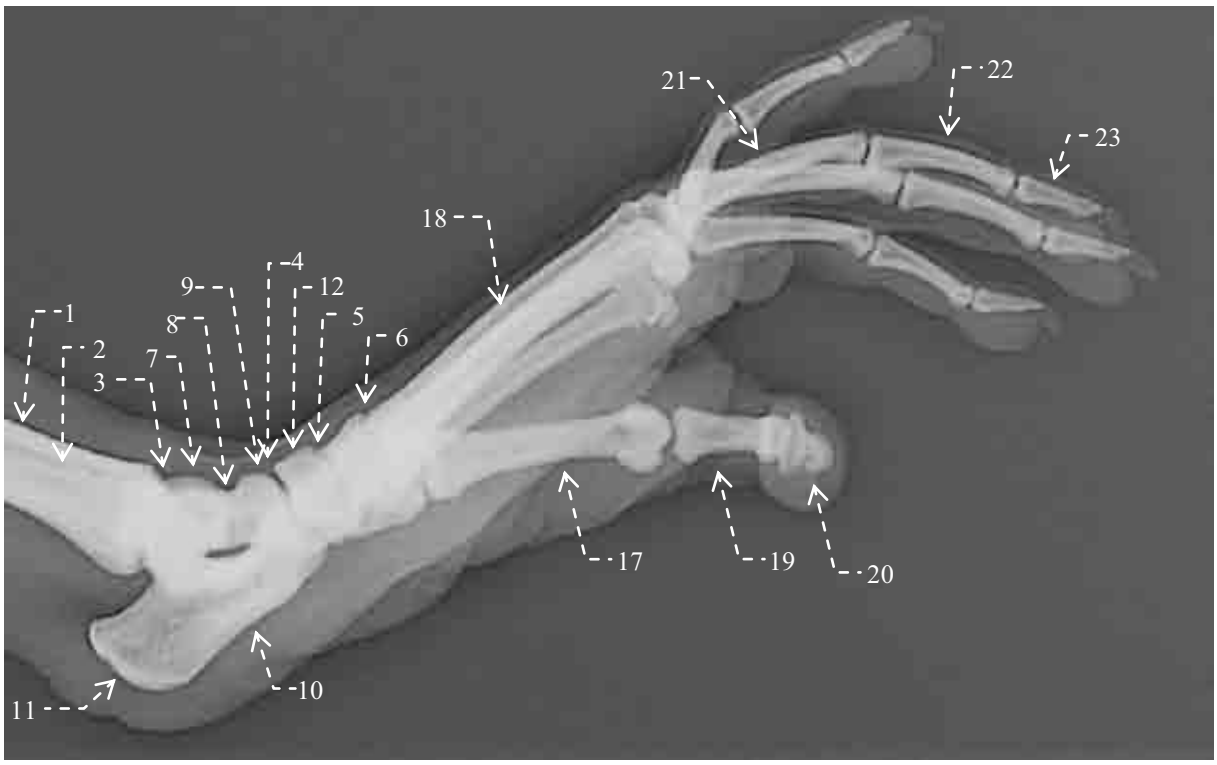


Figure 139 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence médio-latérale

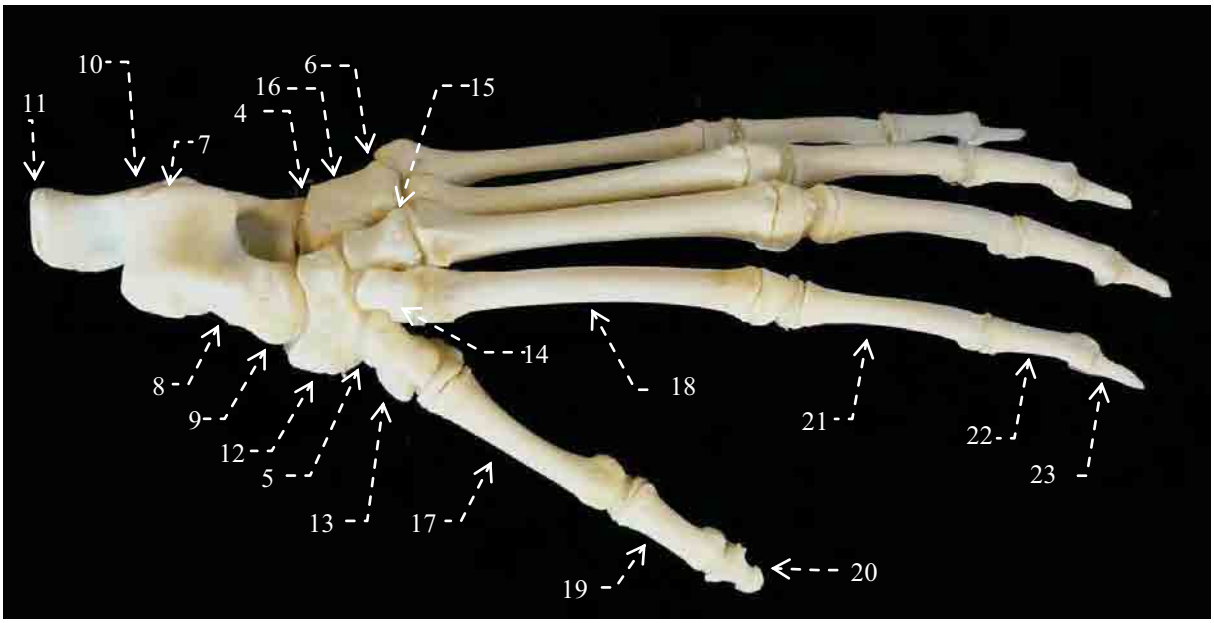


Figure 140 - Photographie de l'articulation du tarse et des doigts, aspect médial

1 Tibia
2 Fibula
3 Articulatio tarsocruralis
4 Articulatio talocalcaneocentralis
5 Articulatio centrodistalis
6 Articulatio tarsometatarsea
7 Trochlea tali proximalis
8 Corpus tali
9 Caput tali
10 Calcaneus
11 Tuber calcanei
12 Os naviculare pedis
13 Os cuneiforme medialis
14 Os cuneiforme intermedium
15 Os cuneiforme lateralis
16 Os cuboideum
17 Os metatarsale I
18 Os metatarsale II
19 Phalanx media I
20 Phalanx distalis I
21 Phalanx proximalis II
22 Phalanx media II
23 Phalanx distalis II

CONCLUSION

L'anatomie radiographique est plus difficile à appréhender que l'anatomie conventionnelle car elle fournit des projections planes de structures tridimensionnelles. Cet atlas a pour vocation de faciliter l'interprétation des clichés radiographiques en les comparant directement à l'agencement squelettique. Il constitue donc une banque de clichés de référence pour le scientifique travaillant sur le macaque rhésus.

La radiographie ne constitue qu'un des éléments sémiologiques à la disposition du scientifique. C'est un examen complémentaire précieux qui concourt avec les autres moyens d'investigation à l'établissement d'un diagnostic. D'autres techniques d'imagerie sont utilisables telles que la tomodensitométrie ou l'imagerie par résonance magnétique. Bien que plus performantes, ces techniques nécessitent du matériel plus onéreux et beaucoup moins accessible. La radiographie reste donc l'examen d'imagerie de première intention.

Nous espérons que malgré le faible nombre de spécimens utilisés, cet ouvrage saura garder un caractère représentatif et pourra trouver sa place dans la contribution à l'étude du macaque rhésus.

Cette étude pourra être complétée par l'étude radiographique d'un spécimen vivant. Des images de référence des tissus mous, un transit baryté et une urographie intraveineuse seraient alors réalisables.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE TOULOUSE

Direction de l'Enseignement et de la Pédagogie

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mr GUIDEZ Nicolas

a été admis(e) sur concours en : 2005

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 9 juillet 2009

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Jacques DUCOS de LAHITTE, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

autorise la soutenance de la thèse de :

Mr GUIDEZ Nicolas

intitulée :

« Atlas radiographique du Macaque Rhésus (*Macaca mulatta*) »

Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE

Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON

1 5 MARS 2010

Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Alexis VALENTIN

Vu le :
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Gilles FOURTANIER

BIBLIOGRAPHIE

1. SIMPSON, G.G.
The principles of classification and a classification of mammals
New York, Bulletin of the American Museum of Natural History, vol.85, 1945

2. BARONE, R.
Anatomie comparée des Mammifères domestiques, Tome 1, Ostéologie. 3ème édition
Paris, Vigot, 1984

3. BARONE, R.
Anatomie comparée des Mammifères domestiques, Tome 2, Arthrologie et Myologie, 3ème édition
Paris, Vigot, 1984

4. SZEBENYI, E.S.
Atlas of *Macaca mulatta*
Cranbury, New Jersey, Associated University Press, 1969

5. BAST, T.H., CUMMINS, H., GEIST, D., HARTMANN, C.G., HINES, M., HOWELL,A.B, HUBER, E., KUNTZ,A., LEONARD, S.L, LINEBACK, P., MARSHALL, J.A., MILLER, G.S, SCHULTZ, A.H., STEWART, T.D., STRAUS, W.S., SULLIVAN, W.E, WILOSKI,G.B.
The anatomy of the rhesus monkey
New York, Hartman and Strauss, Hafner Publishing Co., 1961

6. GRASSÉ, P.-P.
Traité de zoologie : anatomie, systématique, biologie
Paris, Masson et Cie Éditeurs, 1967

7. GUY COWLISHAW, G., DUNBAR, R.
Primate conservation biology
Chicago, The University of Chicago Press, 2000

8. WITHMORE, I.
Terminologia anatomica : international anatomical terminology
Stuttgart, Thieme, 1998

9. REUTER, J.D., SUCKOW, M.A
Laboratory Animal Medicine and Management
Ivis.org, 2006

10. LINN, M.J., DURAN-STRUUCK, R., TRIVEDI, A.K., ZAJIC, L.B., WROBLESKI, S.K., HAWLEY, A.E., MYERS.JR
Biology and Medicine of Non-human Primates. Part I: Physiology and Management
Ivis.org, 2008

11. BENIRSCHKE, K.
Rhesus Monkey, and some other Cercopithecidae
Department of Reproductive Medicine and Pathology, School of Medecine, University of California, San Diego
[En ligne]. Adresse : http://placentation.ucsd.edu/mac.html

12. WIKIPEDIA, L'ENCYCLOPEDIE LIBRE, 2008
[En ligne]. Adresse : http://fr.wikipedia.org/wiki/Macaque_rhésus

13. THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES
[En ligne]. Adresse : http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/12554/

14. PRIMATE INFO NET
National primate research center, University of Wisconsin
[En ligne]. Adresse : http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/rhesus_macaque

15. ANIMAL DIVERSITY WEB
Museum of zoology, University of Michigan
[En ligne]. Adresse :
http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Macaca_mulatta.html

Toulouse, 2010

NOM : GUIDEZ PRÉNOM : Nicolas

TITRE : ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTÉOLOGIQUE DU MACAQUE RHÉSUS (*Macaca mulatta*)

RÉSUMÉ :

Macaca mulatta, également connu sous le nom de macaque rhésus, est un primate répandu en Asie, utilisé comme modèle d'étude pour l'homme en matière de recherche scientifique.

Cet atlas présente des clichés normaux du squelette et constitue une base de données de référence en matière d'anatomie radiographique de cet animal.

Chaque radiographie est commentée et accompagnée de photographies légendées des structures osseuses concernées, facilitant la compréhension des clichés.

MOTS-CLÉS : Macaque rhésus, *Macaca mulatta*, Imagerie médicale, Atlas, Radiographie, Anatomie.

ENGLISH TITLE : RADIOGRAPHIC AND OSTEOLOGICAL ATLAS OF THE RHESUS MACAQUE (*Macaca mulatta*)

ABSTRACT :

Macaca mulatta, also known under the name of rhesus macaque, is a primate widespread in Asia, used as a model for study for humans in scientific research.

This atlas presents normal X-ray pictures of the skeleton and provides a reference database regarding the radiographic anatomy of this animal.

Each radiograph is commented on and comes with captioned photographs of the implicated bones, thus making their comprehension easier.

KEYWORDS : Rhesus macaque, *Macaca mulatta*, Medical Imaging, Atlas, Radiography, Anatomy.