



## 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 : 8635](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/8635)

**To cite this version :**

Durbec, Camille. *Atlas radiographique et ostéologique du singe de nuit (Aotus trivirgatus)*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2012, 136 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@inp-toulouse.fr).

**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** :

<b>NEGRE</b>	M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES
	M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	M. DORCHIES
	M. C. PAVAU	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. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*  
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*  
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*  
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*  
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*  
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*  
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*  
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*  
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

**PROFESSEURS 1° CLASSE**

M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*  
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*  
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*  
M **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*  
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. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*  
Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*  
M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*  
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. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*  
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*

#### **PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE**

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

#### **MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE**

M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*  
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 **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*  
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*  
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

#### **MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)**

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*  
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*  
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*  
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*  
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*  
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*  
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*  
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*  
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*  
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*  
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*  
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*  
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*  
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*  
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*  
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

#### **MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS**

M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*  
M. **DASTE Thomas**, *Urgences-soins intensifs*

#### **ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS**

Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*  
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*  
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*  
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*  
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 Giovanni MOGICATO**

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 Benoît GRANDSAC**

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.

## Remerciements

### A mes parents,

pour votre soutien indéfectible au fil du temps et tout l'amour que vous m'avez donné. Je suis fier de vous avoir comme parents, je vous aime...

### A mes frères,

**Julien** et **Romain**, vous avez été et êtes encore des modèles pour moi, c'est vous qui m'avez donné envie d'entreprendre de longues études et je vous en remercie. À tous les moments partagés et ceux à venir ...

A **Estelle**, tu es une belle-soeur en or depuis mon adolescence et les soirées tv-réalité jusqu'à dernièrement lors de mes nombreux stages à Lyon...

A mon pote **Polo**, le plus beau et gentil bébé du monde aux yeux de son « Toncam » !

### A mes grands-parents,

**Mamie**, **Papi** pour votre gentillesse incomparable et votre jeunesse d'esprit, pour les bons moments ensemble à Kerfissien malgré le mauvais temps et toutes mes provocations pour vous faire bisquer.

**Grand-maman** pour tous les midis passés en ta compagnie depuis de longues années, les cafés-feux de l'amour. Tu endosses le lourd rôle de matriarche de la famille Durbec comme le faisait Grand-papa avant toi, et tu le fais si bien ...

### A Dédée,

pour tes massages, ton bleu, et surtout ton caractère de Bretonne réputé.

A mes amis de Marseille, pour tous les moments inoubliables ensemble, en Espagne, à « la clinique », aux ombrées 1 et 2 ...

**Patrice**, el général, pour notre amitié indéfectible en toutes circonstances, pour tes grillades et tes carbo, et surtout « qu'est qu'on s'en ..... des beaux paysages ! »

**Julien**, pour tout le respect que tu peux avoir gros ! Pour être le maillon faible de la coloc.

**Thibault**, pour les cahuètes, fils de la salamandre et tes conversations téléphoniques nocturnes.

**Oliv**, pour avoir été le pilote de nos premières sorties, pour être à tous notre grand frère mature et raisonnable...

**Jonhny**, pour la fraude fiscale, la contrée et le pastis. Que les bonnes choses quoi !

A Matthias...

### A ma promo :

**Gwinette**, ma meilleure amie, amie de la première heure ! Pour ta gentillesse, ta simplicité et ton amour du soja et de M. Pruvost ; **Lulu**, pour ta pêche inconditionnelle, tes pétages de câble, tes fous-rires et tes tadi dibadibadam lalalère ; **Arthy**, it's gonna be so hard ... pour m'avoir abandonné au Chili, pour notre errance SDF des derniers moments toulousains ; **Nic**, mon tennis-partner, poulot dans l'âme pour toujours, pour tes textos de ton quotidien, ton amour des émissions culturelles et ...

du sphynx ; **Steph**, pour l'ambiance et l'accueil de la D6, les réveils « plouf » de la Breloc et nos nombreuses galoches de poulot... ; **Rémi**, pour ta blatte attitude, tes repas de révision hibernation, et tes appels aux CRS, mais aussi pour ta générosité d'avoir partagé ta copine avec autant de personnes

**Alex**, pour nos soirées bière-TV, pour ton langage châtié, pour les moments incomparables du caravaning en Australie ; **Margaux**, pour « les dîners avec des amis » ..., pour être une de mes confidentes de choix et pour tous les week-ends Luchonnais ! ; **Cyrille**, pour ta maturité de père de famille, nos déconnades et nos fausses rumeurs de A5 ; **Greg** et **Françou**, pour la team et les rigolades de dissection, toutes les boomettes et les TDLC de ces dernières années, et pour être vraiment les plus gros lourds de l'ENVV ! ; **Raph**, pour avoir eu le plaisir d'être là lors de ta

deuxième sortie en centre ville de Toulouse, en A5 !!!, et pour te préoccuper de mon bien être si souvent : « ça va camille? » ; **Bala**, pour ta collection de sous-marins, et ta violence verbale envers les fumeurs de cigarettes ; **Pépé**, pour ton pince-spirit, et ta mégalomanie de leadder des reniflors ; A **ximun**, pour être le rapporteur de pottins de la promo, et pour ton illétrisme qui m'a valu de longues heures de correction ronéos.

A **Saint-Sim** et à tous les bons moments passés avec ses nombreux habitants, se renouvelant chaque année : **Lilou**, **Célia** pour nos parties de mario-kart, notre amour différent des petits chats, **Ju**, pour ton hyperactivité, ta sympathie et surtout pour m'avoir fait rêver au Shanghai !, **Blandine**, pour ton débit de parole incroyable, et tes pétages de plombs.

A mes docteurs :

**Timothée**, pour nos week-ends Montpelliérains ou Marseillais, et tes coupes de cheveux incongrues, rock-store for ever ! ; **Marco**, pour cette belle année ensemble à St-Sim, tes pauses-café de thèse, et si tu crois un jour que tu m'aimes ; **Julot**, pour cette belle année électorale 2012 à St-Sim et ton élan communiste : Allez Mélanch ! ; **La Muss**, pour avoir si bien pris soin de nous lors de nos révisions de A3 et pour tes chants sous la douche, mais surtout pour m'avoir invité à ta thèse ! ; **Chaton**, pour m'avoir formé, pour être mon mentor, et pour savoir être le plus gros beauf que la Terre ait jamais porté ; **Julie** et **Elsa** pour votre gentillesse et votre douceur ; **Aux deux chous**, pour les supers férias de Vic et pour m'avoir transmis le goût de l'élevage ; **Le Guid**, pour être l'homme le plus aimé par les récentes amicales de l'école ; **Marivan** pour ton goût de la viande et tes fous-rires si expressifs ; **Elsa**, pour ton caractère d'aveyronnaise, ta sympathie et tes soirées formidables à Malléon !

A mes poulots :

le meilleur groupe de week-end : **Sarah**, **Sab**, **Amicie**, **H**, **Jeff**, on vous l'a assez répété, mais vous êtes vraiment des bons poulots, j'espère qu'on ne se perdra pas de vue, j'vous kiffe !

Sans oublier : **Valoche**, **Thibault**, **Chloé**, **Lyse**, **Soph**, rendez-vous à la Spi 2013 avec le team ISIVET au complet, **Max** (x2), **Matthieu**, **Baptiste**, **Geoffrey**, **Elsa**, **Pierre** et tous les autres.







# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	18
-------------------	----

## I – GÉNÉRALITÉS SUR LE SINGE DE NUIT

<b><u>A - PLACE DE <i>Aotus trivirgatus</i> DANS LE MONDE ANIMAL</u></b> .....	20
1 - L'ORDRE DES PRIMATES.....	20
2 – LA FAMILLE DES <i>CEBIDAE</i> .....	20
3 – LA SOUS FAMILLE DES <i>AOTINAE</i> .....	21
4 – LE GENRE <i>AOTUS</i> .....	21
5 – L'ESPECE <i>AOTUS TRIVIRGATUS</i> .....	21
<b><u>B - BIOLOGIE DU SINGE DE NUIT</u></b> .....	23
1 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.....	23
2 - HABITAT.....	23
3 - ALIMENTATION.....	24
4 - REPRODUCTION.....	24
5 - VIE SOCIALE ET COMMUNICATION.....	25
6 - PROTECTION.....	26
7 - UTILISATION SCIENTIFIQUE.....	26

## II – GÉNÉRALITÉS SUR LA TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE

<b><u>A - HISTORIQUE</u></b> .....	28
<b><u>B - FONDEMENTS PHYSIQUES</u></b> .....	28
1 - PRODUCTION DES RAYONS X.....	28
2 - INTERACTION DES RAYONS X AVEC LA MATIÈRE.....	29
<b><u>C - APPLICATION A LA QUALITÉ DE L'IMAGE RADIOGRAPHIQUE</u></b> .....	29
1 - INFLUENCE DES VARIABLES SUR LE CONTRASTE.....	29
2 - INFLUENCE DES VARIABLES SUR LE NOIRCISSEMENT.....	29

### III – MATÉRIEL ET MÉTHODE

<b><u>A - LE SPÉCIMEN</u></b> .....	32
<b><u>B - LA RADIOGRAPHIE ET LE MATÉRIEL RADIOGRAPHIQUE</u></b> .....	32
1 - TECHNIQUE .....	32
2 - RADIOPROTECTION.....	32
<b><u>C - RÉALISATION DES MONTAGES OSTÉOLOGIQUES</u></b> .....	34

### IV – ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTÉOLOGIQUE DU SINGE DE NUIT

<b><u>A - RADIOGRAPHIES DU CRÂNE</u></b> .....	36
1 - TECHNIQUE .....	36
2 - INCIDENCE LATÉRALE .....	36
3 - INCIDENCE VENTRO-DORSALE.....	39
<b><u>B - RADIOGRAPHIES DE LA COLONNE VERTÉBRALE</u></b> .....	42
1 - TECHNIQUE .....	42
2 - RÉGION CERVICALE.....	43
a) Incidence latérale .....	43
b) Incidence ventro-dorsale.....	46
c) Description de vertèbres cervicales isolées.....	48
3 - RÉGION THORACIQUE .....	51
a) Incidence latérale .....	51
b) Incidence ventro-dorsale.....	54
4 - RÉGION LOMBAIRE .....	56
a) Incidence latérale .....	56
b) Incidence ventro-dorsale.....	58
c) Description d'une vertèbre lombaire isolée .....	61

5 - RÉGION SACRÉE.....	62
a) Incidence latérale .....	62
b) Incidence ventro-dorsale.....	64
6 - RÉGION CAUDALE.....	66
a) Incidence latérale .....	66
b) Incidence ventro-dorsale.....	68
<b><u>C - RADIOGRAPHIES DU SQUELETTE APPENDICULAIRE</u></b> .....	70
1 - TECHNIQUE .....	70
2 - MEMBRE THORACIQUE .....	72
<u>2.1 - Épaule</u> .....	72
a) Incidence médio-latérale .....	72
b) Incidence caudo-crâniale .....	75
c) Description de la scapula et de la clavicule isolées.....	77
<u>2.2 - Humérus</u> .....	78
a) Incidence médio-latérale .....	78
b) Incidence caudo-crâniale .....	81
<u>2.3 - Coude</u> .....	84
a) Incidence médio-latérale .....	84
b) Incidence caudo-crâniale .....	87
<u>2.4 - Radius et ulna</u> .....	90
a) Incidence médio-latérale .....	90
b) Incidence caudo-crâniale .....	93
<u>2.5 - Carpe et main</u> .....	96
a) Incidence dorso-palmaire .....	96
b) Incidence médio-latérale.....	99
3 - MEMBRE PELVIEN .....	101
<u>3.1 - Bassin et hanche</u> .....	101
a) Incidence latérale .....	101
b) Incidence ventro-dorsale.....	105
<u>3.2 - Fémur</u> .....	112
a) Incidence médio-latérale .....	112
b) Incidence cranio-caudale .....	114
<u>3.3 - Genou</u> .....	117
a) Incidence médio-latérale .....	117
b) Incidence cranio-caudale .....	120

<u>3.4 - Tibia et fibula</u> .....	122
a) Incidence médio-latérale .....	122
b) Incidence cranio-caudale .....	125
<u>3.5 - Tarse et pied</u> .....	128
a) Incidence dorso-plantaire .....	128
b) Incidence médio-latérale .....	132
CONCLUSION.....	134
BIBLIOGRAPHIE.....	135

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

1 et 2 - Photographies du singe de nuit .....	22
3 - Aire de répartition dans le monde.....	23
4 - Radiographie du crâne, incidence latérale .....	38
5 - Photographie du crâne, aspect latéral .....	38
6 - Radiographie du crâne, incidence ventro-dorsale.....	40
7 - Photographie du crâne, aspect basilaire .....	40
8 - Photographie du crâne, aspect dorsal.....	41
9 - Photographie du crâne, aspect rostral .....	41
10 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence latérale.....	45
11 - Photographie des vertèbres cervicales, aspect latéral .....	45
12 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence ventro-dorsale .....	47
13 et 14 - Photographies des vertèbres cervicales, aspects dorsal et ventral .....	47
15 et 16 - Photographies de l'atlas, aspects crânial et caudal .....	48
17 et 18 - Photographies de l'atlas, aspects dorsal et ventral .....	48
19 - Photographie de l'atlas, aspect latéral .....	48
20 et 21 - Photographies de l'axis, aspects crânial et caudal .....	49
22 et 23 - Photographies de l'axis, aspects dorsal et ventral.....	49
24 - Photographie de l'axis, aspect latéral .....	49
25 et 26 - Photographies de C VI, aspects crânial et caudal .....	50
27 et 28 - Photographies de C VI, aspects dorsal et ventral.....	50
29 - Photographie de C VI, aspect latéral .....	50
30 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence latérale .....	52
31 - Photographie des vertèbres thoraciques, aspect latéral.....	52
32 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence ventro-dorsale .....	54
33 et 34 - Photographies des vertèbres thoraciques, aspects dorsal et ventral .....	55
35 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence latérale .....	57
36 - Photographie des vertèbres lombaires, aspect latéral .....	57
37 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence ventro-dorsale.....	59
38 et 39 - Photographies des vertèbres lombaires, aspects dorsal et ventral .....	60
40 et 41 - Photographies de L V, aspects crânial et caudal.....	61
42 et 43 - Photographies de L V, aspects dorsal et ventral .....	61
44 - Photographie de L V, aspect latéral .....	61
45 - Radiographie du sacrum, incidence latérale .....	63

46 - Photographie du sacrum, aspect latéral .....	63
47 - Radiographie du sacrum, incidence ventro-dorsale.....	65
48 et 49 - Photographies du sacrum, aspects dorsal et ventral.....	65
50 - Radiographie des vertèbres caudales, incidence latérale.....	67
51 - Photographie des vertèbres caudales (début), aspect latéral.....	67
52 - Radiographie des vertèbres caudales, incidence ventro-dorsale.....	69
53 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence médio-latérale .....	73
54 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect médial .....	73
55 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect latéral .....	74
56 et 57 - Photographies de l'extrémité articulaire de la scapula, aspect distal et de l'extrémité proximale de l'humérus, aspect proximal.....	74
58 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence caudo-crâniale .....	76
59 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect caudal.....	76
60 et 61 - Photographies de la scapula, aspects externe et interne.....	77
62 et 63 - Photographies de la clavicule, aspects crânial et ventral .....	77
64 - Radiographie de l'humérus, incidence médio-latérale .....	79
65 et 66 - Photographies de l'humérus, aspects médial et latéral .....	80
67 - Radiographie de l'humérus, incidence caudo-crâniale.....	82
68 et 69 - Photographies de l'humérus, aspects caudal et crânial .....	83
70 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence médio-latérale .....	85
71 - Photographie de l'articulation du coude, aspect médial.....	85
72 - Photographie de l'articulation du coude, aspect latéral.....	86
73 et 74 - Photographies de l'extrémité distale de l'humérus, aspect distal et de l'extrémité proximale du radius, aspect proximal .....	86
75 - Photographie de l'incisure trochléaire .....	86
76 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence caudo-crâniale .....	88
77 et 78 - Photographies de l'articulation du coude, aspects caudal et crânial .....	89
79 - Radiographie de l'avant-bras, incidence médio-latérale .....	92
80 - Radiographie de l'avant-bras, incidence cranio-caudale.....	94
81 et 82 - Photographies de l'avant-bras, aspects caudal et crânial .....	95
83 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence dorso-palmaire.....	98
84 - Photographie de l'articulation du carpe et des doigts, aspect dorsal .....	98
85 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence médio-latérale.....	100
86 - Photographie de l'articulation du carpe et des doigts, aspect médial.....	100
87 - Radiographie du bassin, incidence latérale.....	103
88 - Photographie du bassin, aspect latéral .....	103
89 - Photographie de l'os coxal gauche, aspect médial .....	104
90 - Radiographie du bassin, incidence ventro-dorsale, hanches en extension .....	106

91 - Photographie du bassin, aspect dorsal .....	107
92 - Photographie du bassin, aspect ventral .....	108
93 et 94 - Radiographie et photographie de l'articulation de la hanche en extension .....	110
95 et 96 - Radiographie et photographie de l'articulation de la hanche en abduction .....	110
97 et 98 - Radiographie et photographie de l'articulation de hanche en flexion .....	111
99 - Radiographie du fémur, incidence médio-latérale .....	113
100 et 101 - Photographies du fémur, aspects médial et latéral .....	113
102 - Radiographie du fémur, incidence cranio-caudale .....	115
103 et 104 - Photographies du fémur, aspects crânial et caudal .....	116
105 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence médio-latérale .....	118
106 - Photographie de l'articulation du genou, aspect médial .....	118
107 - Photographie de l'articulation du genou, aspect latéral .....	119
108 et 109 - Photographies de l'extrémité distale du fémur, aspect distal et des extrémités proximales du tibia et de la fibula, aspect proximal .....	119
110 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence cranio-caudale .....	121
111 et 112 - Photographies de l'articulation du genou, aspects crânial et caudal .....	121
113 - Radiographie de la jambe, incidence médio-latérale .....	123
114 et 115 - Photographies de la jambe, aspects médial et latéral .....	124
116 - Radiographie de la jambe, incidence cranio-caudale .....	126
117 et 118 - Photographies de la jambe, aspects crânial et caudal .....	127
119 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence dorso-plantaire .....	130
120 Photographie de l'articulation du tarse et des doigts, aspects dorsal .....	131
121 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence médio-latérale .....	133
122 - Photographie de l'articulation du tarse et des doigts, aspect dorsal .....	133



## INTRODUCTION

Le singe hibou, aussi connu sous les noms de singe de nuit et de douroucouli commun (*Aotus trivirgatus*) est un petit singe d'Amérique du Sud. Il fait partie des espèces de primates couramment utilisés comme modèles d'études pour l'homme en raison de sa proximité physiologique avec celui-ci, et de la petite taille de l'espèce (pas plus de quelques kilogrammes pour les plus gros spécimens). Il est utilisé dans de nombreux domaines de recherche comme les neurosciences, la parasitologie (paludisme), la virologie (Herpesvirose I, VIH), l'ophtalmologie...

La radiographie est un examen complémentaire de choix en médecine vétérinaire et humaine, elle est non invasive, relativement simple à mettre en œuvre et peut apporter de nombreuses informations dans l'étude des tissus mous, et surtout du squelette. Dans cette optique et en l'absence de données de ce type sur le singe hibou, il nous est apparu utile de réaliser une étude radiographique détaillée d'un spécimen sans anomalie, pouvant ainsi servir de référence lors de futures interprétations radiographiques d'individus de la même espèce. Cet ouvrage est constitué de brefs rappels sur la place dans la systématique et la biologie du singe hibou, des principes de base de la technique radiographique et de la radioprotection, ainsi que des clichés radiographiques de tous les segments osseux de l'animal sous les incidences utilisées classiquement en médecine vétérinaire. Ces clichés seront légendés et confrontés à des photographies des os nus. Chaque segment sera minutieusement commenté de manière à décrire au mieux les structures osseuses observées et à en mettre en relief les particularités de l'espèce.

## **I – GÉNÉRALITÉS SUR LE SINGE DE NUIT**

## A - PLACE DE *Aotus trivirgatus* 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, calcaneus 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 - La famille des *Cebidae*

Ce sont les singes « du nouveau monde ». Les *Cebidae* sont de taille modeste, caractérisés par un cerveau développé et un régime opportuniste omnivore. Ils partagent certains caractères anatomiques primitifs.

### **3 - La sous-famille des Aotinae**

Cette famille recense les seuls singes nocturnes, ils sont très répandus dans les forêts d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale. Ils possèdent de petites oreilles peu apparentes, une barbe et une queue non préhensile (contrairement aux autres singes du Nouveau Monde) et ont une vision monochrome. Ils disposent d'un large éventail de cris (entre 50 et 100 appels différents peuvent être distingués)

### **4 - Le genre Aotus**

Le mot « aotus » signifie littéralement sans oreilles, ils ont des oreilles, bien sûr, mais les oreilles externes sont minuscules et difficiles à voir. Les singes de nuit ont de grands yeux bruns et ont donc une capacité accrue à être actifs pendant la nuit. Insolites parmi les singes du Nouveau Monde, ils ont une vision monochrome, ce qui est sans doute lié à leurs habitudes nocturnes. Ils ont une meilleure résolution spatiale à des niveaux de faible luminosité par rapport aux autres primates, ce qui contribue à leur capacité à capturer des insectes et à se déplacer la nuit.

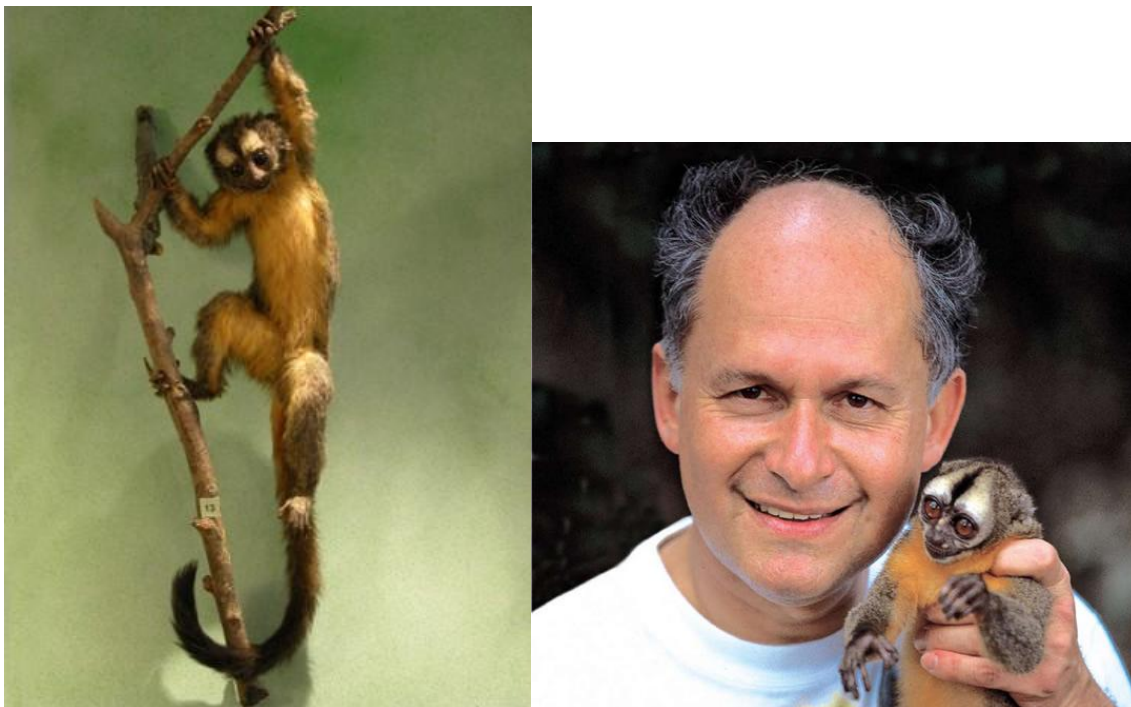
Tous les singes de nuit forment des couples, et vivent en groupes familiaux avec leur progéniture immature. Les groupes familiaux défendent les territoires par des appels vocaux et leur parfum de marquage. Un seul enfant naît chaque année. Le mâle est le principal dispensateur de soins, et la mère ne porte le bébé que durant sa première semaine de sa vie, après quoi, il se déplace aisément.

Les singes de nuit constituent l'une des rares espèces de singes qui sont touchés par la souvent mortelle maladie humaine qu'est le paludisme à *Plasmodium falciparum*, ce qui les rend utiles en tant que primates non humains dans des modèles expérimentaux de recherche sur le paludisme.

### **5 - L'espèce Aotus trivigatus**

Ce singe appartient aux primates dits "minuscules", de par une taille variant de 25 à 35 centimètres environ à l'âge adulte, et un poids oscillant entre 600 grammes et 1 kilogramme. Son ventre est d'ordinaire gris ou marron clair/orangé, sa face généralement blanche, marquée par de grands yeux (non sans rappeler le hibou). Possédant une queue très longue, parfois de taille égale voire supérieure au corps entier, cet aotus est notamment capable de conserver un équilibre exceptionnel lorsqu'il saute d'arbre en arbre pour cueillir des fruits ou chasser de petits oiseaux. Sa réputation d'animal discret n'est pas usurpée, puisqu'il chasse et se déplace généralement sans

le moindre bruit, amortissant ses chutes, déambulant très rapidement, grâce à sa légèreté et une grande souplesse. Le fouroucouli s'aide également de sa nyctalopie: ses grands yeux sont pourvus d'une plus grande quantité de bâtonnets que l'œil humain normal, mais le nombre de cônes se trouve réduit. Ainsi, il s'oriente parfaitement bien et distingue totalement son environnement par une luminosité extrêmement faible. Sur un plan social, le singe hibou se regroupe en petites communautés.



**Figures 1 et 2 : Photographies du singe de nuit. (origine : <http://www.musees-midi-pyrenees.fr/musees/museum-victor-brun/collections/primates/diaporama>, Manuel Elkin Patarroyo)**

## **B - BIOLOGIE DU SINGE DE NUIT**

### **1- Répartition géographique**

On le retrouve dans le Nord-Est de la Cordillère des Andes.



Figure 3 - Aire de répartition d'*Aotus trivirgatus* dans le monde. (www.atlas-mammiferes.fr)

### **2 – Habitat**

Les Douroucoulis vivent dans les forêts pluviales tropicales primaires ou secondaires à feuilles persistantes (Bolivie, Pérou, Nicaragua, Brésil, Argentine, Colombie, Vénézuéla, Panama, Paraguay). Ils affectionnent tout particulièrement la canopée de densité intermédiaire, qui leur ménage un couvert végétal important, leur donnant ainsi des sites de couchage confortables. Ils se trouvent préférentiellement en bord de cours d'eau sur des zones pouvant être inondées saisonnièrement.

### **3 - Alimentation**

Ils sont essentiellement frugivores, mais leur régime est également composé de fleurs, de nectars, de feuilles, ou de petits insectes de la canopée (termites, sauterelles, fourmis, scarabées), de grenouilles arboricoles, de chauves souris, d'oiseaux et d'œufs. Ils utilisent ainsi tous les étages de leur habitat pour se nourrir, du sol à la cime des arbres.

Le Douroucouli commun se nourrit la nuit, son grand équilibre conféré par sa longue queue et sa légèreté en font un animal très discret ainsi qu'un redoutable chasseur pour ses proies, même si celui ne reste qu'un prédateur occasionnel.

### **4 - Reproduction**

Les études sur la reproduction des Douroucouli proviennent exclusivement d'animaux en captivité, du fait de la difficulté à étudier des animaux dont la densité est faible et de leur mode de vie nocturne.

Ils sont monogames, et ce tout au long de leur vie, la maturité sexuelle est atteinte chez le mâle aux alentours de 1 an, 2 ans pour la femelle. Le cycle ovarien chez la femelle dure 16 jours et ne comporte pas de menstruations. Le coït est rare dans l'espèce est toujours réalisé pendant les périodes d'ovulation. Une fois gravide, la gestation de celle-ci dure environ 133 jours, la femelle met au monde une fois par an, et la portée est composée d'un individu, voire rarement de jumeaux. Cette faible prolificité est due au caractère monogame de l'espèce, sans doute à l'origine d'une spermatogénèse modérée chez le mâle. Les mises bas peuvent avoir lieu tout au long de l'année mais un pic est observé en captivité comme à l'état sauvage entre octobre et janvier, car la reproduction est favorisée par certaines conditions de luminosité et de température.

Les rapports entre jeunes et parents sont très forts : la mère allaite jusqu'à environ 1 mois et demi, et le père porte lui sa progéniture continuellement sur son dos de la première semaine de vie jusqu'à 5 mois, âge auquel le jeune acquiert son indépendance locomotrice. Ceci permet à l'espèce permet d'avoir un taux de survie chez le jeune très élevé : 85.8 % dans la première année.

## **5 - Vie sociale et communication**

Les singes hibou communiquent par le biais de signalisation chimique, de marquage olfactif, de vocalises, et en utilisant des repères visuels. Ils possèdent des glandes odoriférantes spécialisées sous la base de la queue sécrétant des signaux chimiques destinés à transmettre des informations à d'autres personnes (sexuels ou territoriaux). Ils présentent également un comportement connu sous le nom de « lavage d'urine », dans lequel ils urinent sur leurs pieds et les mains, laissant ainsi leur empreinte olfactive sur leur chemin. Contrairement à leur sens très développé de l'odorat, le système auditif chez les singes hibou est non spécialisé par rapport aux autres primates. Leur répertoire vocal est très large et peut servir à renforcer la liaison entre les individus d'un groupe ainsi que les interactions inter-groupes aux frontières des domaines vitaux : sont notamment décrits des cris de contact (recherche de compagnon), des cris d'alarme, des cris de faim chez les nourrissons...

Les singes hiboux vivent avec des liens très étroits au sein de groupes sociaux de 2 à 5 individus composés d'un adulte de chaque sexe et des jeunes de différents âges. Les groupes se déplacent en cohésion, chaque individu n'ayant jamais plus de dix mètres d'écart. L'agressivité intra-groupe est extrêmement rare, mais est assez répandue entre deux groupes distincts. D'autres comportements sociaux peuvent être observés chez les singes hiboux tels que le toilettage et le jeu. Le toilettage est assez peu courant, mais le jeu est un comportement social important qui est particulièrement répandu durant les nuits claires : le mâle adulte et sa progéniture jouent en luttant et en poursuivant, tandis que les femelles adultes jouent rarement. Parce que l'unité sociale primaire est le couple adulte, les mâles et les femelles se dispersent de leurs groupes natals quand ils atteignent la maturité sexuelle et peuvent trouver des possibilités d'accouplement pour commencer leurs propres groupes familiaux (aux alentours de trois ans).



## **6 - Protection**

La majorité des espèces d'*Aotus* sont répandues et abondantes, c'est le cas d'*Aotus trivirgatus*, mais celui-ci se trouve néanmoins dans la liste de « préoccupation moindre » de l'UICN (union internationale de la conservation de la nature), cela du fait de la menace liée à la perte de son habitat naturel. Celle-ci est une conséquence directe de la déforestation intensive menée notamment au Brésil. Ainsi, dans ce même pays ont été créés des parcs dans lesquels l'espèce est protégée. Le singe hibou est également chassé par l'homme pour sa viande, sa fourrure et ses dents par des tribus indigènes, mais cela de manière anecdotique.

L'espèce est également protégée par la convention de Washington (CITES, annexe II), qui garantit que le commerce international des espèces inscrites dans ses annexes, ainsi que des parties et produits qui en sont issus, ne nuit pas à la conservation de la biodiversité et repose sur une utilisation durable des espèces sauvages.

## **7 - Utilisation scientifique**

En raison de leur proximité physiologique avec l'homme, de la facilité relative avec laquelle on peut les maintenir et les élever en captivité, du nombre important d'individus, les singes hiboux font partie des premier choix de primate non humains dans la recherche. Parmi les domaines scientifiques étudiés sur ceux-ci figurent : le paludisme, les hépatites A et E, les Herpes virus, le VIH, la cancérologie, la propagation des cellules souches embryonnaires ainsi que de nombreuses découvertes comportementales.

## **II – GÉNÉRALITÉS SUR LA TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE**

## **A - HISTORIQUE**

La radiographie est basée sur l'utilisation des rayons X. La découverte de ceux-ci est attribuée à Wilhelm RÖNTGEN en 1895. Lors d'une expérience de décharge électrique dans des tubes sous vide, il met en évidence 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, c'est-à-dire la possibilité d'un accès non invasif à certains organes internes du corps humain. Dès lors, les techniques radiographiques ne cessent d'évoluer avec une utilisation de plus en plus fréquente et de plus en plus fine.

## **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 représente la différence de noircissement entre deux zones du film. Un film fortement contrasté est noir et blanc, alors qu'un film peu contrasté apparaît pâle et grisâtre. La différence de potentiel ou tension (kV) appliquée entre l'anode et la cathode détermine 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). Le contraste obtenu par l'effet photoélectrique est relativement bon alors que le contraste obtenu par l'effet COMPTON est plus faible.

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 la quantité de rayons X produits de manière équiproportionnelle. 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 parc zoologique de la région.

## 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 grasseuse, son contraste naturel 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 de l'animal est obligatoire (spécimen mort dans notre cas), 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. C'est L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) qui régit les règles de radioprotection en France .

Ces rayonnements ont différents effets sur l'organisme : des effets dose-dépendants précoces à immédiats (érythème, dépilation, nécrose, etc...) et des effets fréquence-dépendants (cancers radio induits).

Des principes de radioprotection sont donc recommandés pour limiter et contrôler l'exposition du personnel à ces rayonnements :

- **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 (règle ALARA).

L'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nationale (IRSN) a mis en place un décret « *protection des travailleurs contre les rayons ionisants*, 2003 » pour faire appliquer ces trois grands principes de radioprotection :

- 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) et déclarées auprès de l'IRSN.
- une personne compétente en radioprotection (PCR) 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 ammoniacé (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 tissu 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 SINGE DE NUIT**

## **A - RADIOGRAPHIE DU CRÂNE**

### **1 - Technique**

La radiographie du crâne est une discipline rendue complexe par le nombre important d'os et leur superposition. La localisation d'une lésion ne sera visible que si elle est située en dehors de la boîte crânienne, nécessitera des incidences multiples, et une analyse menée par une personne expérimentée. Les structures internes sont des tissus mous, tels que l'encéphale, les structures nerveuses et vasculaires, et ne pourront quant à elles être examinées qu'avec des techniques d'imagerie en coupe telles que la tomодensitométrie ou l'imagerie par résonance magnétique.

L'examen standard du crâne peut être réalisé par la prise de deux clichés radiographiques d'incidences orthogonales. L'anesthésie générale de l'animal est nécessaire pour éviter le flou cinétique et optimiser le positionnement tout en augmentant la sécurité du manipulateur concernant des soucis de radioprotection.

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.

Les trous des orbites 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.

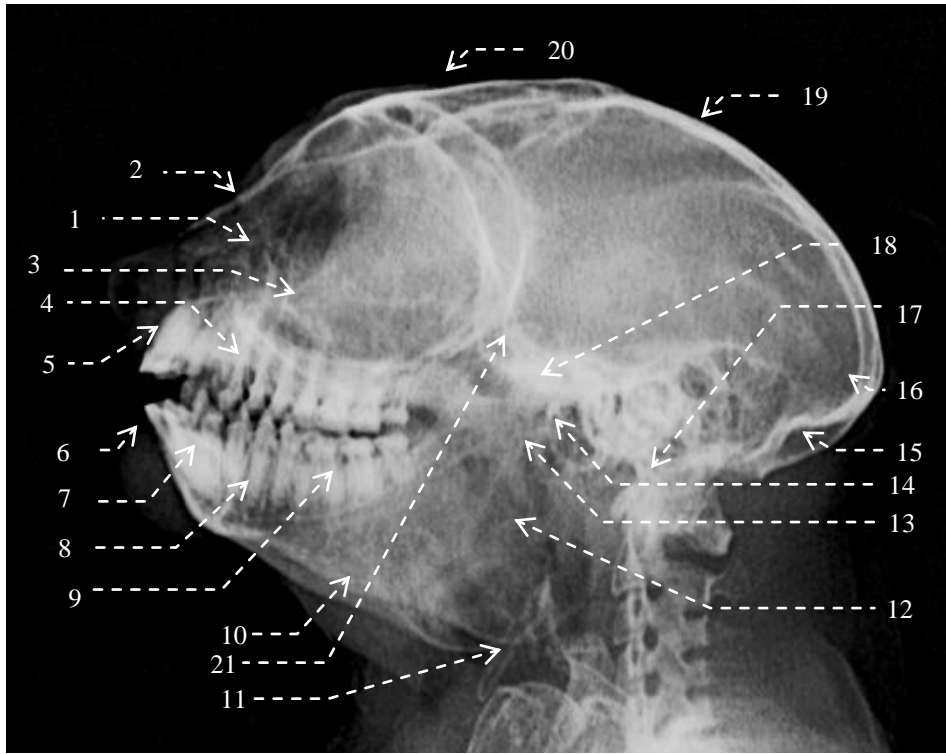


Figure 4 - Radiographie du crâne, incidence latérale. (cliché ENVT)

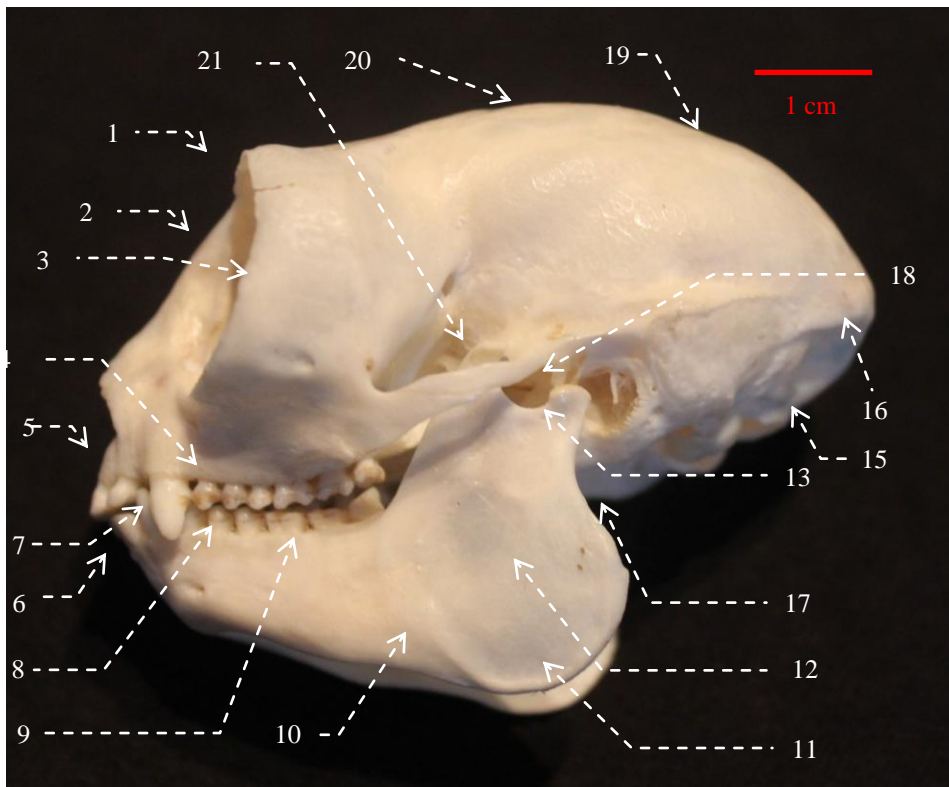


Figure 5 - Photographie du crâne, aspect latéral. (Originale)

- |                   |                               |                                    |
|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 Orbite          | 8 Dents prémolaires           | 15 Os occipital                    |
| 2 Os nasal        | 9 Dents molaires              | 16 Protubérance occipitale externe |
| 3 Os zygomatique  | 10 Mandibule                  | 17 Condyle occipital               |
| 4 Os maxillaire   | 11 Angle mandibulaire         | 18 Tubérosité articulaire          |
| 5 Os incisif      | 12 Ramus mandibulaire         | 19 Os pariétal                     |
| 6 Dents incisives | 13 Processus condyloaire      | 20 Os frontal                      |
| 7 Dents canines   | 14 Processus post-articulaire | 21 Processus coronoïde             |

### **3 - Incidence ventro-dorsale**

#### *Position de l'animal*

L'animal est placé en décubitus dorsal, la tête est basculée en arrière de façon à reposer sur la base du crâne. 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.

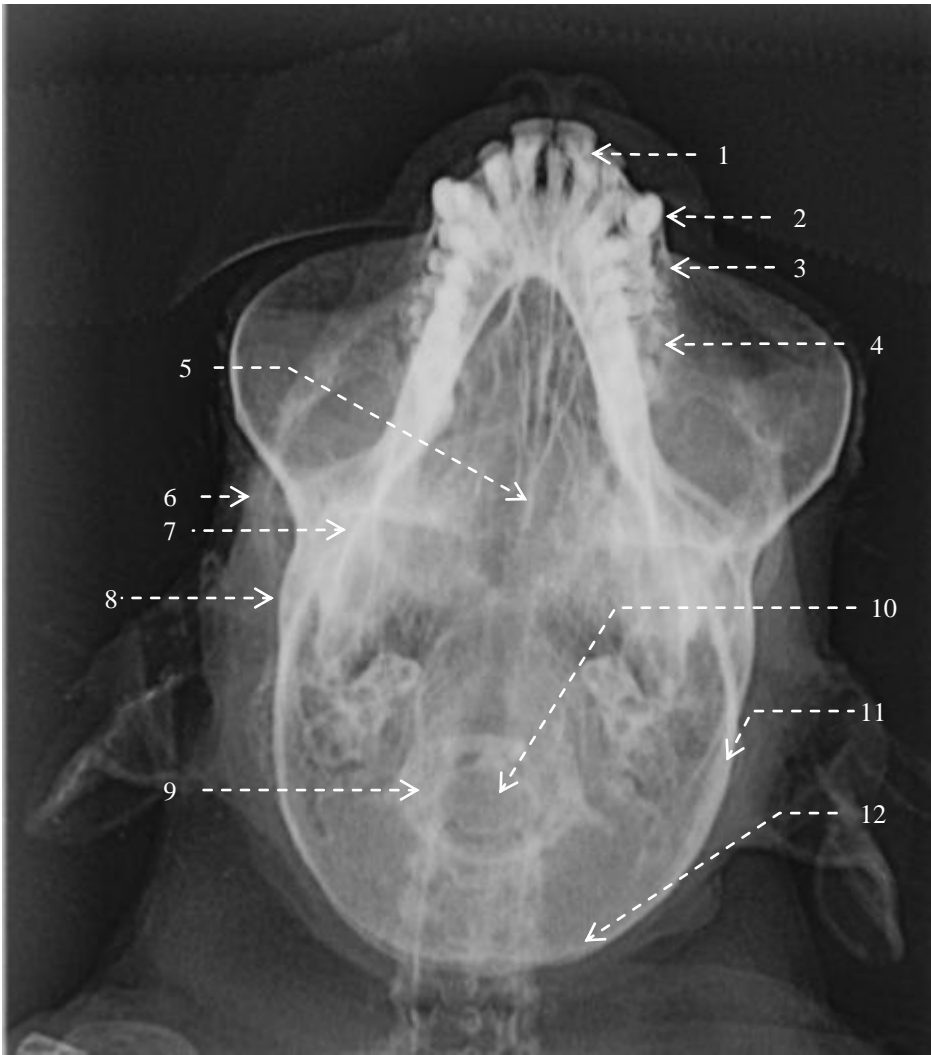
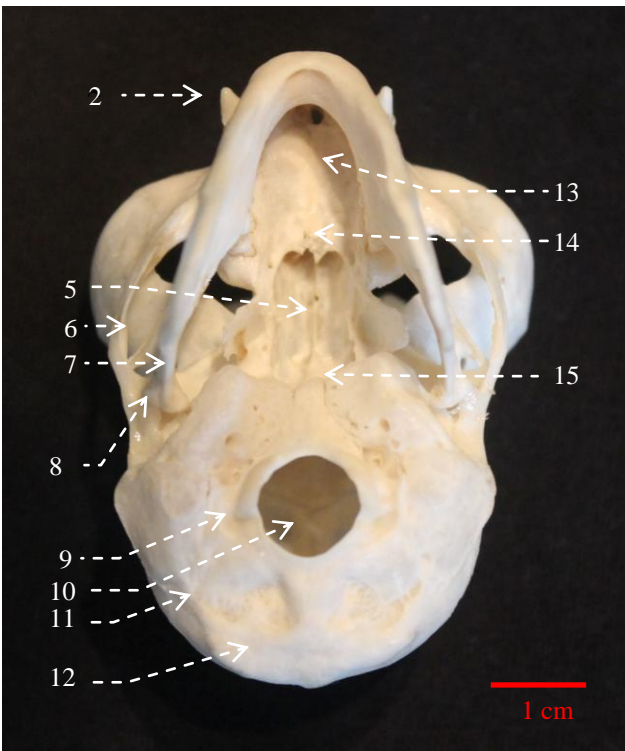


Figure 6 - Radiographie du crâne, incidence ventro-dorsale. (Cliché ENVT)



- 1 Dent incisive
- 2 Dent canine
- 3 Dent prémolaire
- 4 Dents molaires
- 5 Os vomer
- 6 Os zygomatique
- 7 Mandibule
- 8 Processus condyloire
- 9 Condyle occipital
- 10 Foramen magnum
- 11 Os temporal
- 12 Os occipital
- 13 Os maxillaire
- 14 Os palatin
- 15 Os sphénoïdal

Figure 7 - Photographie du crâne, aspect basilaire. (originale)



**Figure 8 - Photographie du crâne, aspect dorsal. (originale)**



**Figure 9 - Photographie du crâne, aspect rostral. (originale)**



## **B - RADIOGRAPHIES DE LA COLONNE VERTÉBRALE**

La colonne vertébrale avec le crâne forme le squelette axial. Celui peut être divisé en cinq régions : le rachis cervical (7 vertèbres), le rachis thoracique (13 vertèbres), le rachis lombaire (7 vertèbres), le sacrum (3 vertèbres soudées), et le rachis coccygien (15 vertèbres). La colonne vertébrale s'articule au niveau de la première vertèbre cervicale (l'atlas) avec le crâne au niveau de l'articulation atlanto-occipitale.

### **1 - Technique**

La radiographie de la colonne vertébrale est indiquée principalement dans le cas de douleurs à la palpation du rachis, de troubles neurologiques d'origine médullaire, ou encore des anomalies morphologiques ou anatomiques des vertèbres. On peut effectuer ces radiographies avec ou sans préparation. Les clichés présentés ici sont réalisés sans préparation et permettent sur le plan diagnostique 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 tomодensitométrie 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 de la colonne et en éloignant si possible le foyer du film radiographique. 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 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> vertèbres finissent en tubercules ventral et dorsal. Le tubercule ventral de la 6<sup>ème</sup> 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 crâniiaux 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.

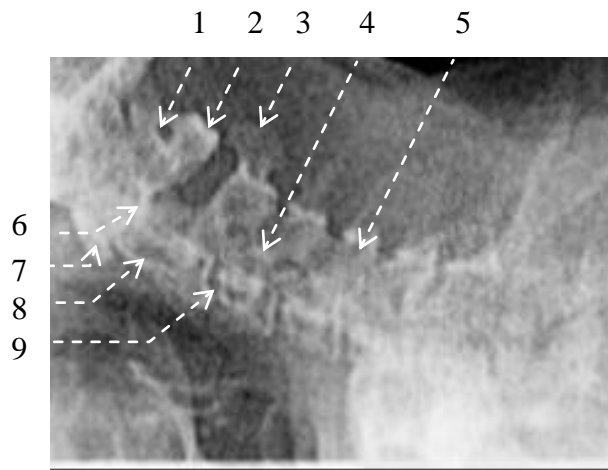


Figure 10 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence latérale. (cliché ENVT)

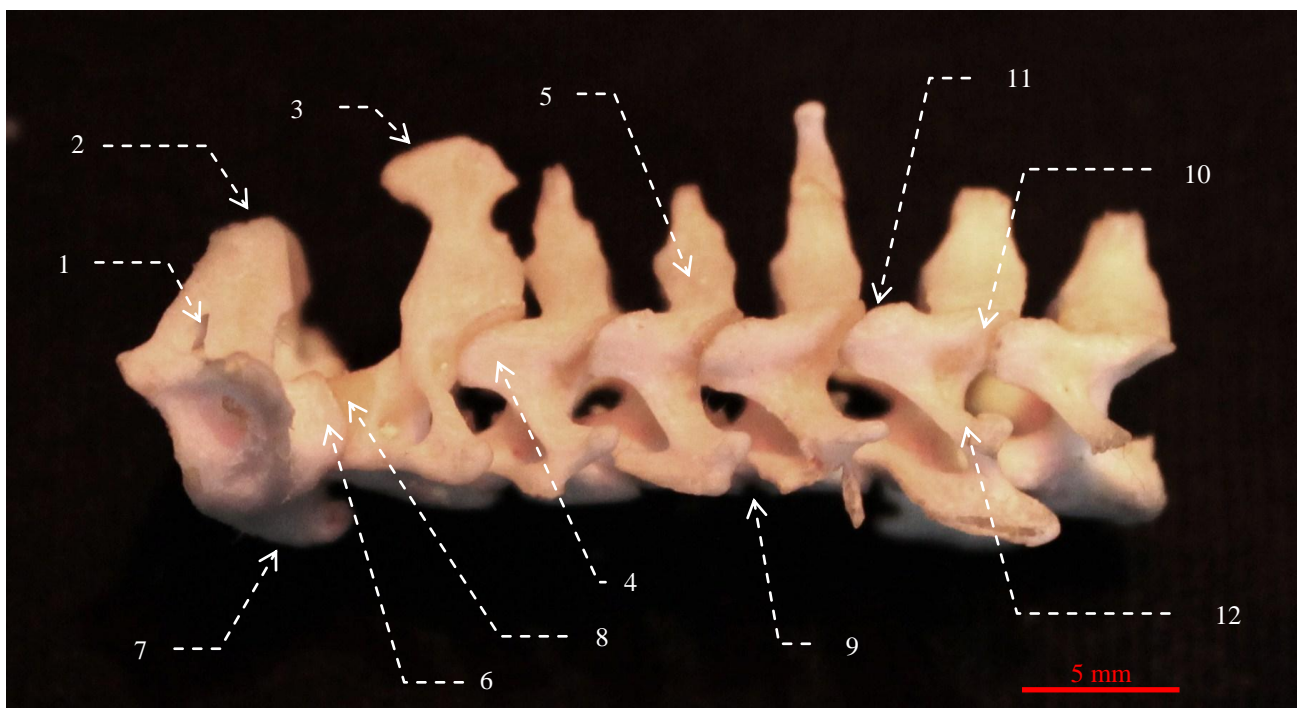


Figure 11 - Photographie des vertèbres cervicales, aspect latéral. (originale)

- |  |  |
|--|--|
| 1 Foramen vertébral latéral de l'Atlas | 7 Arc vertébral ventral de l'Atlas     |
| 2 Arc vertébral dorsal de l'Atlas      | 8 Dent de l'Axis                       |
| 3 Processus épineux de l'Axis          | 9 Espace intervertébral                |
| 4 Processus articulaire crânial de C3  | 10 Processus articulaire caudal de C6  |
| 5 Lame de C4                           | 11 Processus articulaire crânial de C6 |
| 6 Aile de l'Atlas                      | 12 Processus transverse de C6          |

## 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.

Cette position permet d'observer l'alignement des vertèbres. Pour étudier spécifiquement les premières cervicales (atlas et axis), il convient davantage d'effectuer un cliché de face, gueule ouverte.

### Critères de qualité

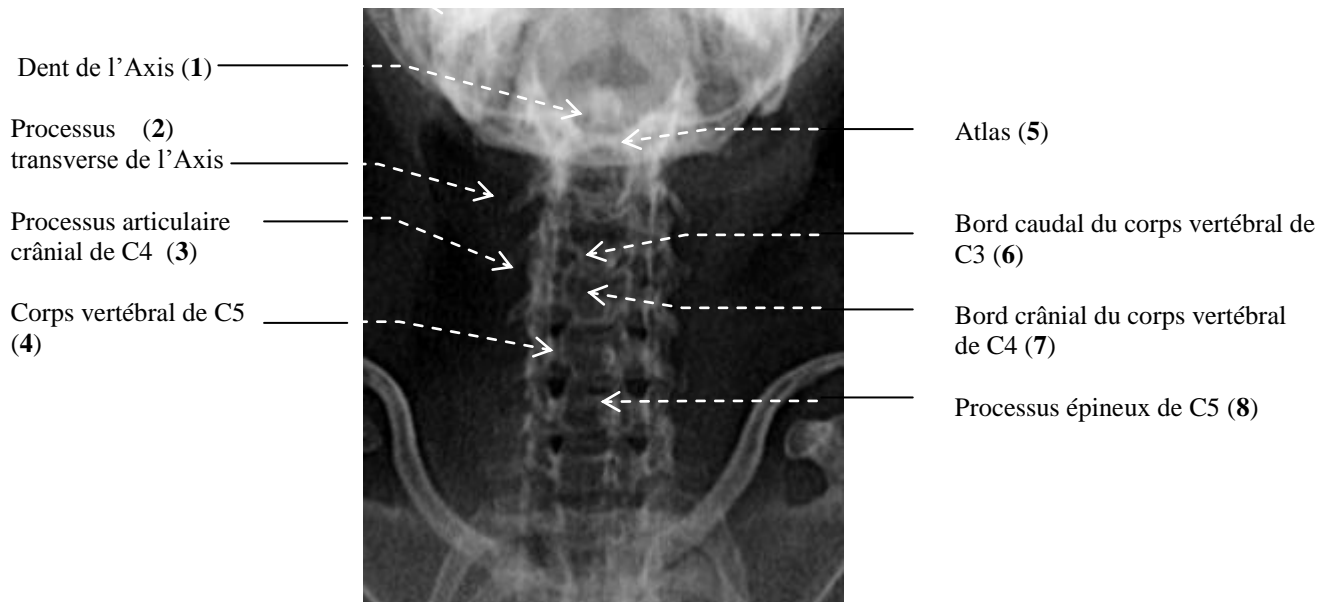
Les processus épineux se superposent au milieu des corps vertébraux.

Les processus articulaires sont symétriques.

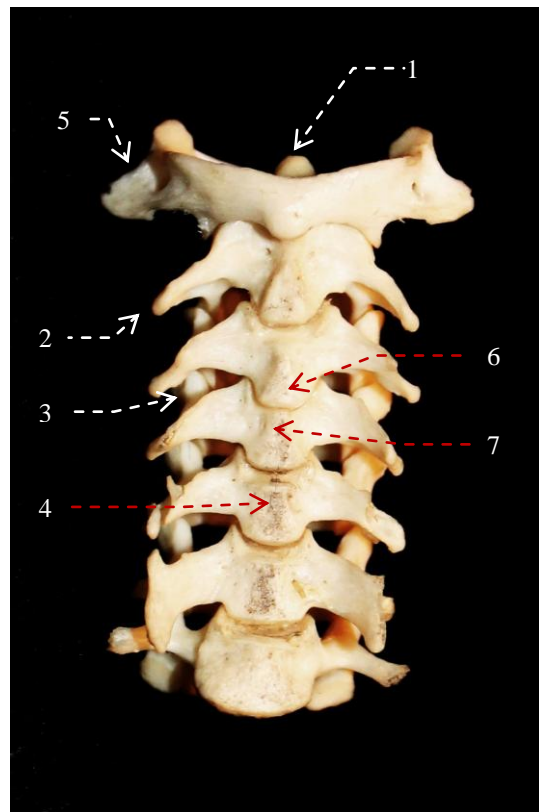
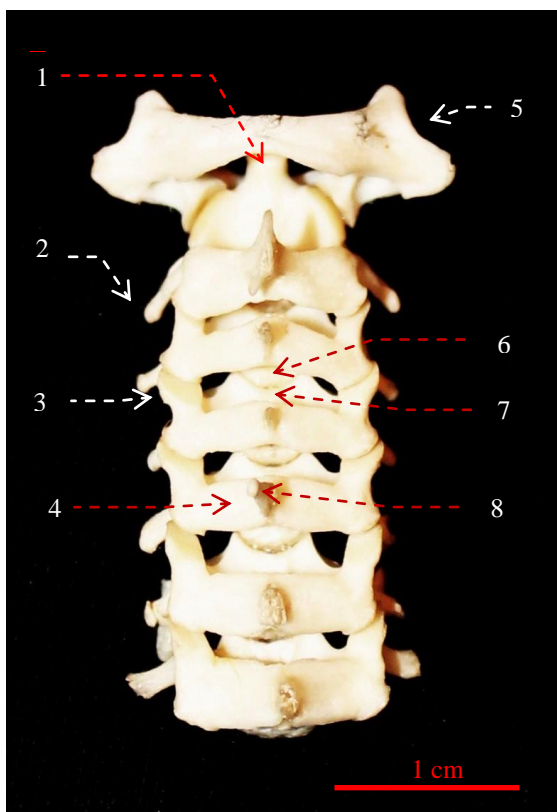
### Anatomie radiographique

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.

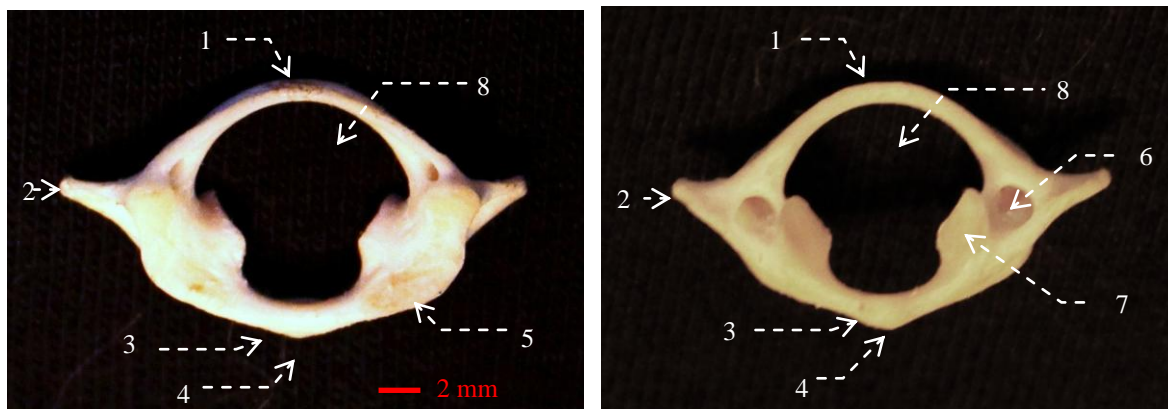


**Figure 12 - Radiographie des vertèbres cervicales, incidence ventro-dorsale. (cliché ENVT)**



**Figures 13 et 14 - Photographies des vertèbres cervicales, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite). (originales)**

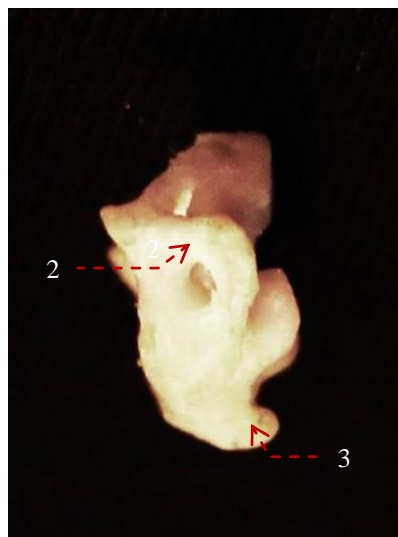
c) Description de vertèbres cervicales isolées



Figures 15 et 16 - Photographies de l'atlas, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite). (originales)

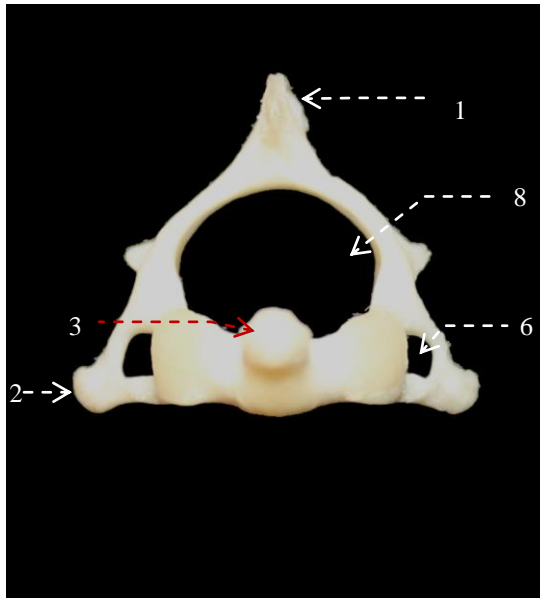
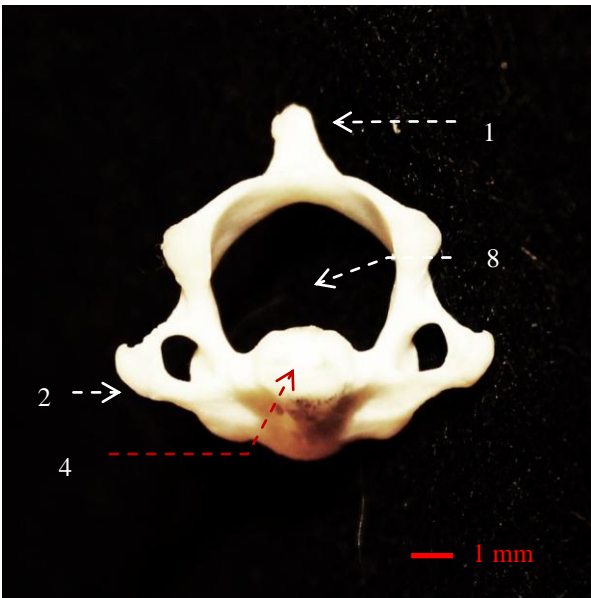


Figures 17 et 18 - Photographies de l'atlas, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite). (originales)

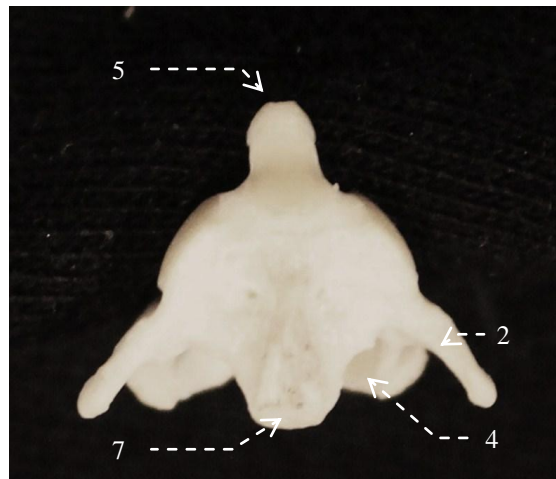
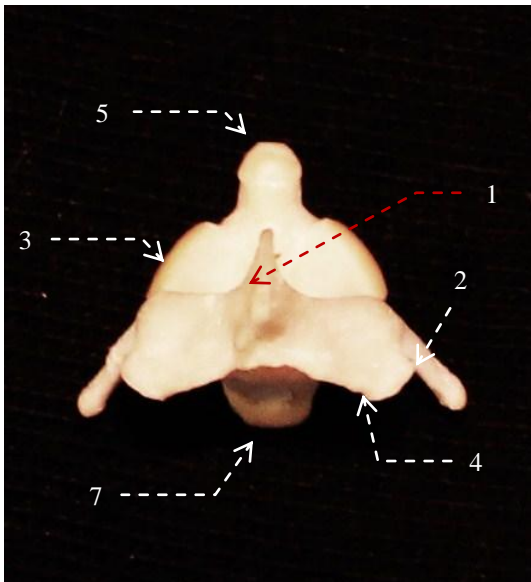


- 1 Arc dorsal
- 2 Processus transverse
- 3 Arc ventral
- 4 Tubercule ventral
- 5 Fosse articulaire craniale
- 6 Foramen transverse
- 7 Fosse articulaire caudale
- 8 Foramen vertebrale

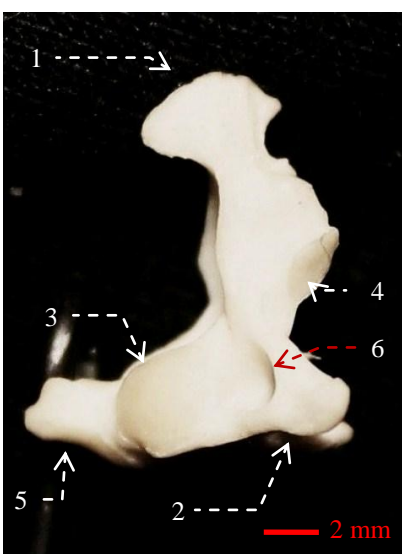
Figure 19 - Photographie de l'atlas, aspect latéral. (originale).



Figures 20 et 21 - Photographies de l'axis, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite). (originales)



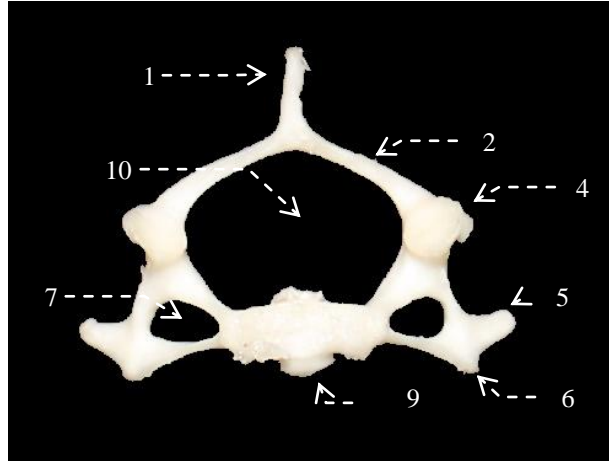
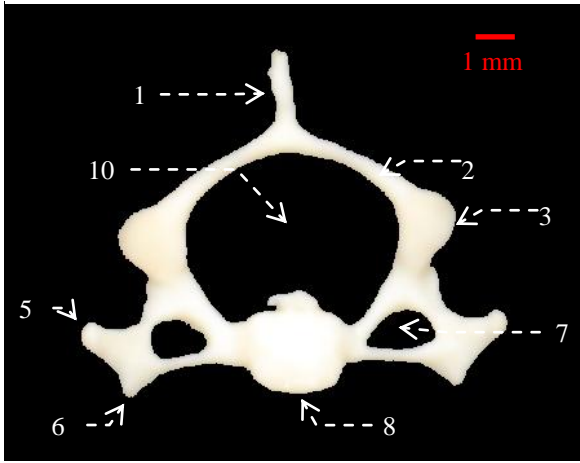
Figures 22 et 23 - Photographies de l'axis, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite). (originales)



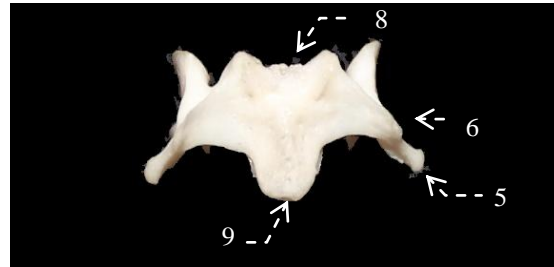
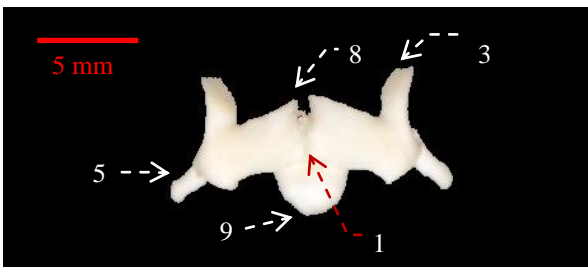
- 1 Processus épineux
- 2 Processus transverse
- 3 Face articulaire crâniale
- 4 Processus articulaire caudal
- 5 Dent de l'axis
- 6 Foramen transverse
- 7 Extrémité caudale
- 8 Foramen vertébral

Figure 24 - Photographies de l'axis, aspect latéral. (originale)

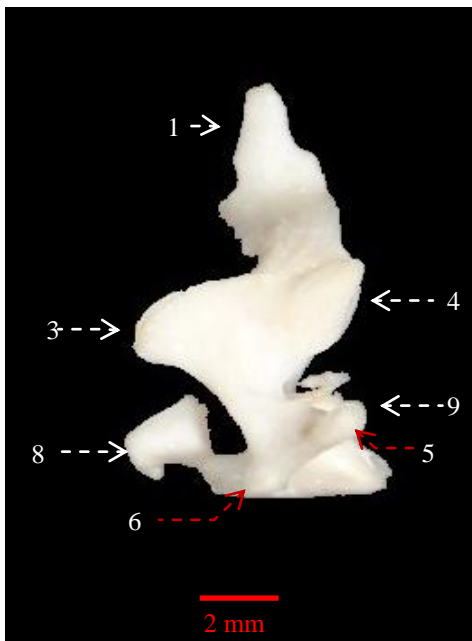




Figures 25 et 26 - Photographies de C VI, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite). (originales)



Figures 27 et 28 - Photographies de C VI, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite). (originales)



- 1 Processus épineux
- 2 Arc vertébral
- 3 Processus articulaire crânial
- 4 Processus articulaire caudal
- 5 Processus transverse, tubercule dorsal
- 6 Processus transverse, tubercule ventral
- 7 Foramen transverse
- 8 Extrémité crâniale
- 9 Extrémité caudale
- 10 Foramen vertébral

Figure 29 - Photographie de C VI, aspect latéral. (originale)

### **3 - Région thoracique**

Elle est composée de 13 vertèbres notées T1 à T13.

#### a) Incidence latérale

##### Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, sans rotation du corps. Les membres thoraciques sont en extension crâniale de manière à éviter la superposition des scapulas.

Le cliché est réalisé (si l'animal est vivant) préférentiellement entre deux mouvements respiratoires, le champ doit être centré au milieu de la zone à radiographier c'est-à-dire sur T6 et est réduit en largeur à la colonne vertébrale.

##### Critères de qualité

Les côtes sont superposées à leur base.

Les corps vertébraux et les foramens vertébraux doivent être bien visibles.

Les plateaux vertébraux doivent être soulignés par une ligne radio-opaque.

##### 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 crâniens. 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.

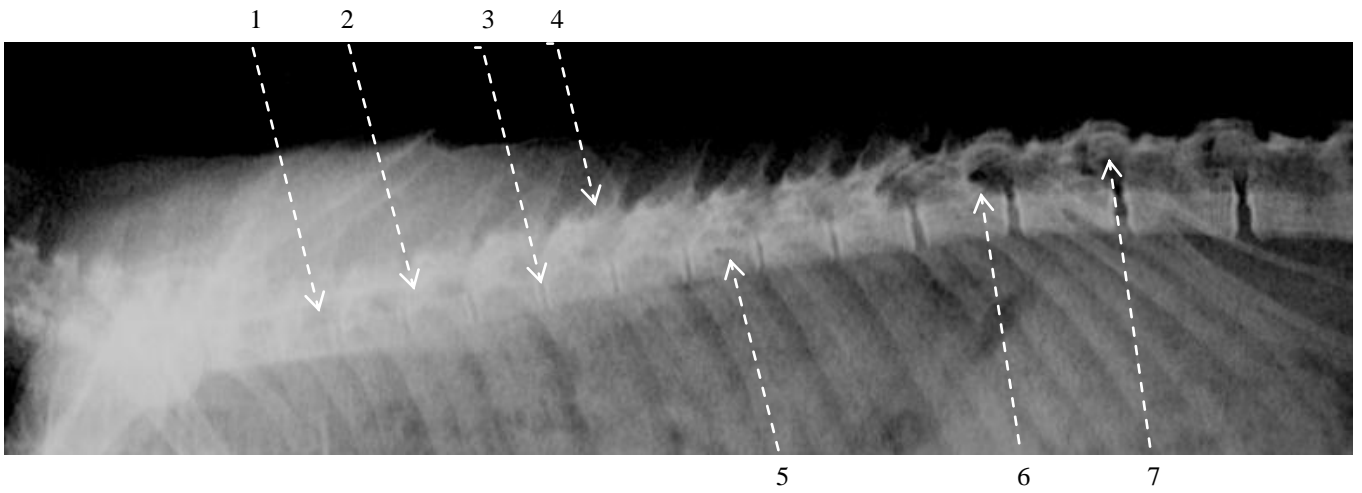


Figure 30 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence latérale. (cliché ENVT)

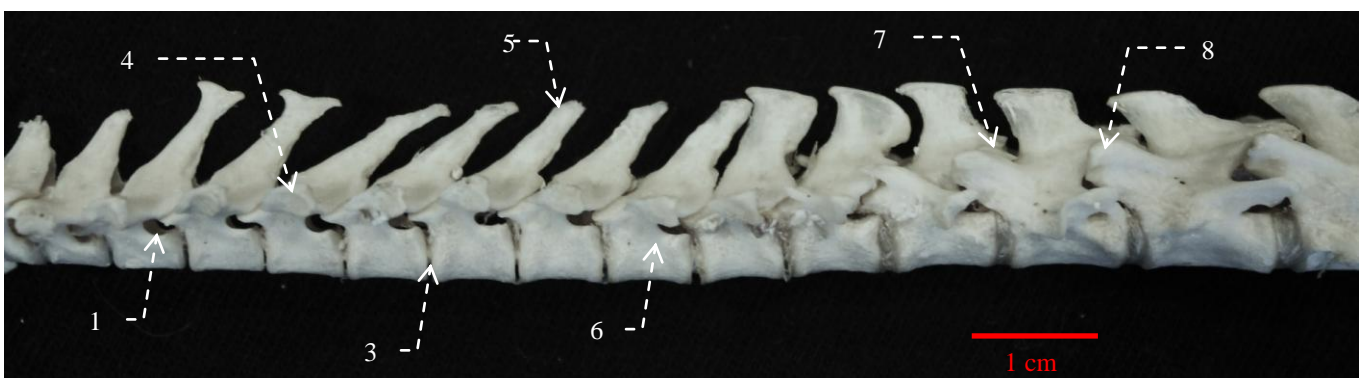


Figure 31 - Photographie des vertèbres thoraciques, aspect latéral. (cliché ENVT)

- |   |   |
|---|---|
| 1 Foramen intervertébral<br>T2-T3         | 5 Processus épineux de T6                 |
| 2 Articulation costo-<br>vertébrale de T4 | 6 Corps vertébral de T8                   |
| 3 Espace intervertébral<br>T5-T6          | 7 Processus articulaire caudal de T11     |
| 4 Processus transverse de<br>T4           | 8 Processus articulaire crânial de<br>T13 |

## 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.

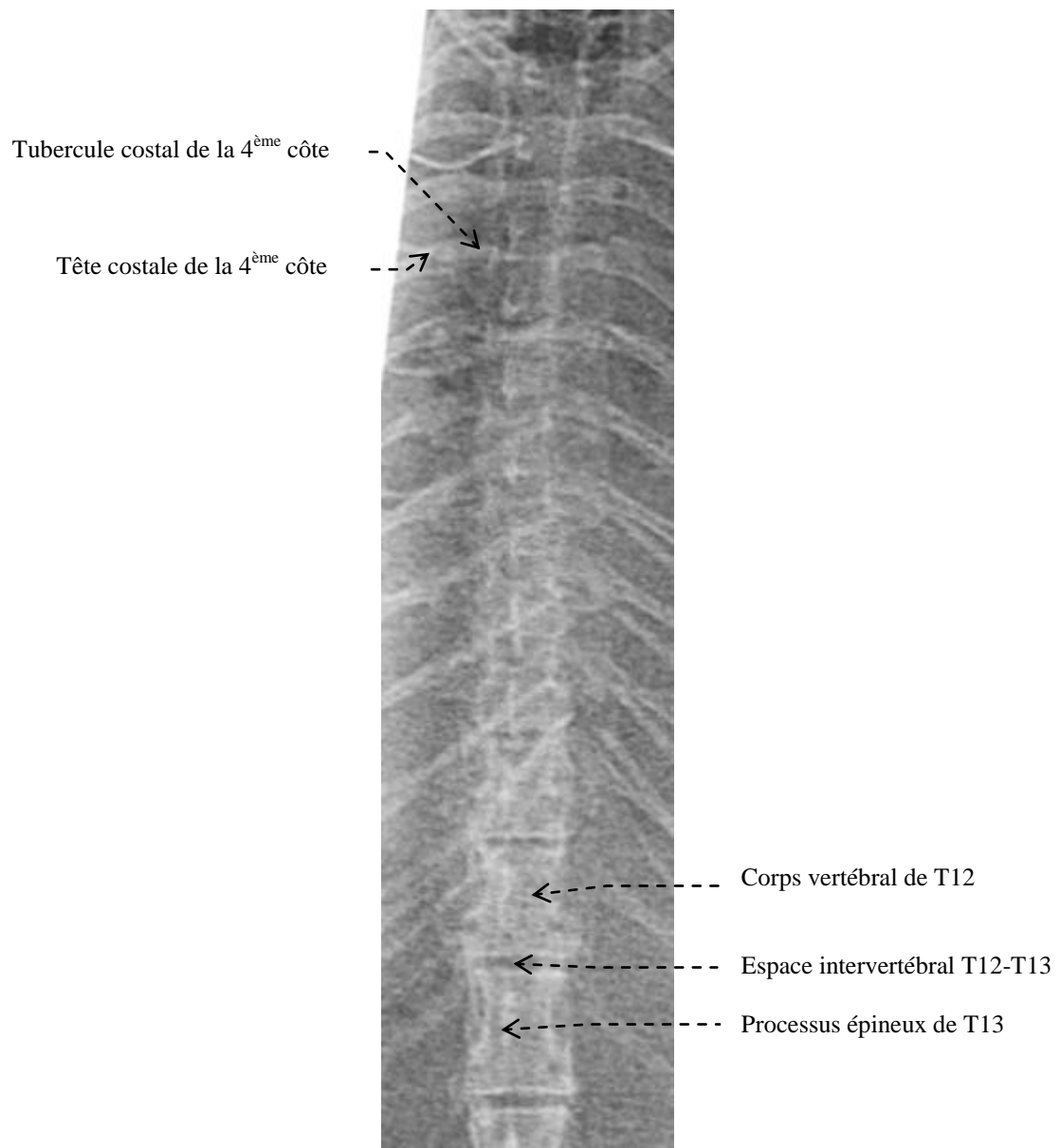
Les processus articulaires et transverses sont symétriques.

Les vertèbres et les sternèbres sont superposées.

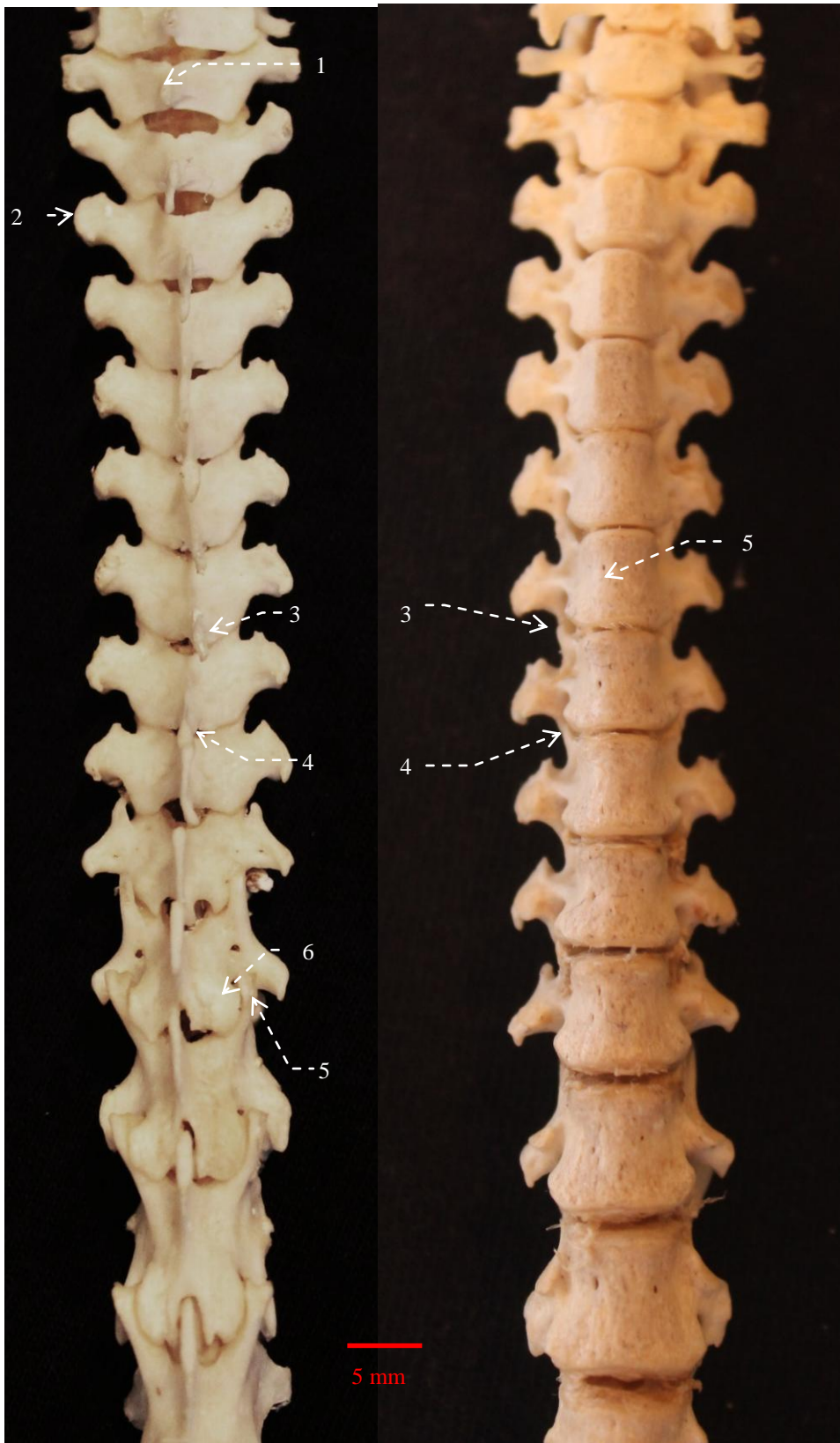
### Anatomie radiographique

Cette incidence permet de repérer les contours des corps vertébraux assez nettement. On constate leur allongement dans le sens crânio-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 32 - Radiographie des vertèbres thoraciques, incidence ventro-dorsale. (cliché ENVV)**



**Figures 33 et 34 - Photographie des vertèbres thoraciques, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite).  
(originales)**

1 Processus épineux T1  
2 Processus transverse T3

3 Extrémité crâniale  
4 Extrémité caudale

5 Processus articulaire crânial T12  
6 Processus articulaire caudal T11

#### **4 - Région lombaire**

Elle est composée de 7 vertèbres notées L1 à L7.

##### 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 des dernières vertèbres thoraciques sont superposées à leur base.

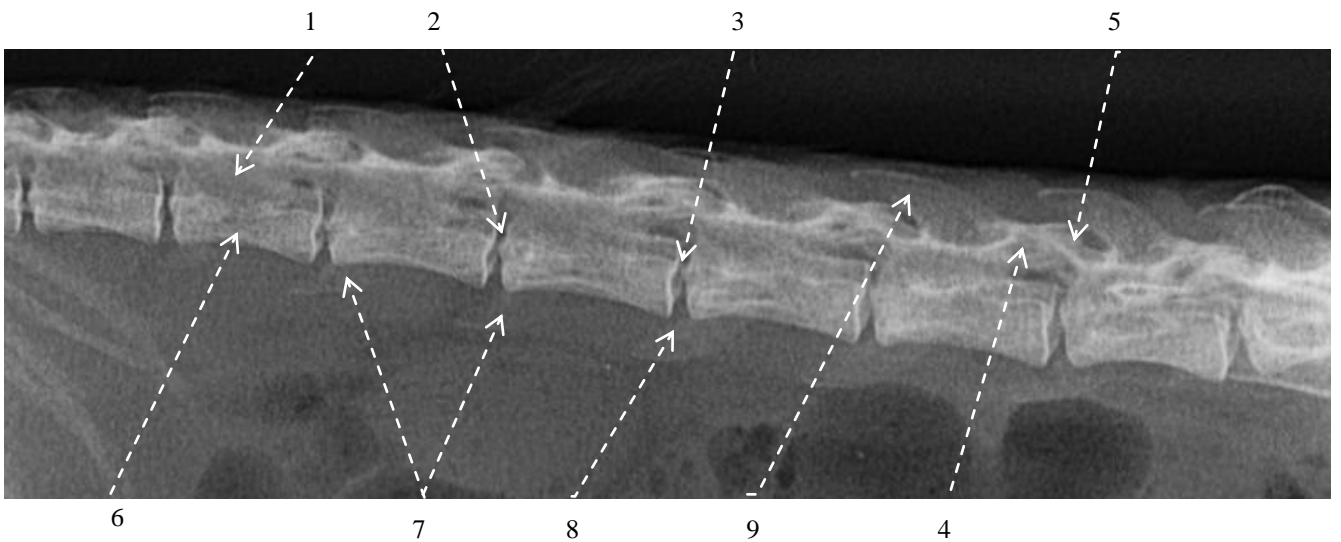
Les processus articulaires transverses sont superposés.

Les corps et les foramen vertébraux sont bien visibles.

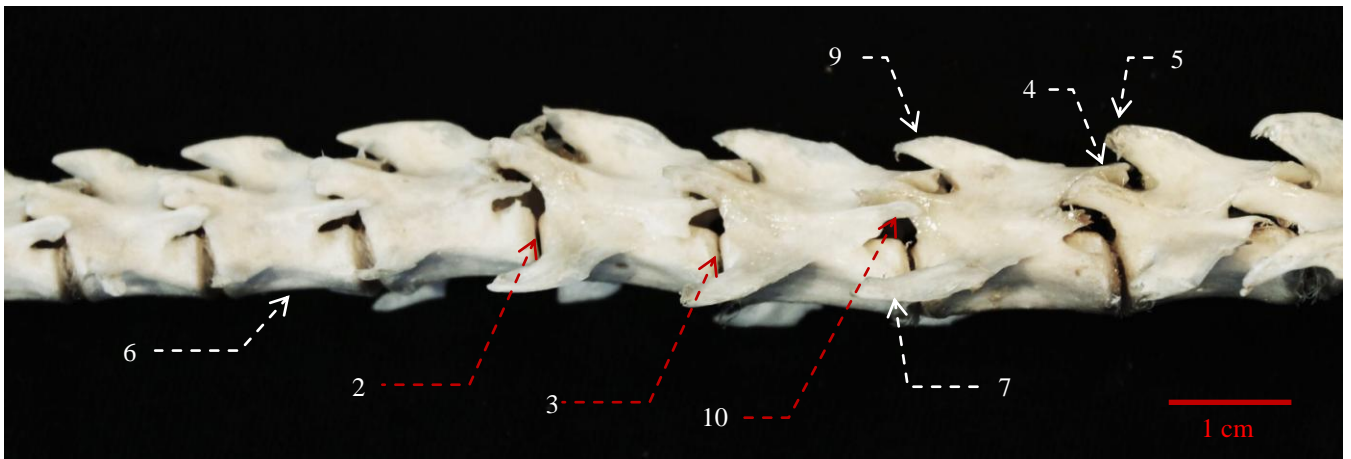
Les ailes des iliums sont superposées.

##### Anatomie radiographique

La région lombaire est constituée de sept vertèbres plus imposantes que les vertèbres thoraciques, avec un corps plus long 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 de forme rectangulaire biconcaves. Les processus épineux sont plats et larges et montrent une légère inclinaison crâniale, ils sont très développés. 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, ils sont plus épais en région ventrale qu'en région caudale, ce qui correspond à la forme des disques intervertébraux. C'est cette caractéristique des disques qui est l'origine de la ventroflexion de la région lombaire.



**Figure 35 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence latérale. (cliché ENVT)**



**Figure 36 - Photographie des vertèbres lombaires, aspect latéral. (originale)**

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Canal vertébral                     | 6 Corps vertébral de L2               |
| 2 Bord crânial de L4                  | 7 Processus transverses de L3, L4, L6 |
| 3 Bord caudal de L4                   | 8 Espace intervertébral L4-L5         |
| 4 Processus articulaire caudal de L6  | 9 Processus épineux de L6             |
| 5 Processus articulaire crânial de L7 | 10 Processus accessoire de L5         |



## 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.

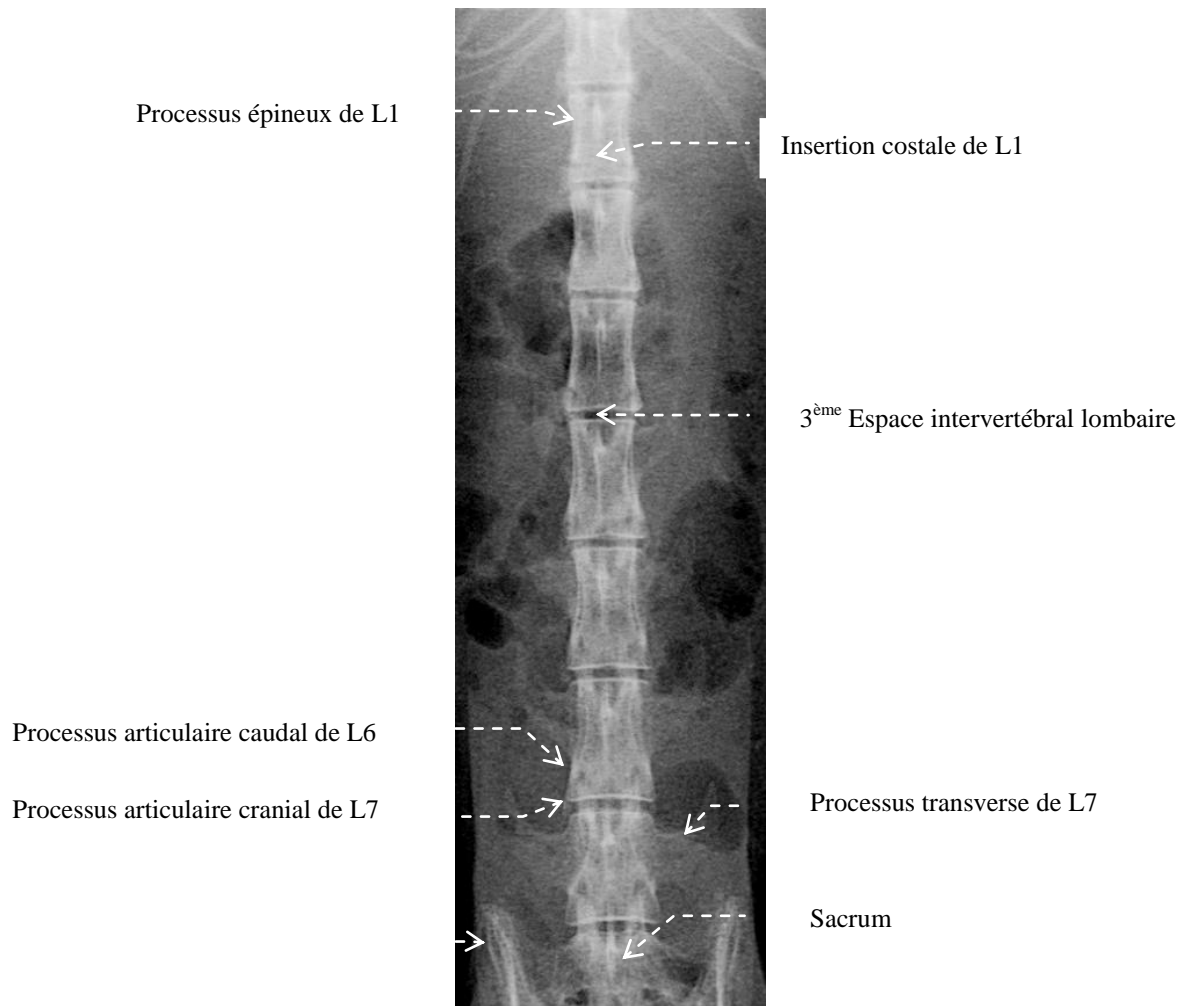
Les processus articulaires et transverses sont symétriques.

### 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.

Le voile radio-opaque visible crânialement à LII correspond à la zone d'insertion du diaphragme.

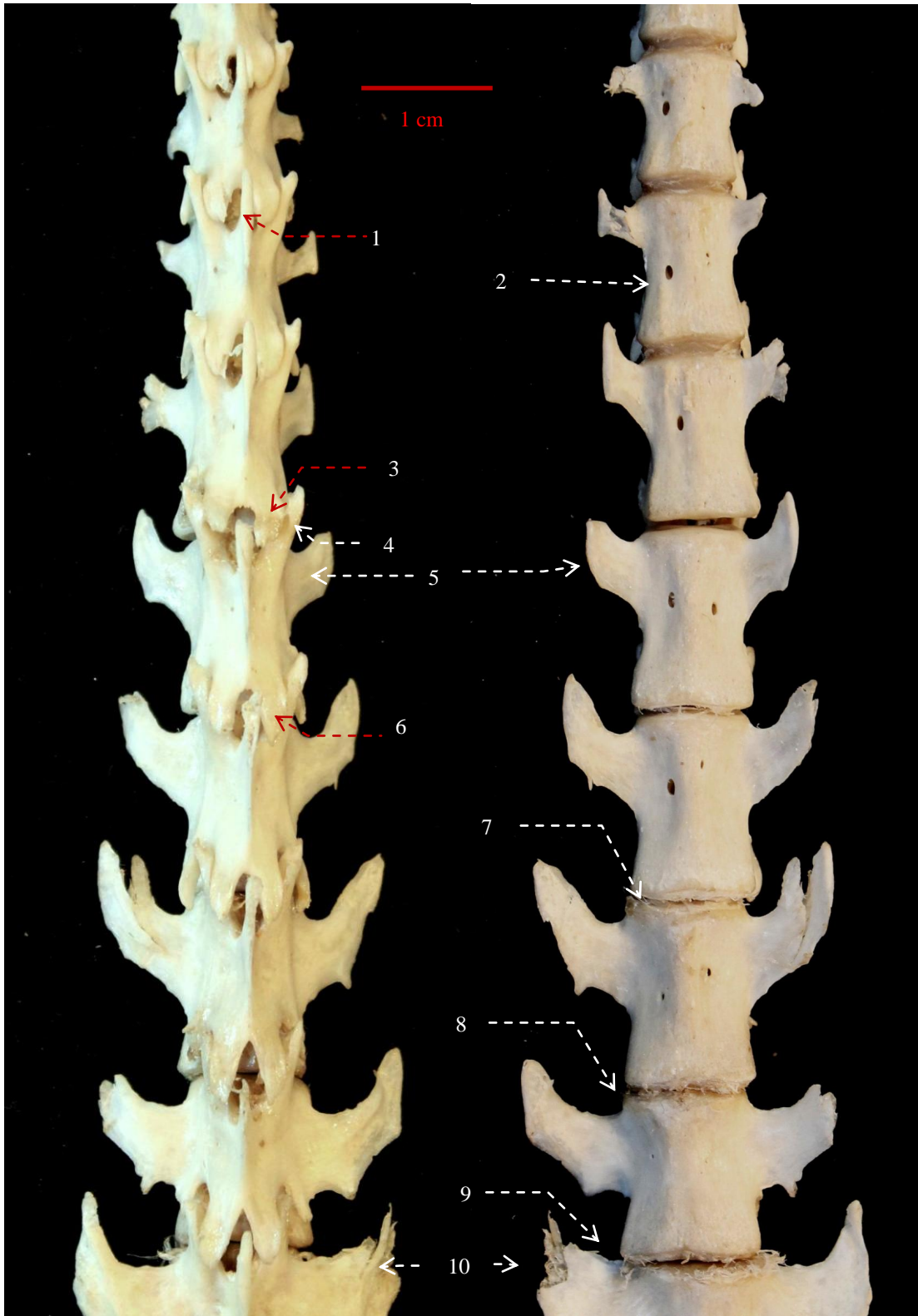


**Figure 37 - Radiographie des vertèbres lombaires, incidence ventro-dorsale. (Cliché ENVT)**

- 1 Os costale XII
- 2 L I corpus vertebrae
- 3 Os ilium
- 11 Ala ossis sacri

- L V**
- 4 Processus articularis cranialis
  - 5 Processus articularis caudalis
  - 6 Extremitas cranialis
  - 7 Extremitas caudalis

- 8 Corpus vertebrae
- 9 Processus transversus
- 10 Processus spinosus



Figures 38 et 39 - Photographies des vertèbres lombaires, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite).  
(Originales)

1 Processus épineux L2

2 Corps vertébral L2

3 Processus artulaire caudal  
L3

4 Processus artulaire crânial L4

5 Processus transverse L4

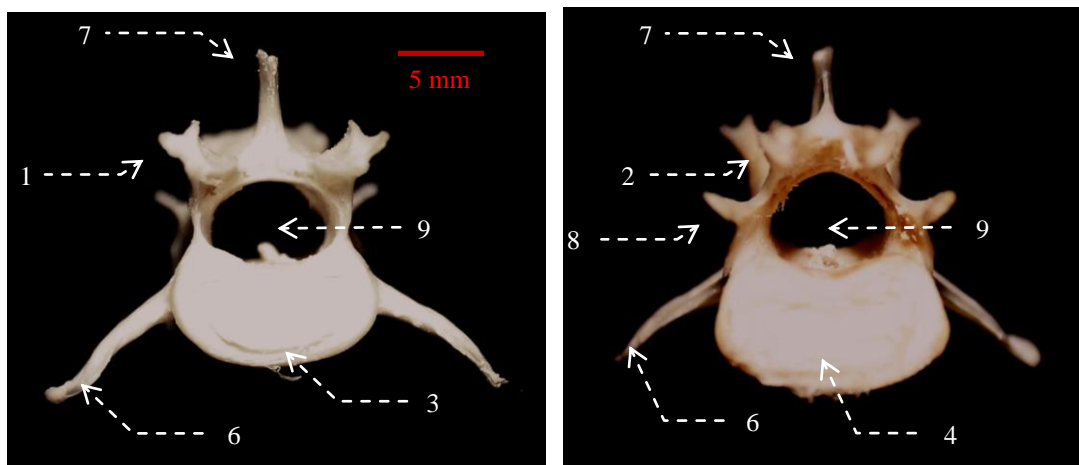
6 Processus artulaire caudal L4  
7 Espace intervertébral L5-L6

8 Extrémité crâniale L7

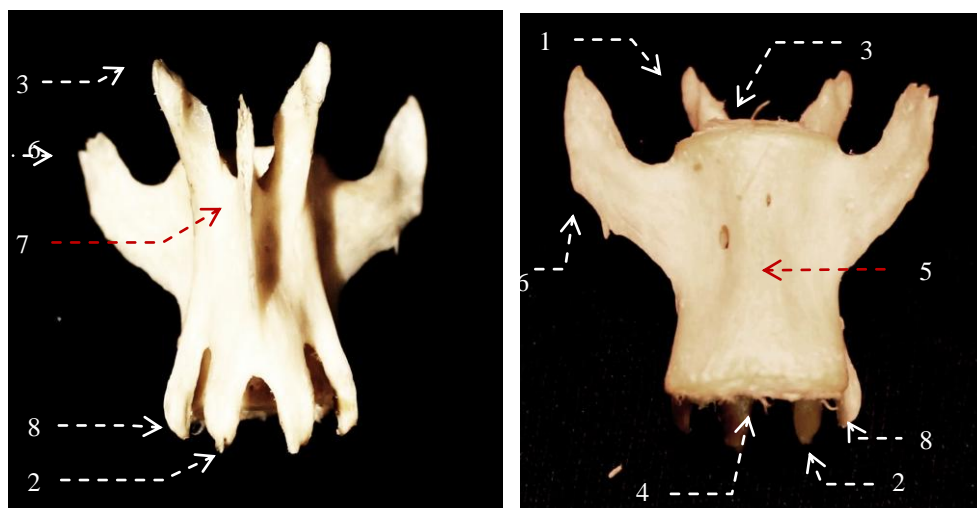
9 Extrémité caudale L7

10 Aile du sacrum

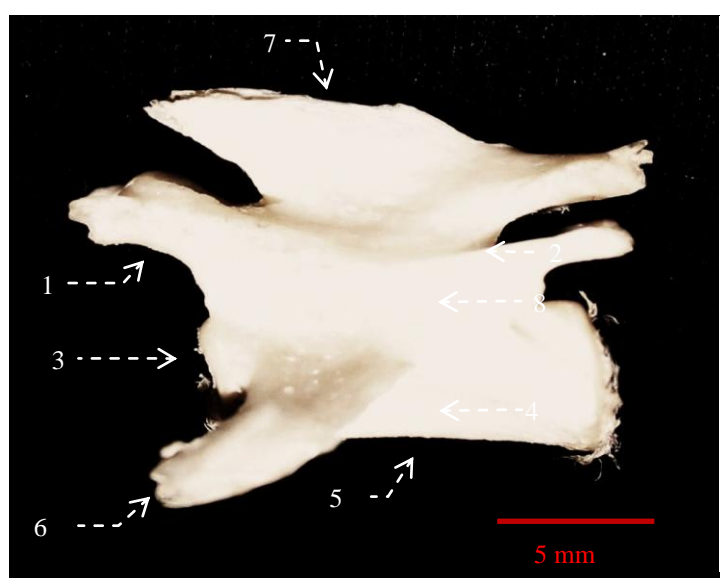
c) Description d'une vertèbre lombaire isolée



Figures 40 et 41 - Photographies de L V, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite). (Originales)



Figures 42 et 43 - Photographies de L V, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite). (Originales)



- 1 Processus articulaire crânial
- 2 Processus articulaire caudal
- 3 Extrémité crâniale
- 4 Extrémité caudale
- 5 Corps vertébrale
- 6 Processus transverse
- 7 Processus épineux
- 8 Processus accessoire
- 9 Foramen vertébral

Figure 44 - Photographie de L V, aspect latéral. (Originale)

## **5 - Région sacrée**

Le sacrum résulte de la fusion de 4 vertèbres, notées S1, S2, S3 et S4, il effectue la jonction de la colonne vertébrale au bassin, c'est un os impair et symétrique.

### a) Incidence latérale

#### Position de l'animal

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

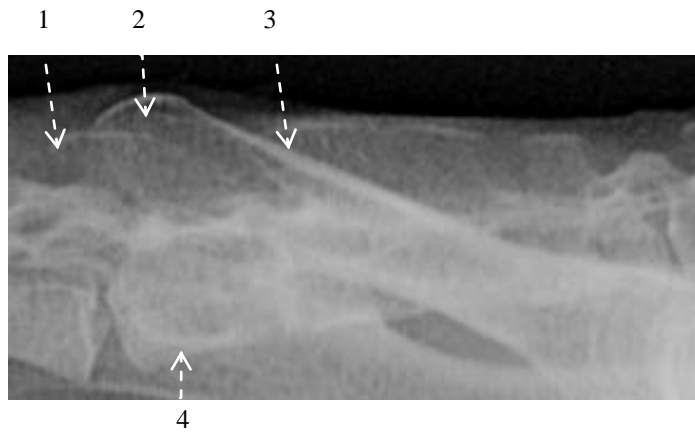
#### Critères de qualité

Les ailes des iliums sont superposées.

#### Anatomie radiographique

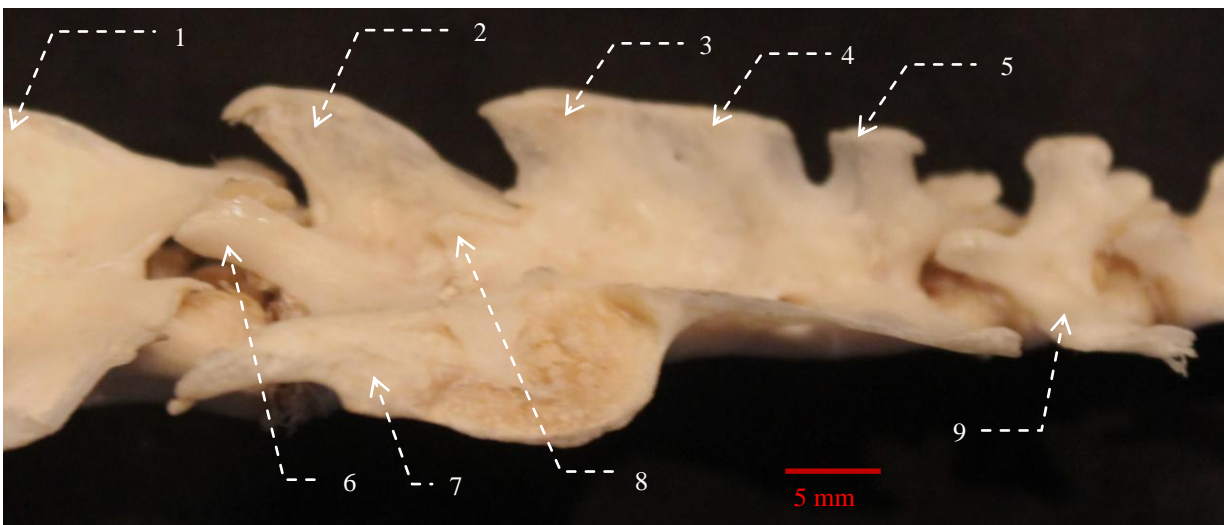
Le sacrum présente une légère dorsiflexion. Dans la région des deux premières vertèbres le sacrum est fortement étendu latéralement, formant deux larges ailes. Les deux premiers tiers crâniens des ailes sont rugueux, tandis que le troisième tiers est occupé par la surface articulaire iliaque. Celle-ci 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 crânien 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 trois paires de foramens sacrés. Latéralement aux foramens se trouvent les crêtes sacrées latérales formées par les processus transverses.



**Figure 45 - Radiographie du sacrum, incidence latérale. (Cliché ENVT)**

- 1 Processus épineux de L7
- 2 Aile de l'ilium
- 3 Processus épineux de S1
- 4 Corps vertébral de L7



**Figure 46 - Photographie du sacrum, aspect latéral. (Originale)**

- |                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| 1 Processus épineux L7 | 5 Processus épineux S4                |
| 2 Processus épineux S1 | 6 Processus articulaire crânial de S1 |
| 3 Processus épineux S2 | 7 Aile du sacrum                      |
| 4 Processus épineux S3 | 8 Processus articulaire crânial de S2 |
|                        | 9 Vertèbre caudale (C1)               |

## 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 par rapport à l'axe sagittal.

### Anatomie radiographique

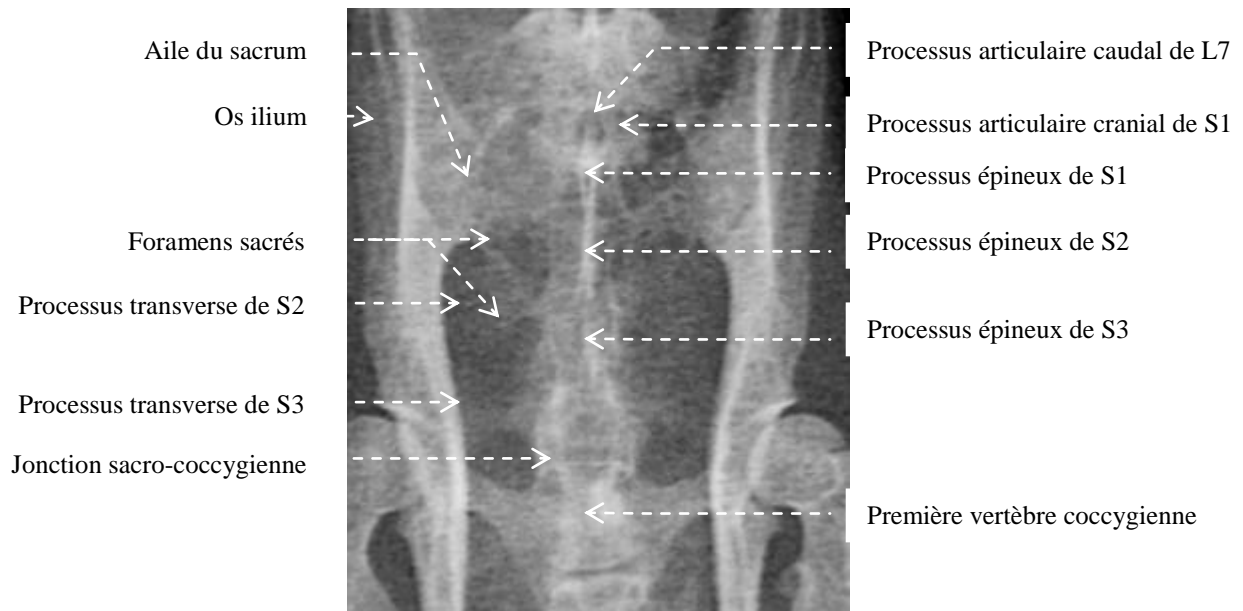
Sur cette incidence, les crêtes sacrées de la face dorso-latérale du sacrum sont identifiables. Les ailes du sacrum (processus transverses de S1 très développés) sont larges et s'articulent latéralement aux iliums.

La face pelvienne du sacrum est lisse, uniquement interrompue par les trois 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 crâniens et les bords crâniens des ailes du sacrum.

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

Les corps vertébraux des quatre vertèbres initiales ont presque totalement fusionné à l'exception de 3 paires de foramens sacrés, qui marquent les limites entre S1 et S2, S2 et S3, et S3 et S4.



**Figure 47 - Radiographie du sacrum, incidence ventro-dorsale. (Cliché ENVVT)**



**Figures 48 et 49 - Photographies du sacrum, aspects dorsal (à gauche) et ventral (à droite). (Originale)**



## **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-neuf 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 du segment lombaire. Leur corps est long, cylindroïde et biconcave. On retrouve un processus épineux rudimentaire sur les 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.

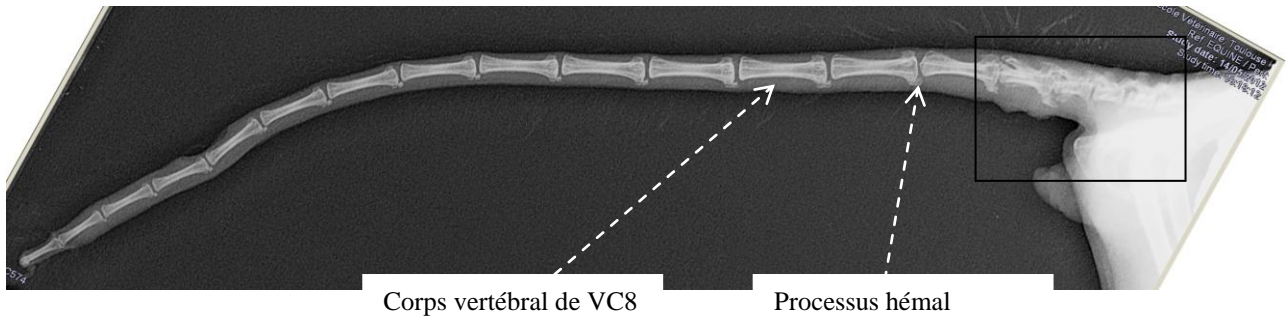


Figure 50 - Radiographie des vertèbres caudales, incidence latérale. (Cliché ENVT)



Figure 51 - Photographie des vertèbres caudales (début), aspect latéral. (Originale)

- 1 Processus artulaire crânial de VC5
- 2 Processus artulaire caudal de VC4
- 3 Processus transverse de VC5

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.

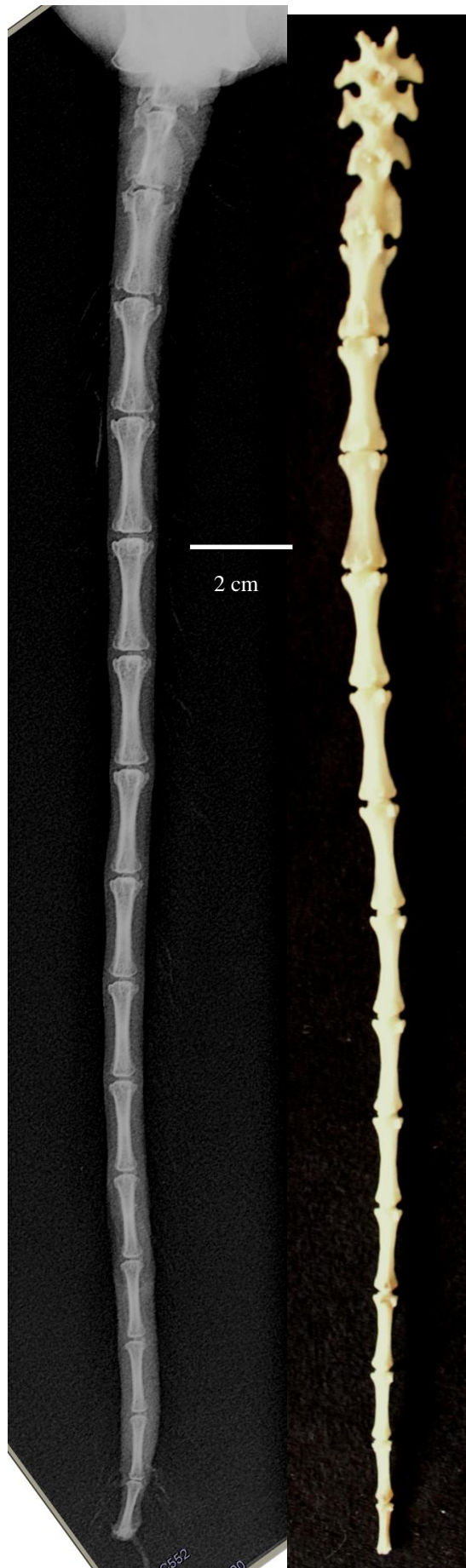


Figure 52 – Radiographie et photographie des vertèbres caudales, incidence ventro-dorsale. (Cliché ENVT et Originale)

## **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. Différents types de lésions peuvent être visualisées grâce à cet examen :

- des lésions osseuses diffuses, avec des origines systémiques : congénitale, nutritionnelle, métabolique, ou tumorale.
- des lésions osseuses localisées : traumatique (fracture), tumorale, infectieuse (ostéomyélite), kystique ou congénitale.
- des lésions articulaires : dégénératives (arthrose), inflammatoires (arthrite), traumatiques...

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. Il est également possible de réaliser des clichés en positions forcées pour examiner l'intégrité des structures ligamentaires.

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 grasseuse. 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 de l'animal 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 droits, et les seules deux vues orthogonales classiques ont été réalisées sur chaque portion du squelette appendiculaire.

## **2 - Membre thoracique**

### **2.1 - Épaule**

#### 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 de manière à dégager l'articulation à étudier. Le cou est en extension.

##### Critères de qualité

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

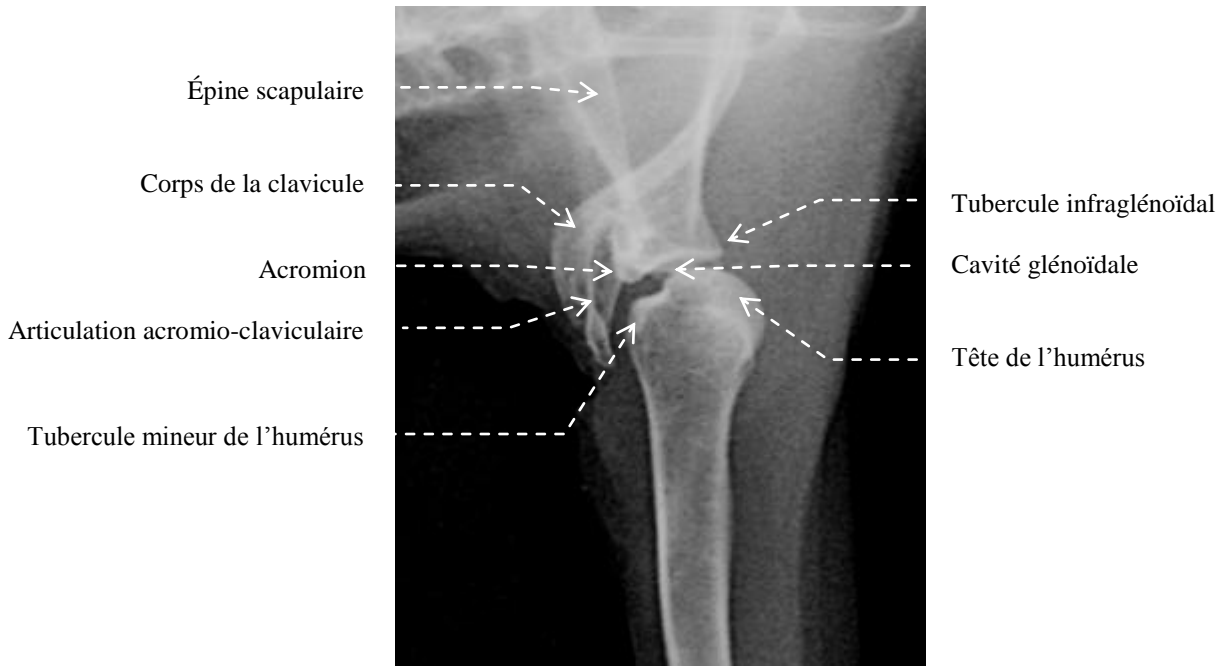
##### Anatomie radiographique

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.

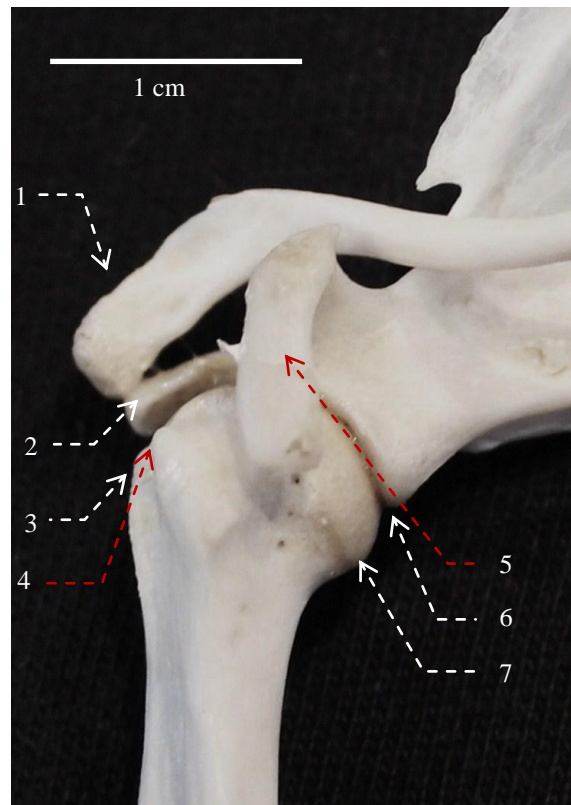
La clavicule s'articule par la surface ventrale de son extrémité médiale avec le sternum. L'extrémité latérale de la clavicule s'articule avec l'acromion de la scapula.

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 53 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)**



**Figure 54 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect médial. (Originale)**

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 Corps de la clavicule | 4 Tubercule mineur         |
| 2 Acromion              | 5 Processus coracoïde      |
| 3 Tubercule majeur      | 6 Tubercule infraglénoïdal |
|                         | 7 Tête humérale            |



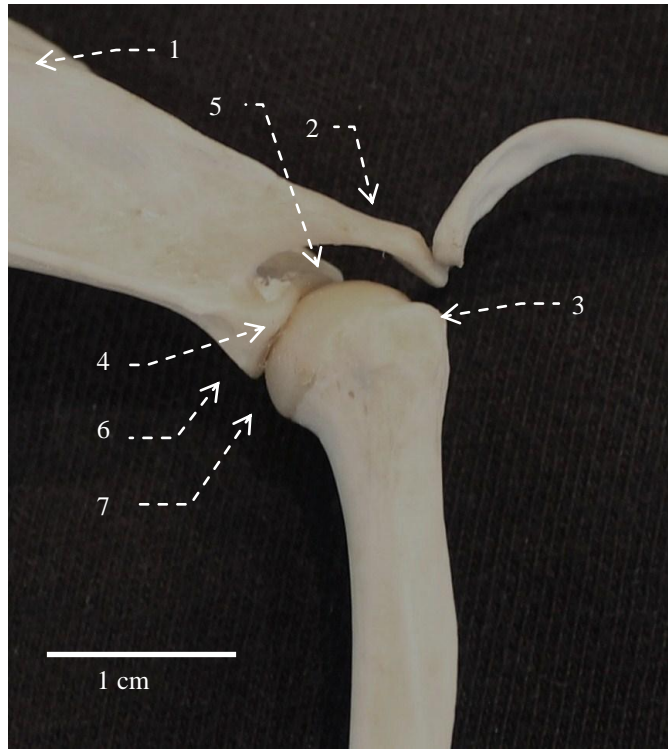
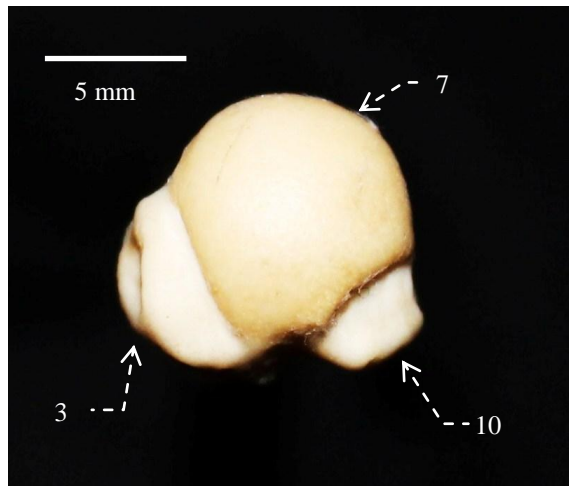
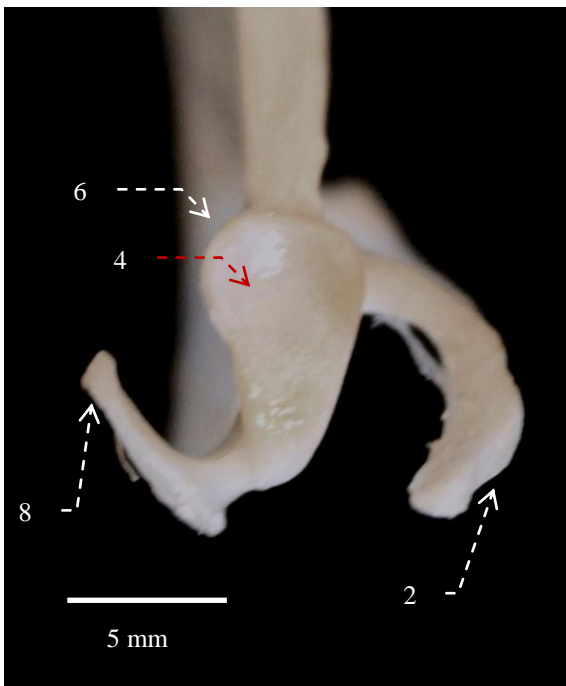


Figure 55 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect latéral. (Originale)



Figures 56 et 57 - Photographies de l'extrémité articulaire de la scapula, aspect distal (à gauche) et de l'extrémité proximale de l'humérus, aspect proximal (à droite). (Originales)

1 Épine scapulaire  
2 Acromion  
3 Tubercule majeur  
4 Cavité glénoïdale

5 Tubercule supraglénoïdal  
6 Tubercule infraglénoïdal  
7 Tête humérale

8 Processus coracoïde  
9 Tubercule mineur

## 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. La cage thoracique est légèrement repoussée et le cou mis en extension de manière à dégager l'épaule.

### Critères de qualité

L'épaule est séparée de la cage thoracique.

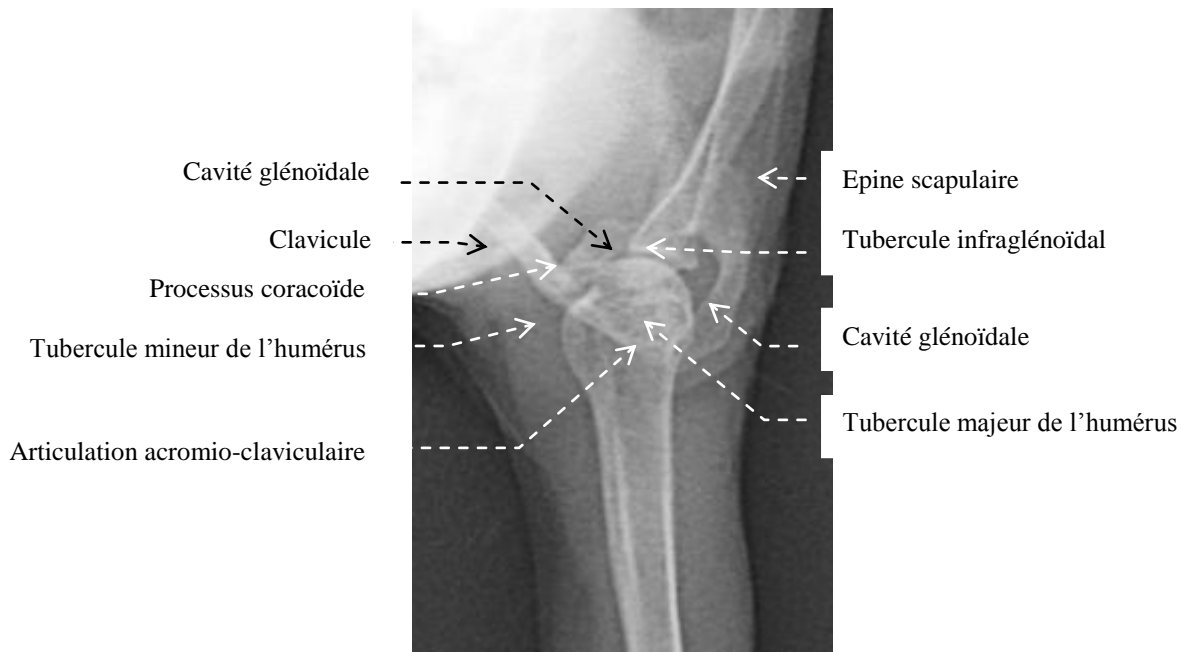
Le tiers distal de la scapula et le tiers proximal de l'humérus sont visibles.

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

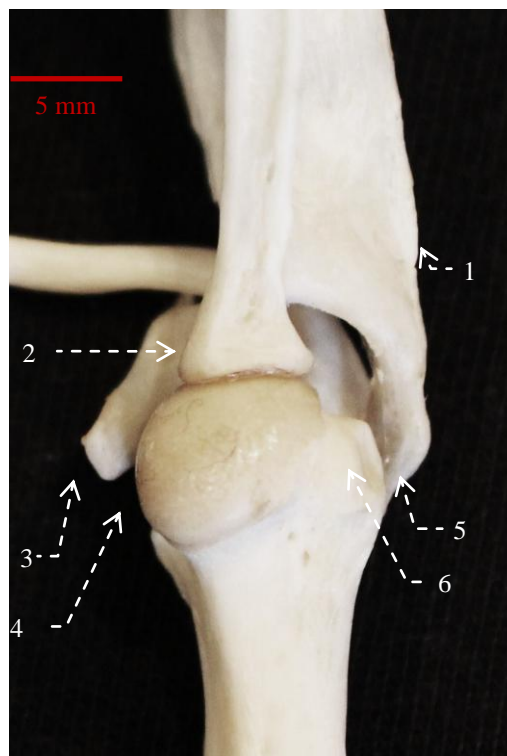
L'épine scapulaire est bien détachée.

### 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 58 - Radiographie de l'articulation de l'épaule, incidence caudo-crâniale. (Cliché ENVT)**



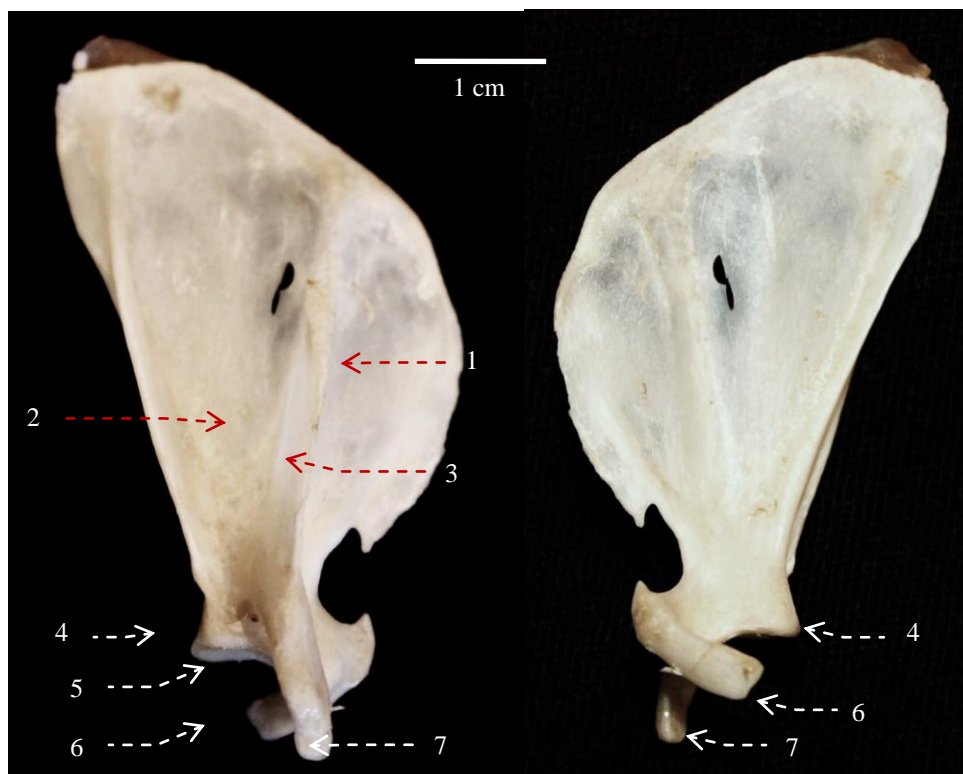
**Figure 59 - Photographie de l'articulation de l'épaule, aspect caudal. (Originale)**

1 Épine scapulaire  
2 Tubercule infraglénoïdal

3 Processus coracoïde  
4 Tête humérale

5 Acromion  
6 Tubercule majeur

c) Description de la scapula et de la clavicule isolées



**Figures 60 et 61 - Photographies de la scapula, aspects externe (à gauche) et interne (à droite). (Originales)**

- 1 Fosse supra-épineuse
- 2 Fosse infra-épineuse
- 3 Épine scapulaire

- 4 Tubercule infraglénoïdal
- 5 Cavité glénoïdale
- 6 Processus coracoïde
- 7 Acromion



**Figures 62 et 63 - Photographies de la clavicule, aspects crânial (à gauche) et ventral (à droite). (Originales)**

## **2.2 - Humérus**

L'humérus représente l'os unique du bras, c'est un os long pair et asymétrique

### 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

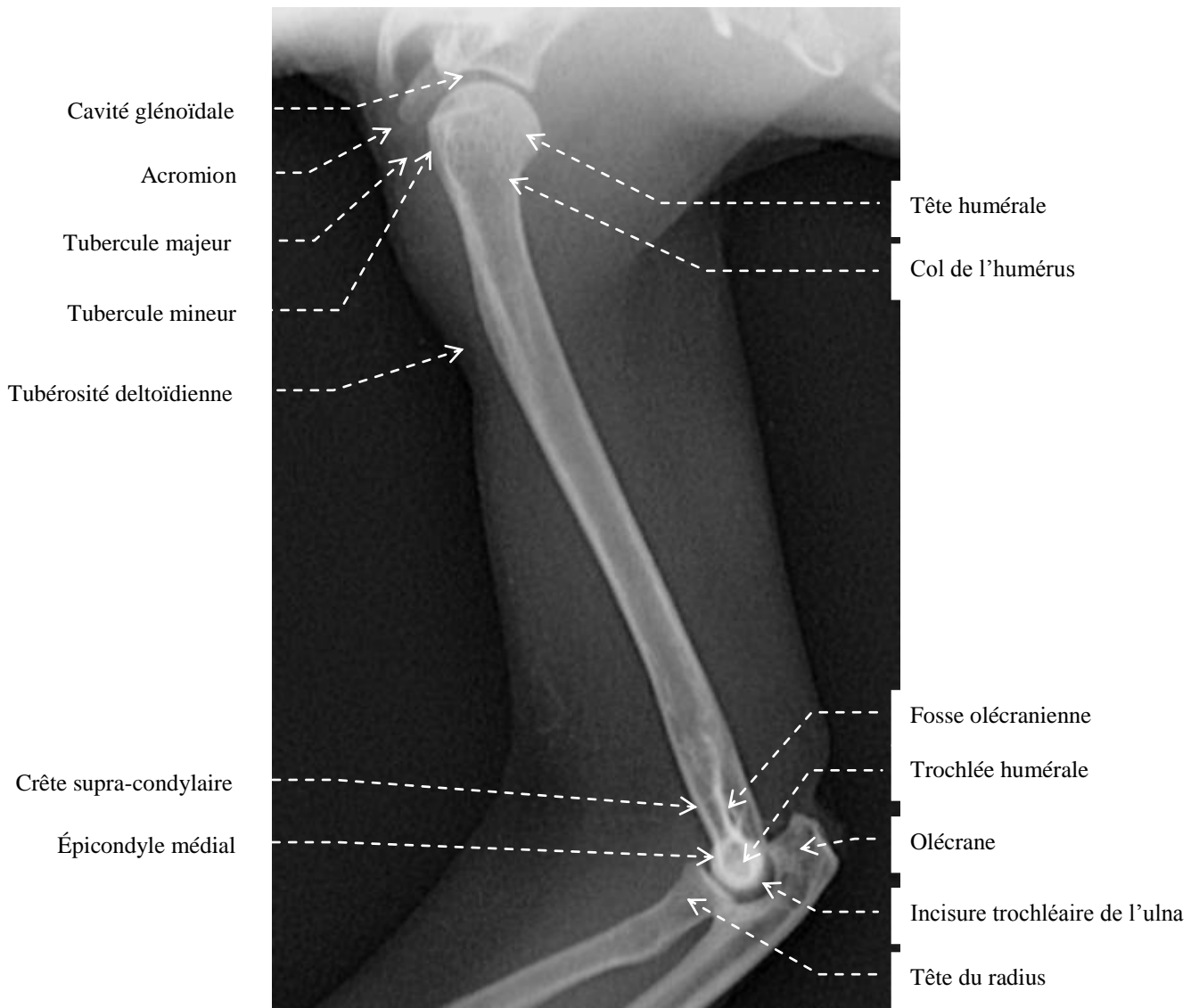
Les articulations de l'épaule et du coude sont visibles.

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

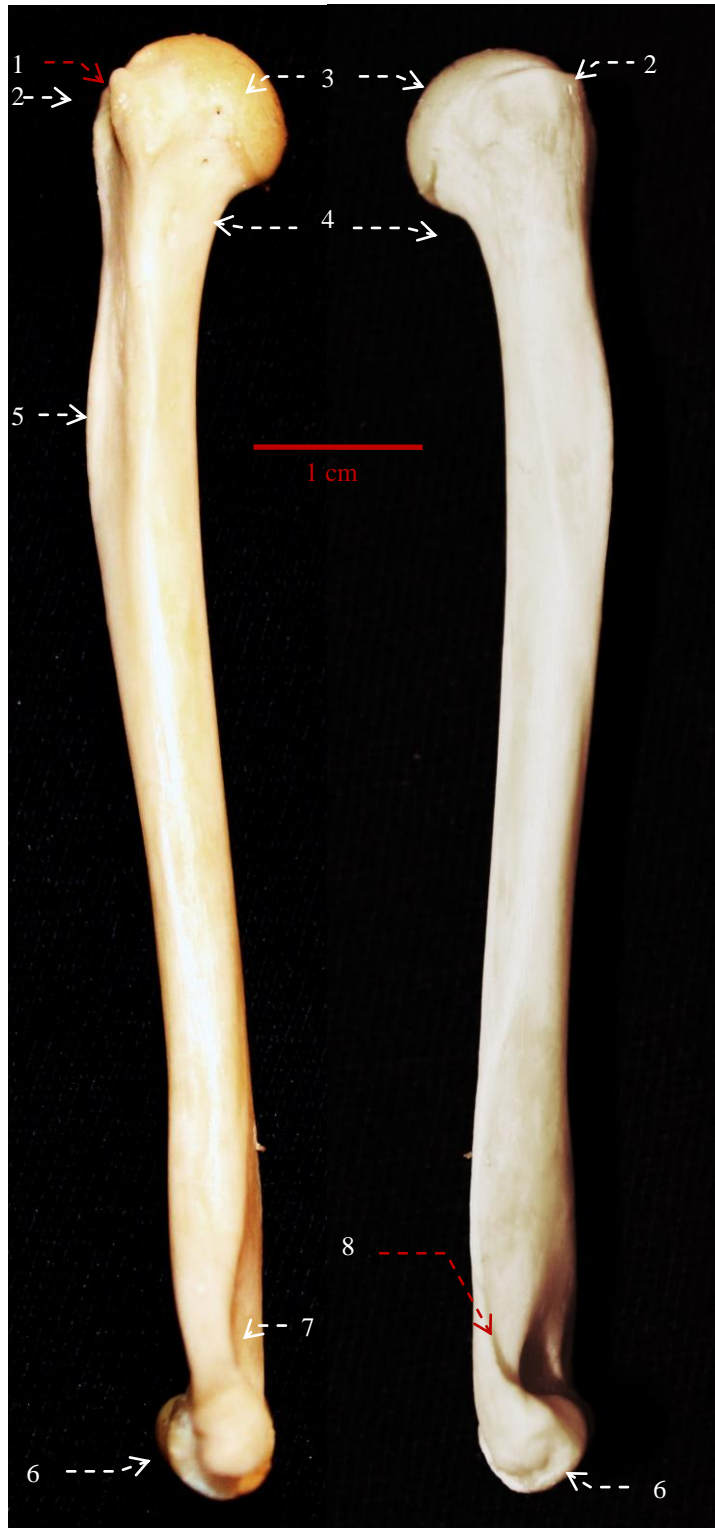
L'espace huméro-ulnaire est visible.

#### Anatomie radiographique

L'humérus présente deux extrémités, l'épiphyse proximale et l'épiphyse distale, et une partie moyenne, la diaphyse. 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. A ce niveau l'humérus s'articule donc avec l'ulna par sa trochlée et avec le radius par ses condyles. Le corps, ou diaphyse est légèrement sigmoïde, ce qui est amplifié par la présence de la tubérosité deltoïdienne sur la face crâniale de la première moitié de l'os. Cette tubérosité reçoit l'insertion du muscle du même nom.



**Figure 64 - Radiographie de l'humérus, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)**



Figures 65 et 66 - Photographies de l'humérus, aspects médial (à gauche) et latéral (à droite). (Originales)

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| 1 Tubercule mineur | 5 Tubérosité deltoïdienne |
| 2 Tubercule majeur | 6 Trochlée humérale       |
| 3 Tête humérale    | 7 Fosse de l'olécrane     |
| 4 Col de l'humérus | 8 Crête supra-condyloire  |

## 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

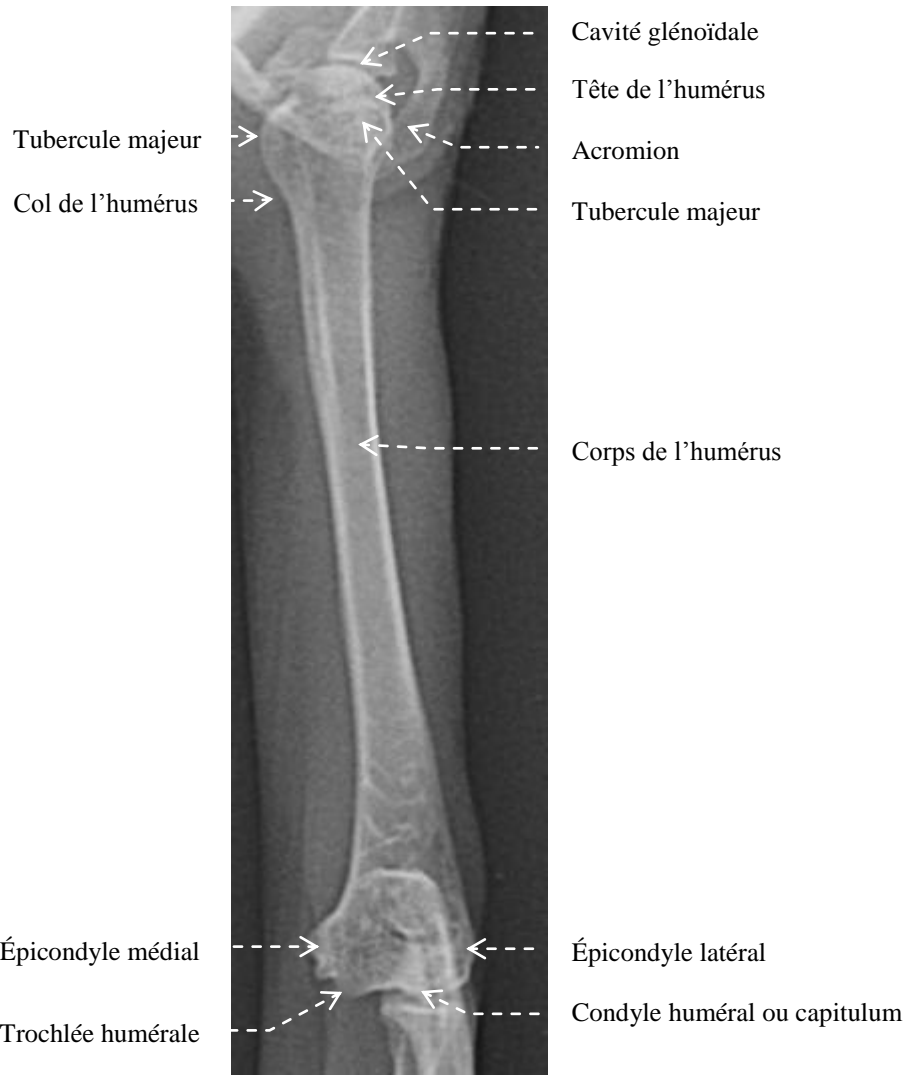
Les articulations de l'épaule et du coude sont visibles.

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, proximale 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 67 - Radiographie de l'humérus, incidence caudo-crâniale. (Cliché ENVT)**



Figures 68 et 69 - Photographies de l'humérus, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite). (Originales)

1 Tubercule mineur  
 2 Tubercule majeur  
 3 Tête de l'humérus  
 4 Épicondyle latéral

5 Épicondyle médial  
 6 Trochlée humérale  
 7 Fosse de l'olécrane  
 8 Condyle huméral

## **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 pour le dégager de la cage thoracique. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière. Le coude est fléchi à 90° pour séparer l'olécrane de l'humérus.

#### Critères de qualité

Les épicondyles huméraux sont superposés.

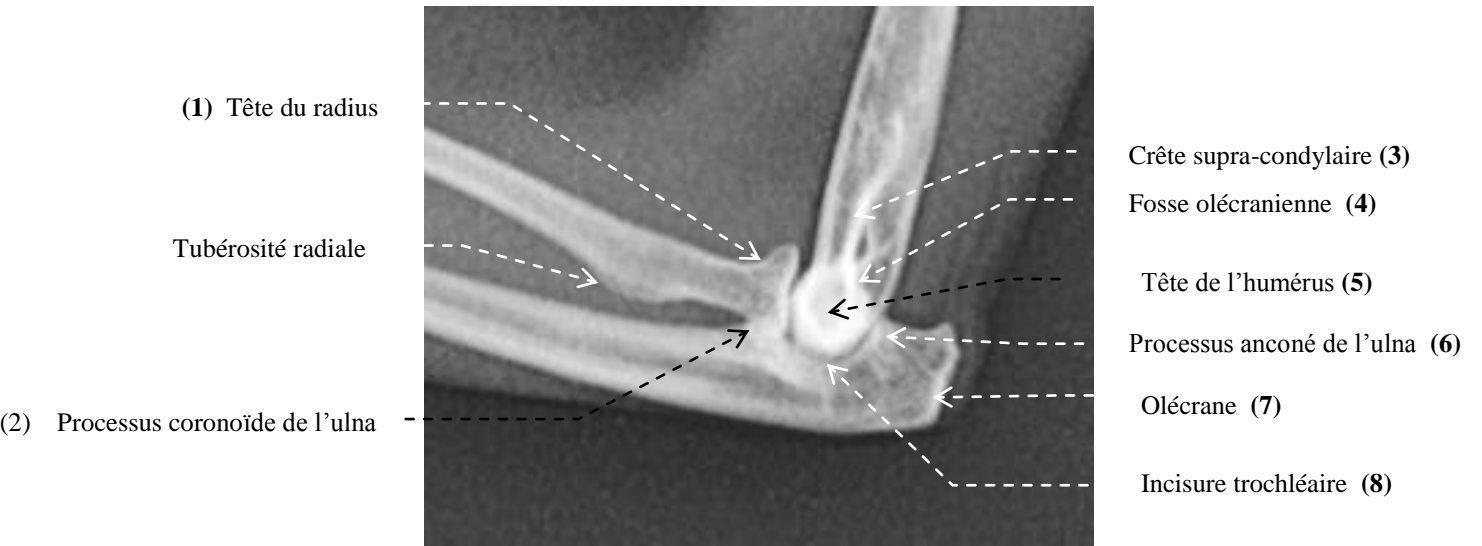
L'espace huméro-ulnaire est bien visible.

#### Anatomie radiographique

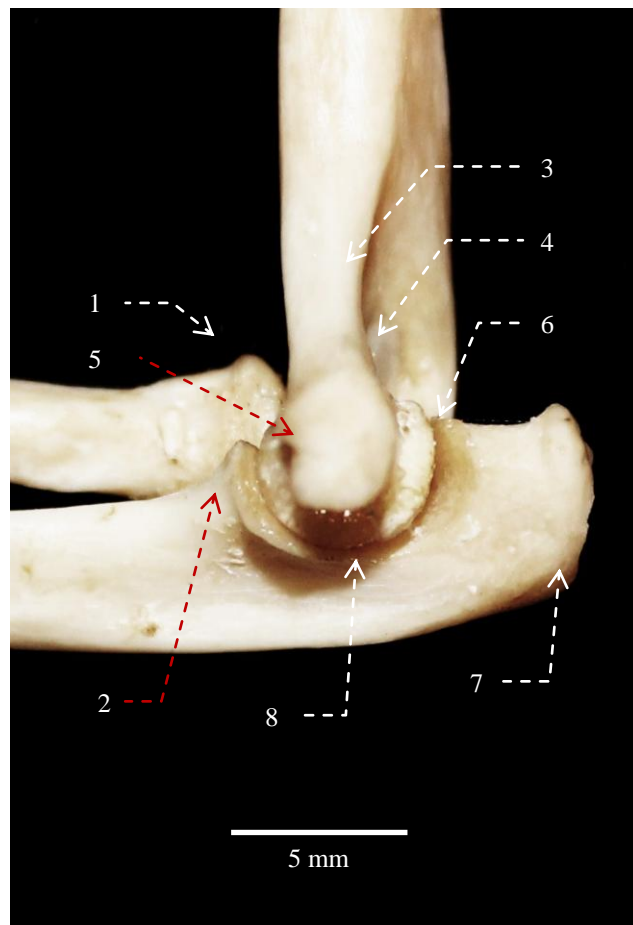
L'articulation du coude comprend l'articulation huméro-ulnaire, l'articulation huméro-radiale et l'articulation radio-ulnaire proximale. L'humérus s'articule à l'ulna par la trochlée humérale. Celle-ci représente environ les deux tiers de la surface articulaire distale de l'humérus. L'humérus s'articule 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, proximale 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 70 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)**



**Figure 71 - Photographie de l'articulation du coude, aspect médial. (Originale)**

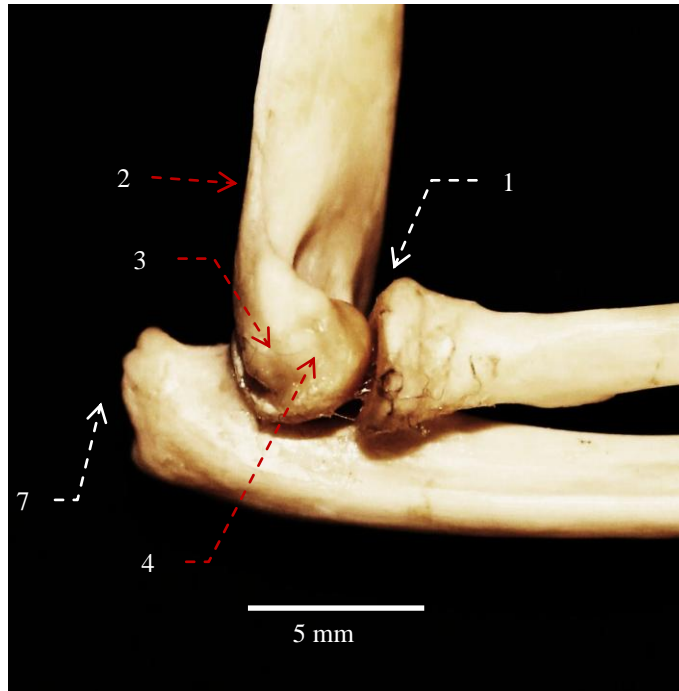
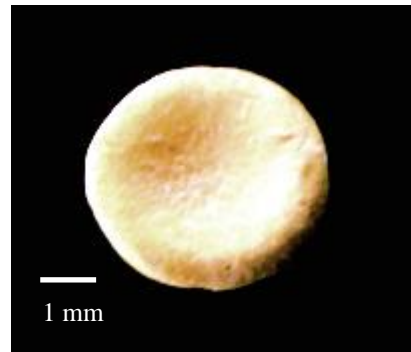
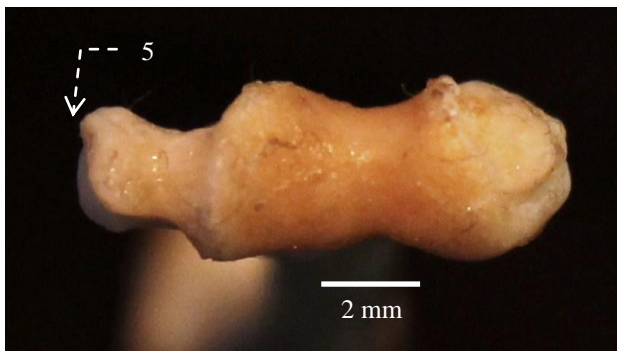
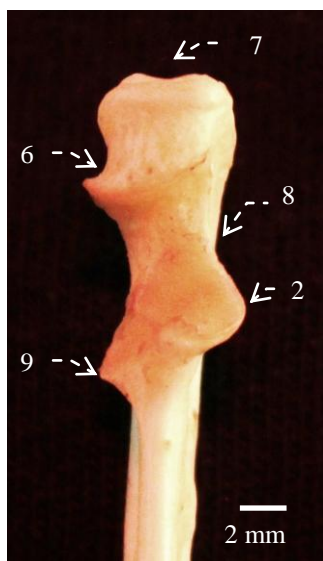


Figure 72 - Photographie de l'articulation du coude, aspect latéral. (Originale)



Figures 73 et 74 - Photographies de l'extrémité distale de l'humérus, aspect distal (à gauche) et de l'extrémité proximale du radius, aspect proximal (à droite). (Originales)



- 1 Tête du radius
- 2 Processus coronoïde de l'ulna
- 3 Epicondyle latéral
- 4 Condyle huméral
- 5 Epicondyle médial
- 6 Processus anconé de l'ulna
- 7 Olécrane
- 8 Incisure trochléaire
- 9 Articulation radio-ulnaire

Figure 75 - Photographie de l'incisure trochléaire. (Originale)

## b) Incidence crânio-caudale

### Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus ventral, le membre à radiographier contre la table en extension. La main est mise en supination.

### Critères de qualité

L'olécrâne est superposé à la trochlée humérale et centré sur le condyle huméral.

La palette humérale est bien de face.

### 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 ou condyle huméral. L'épicondyle médial forme une tubérosité dorso-médiale. L'épicondyle latéral est rugueux. Sur la face caudale de l'humérus, proximale à la surface articulaire, se trouve la profonde fosse olécrânienne, dans laquelle vient buter la tubérosité de l'olécrâne de l'ulna lors de l'extension du coude. Sur la surface crâniale, dans une position similaire, se trouvent les fosses radiale et coronoïde qui reçoivent le processus coronoïde et le radius lors de la flexion du coude. 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 proximale.

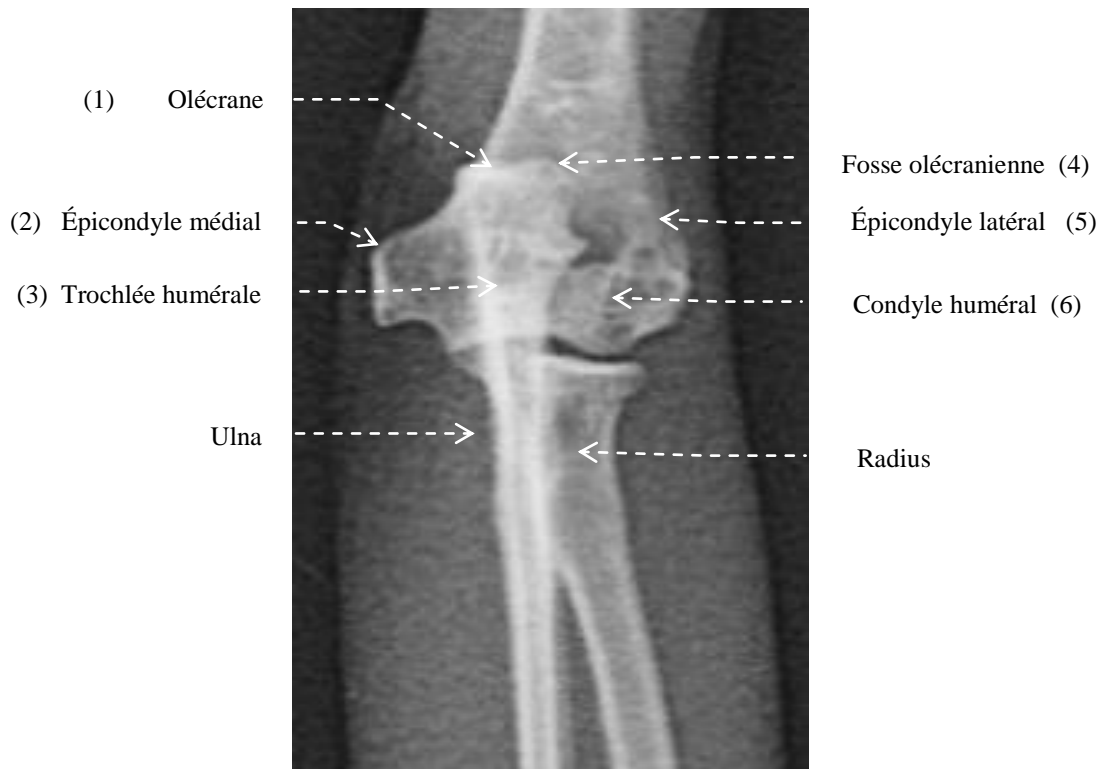
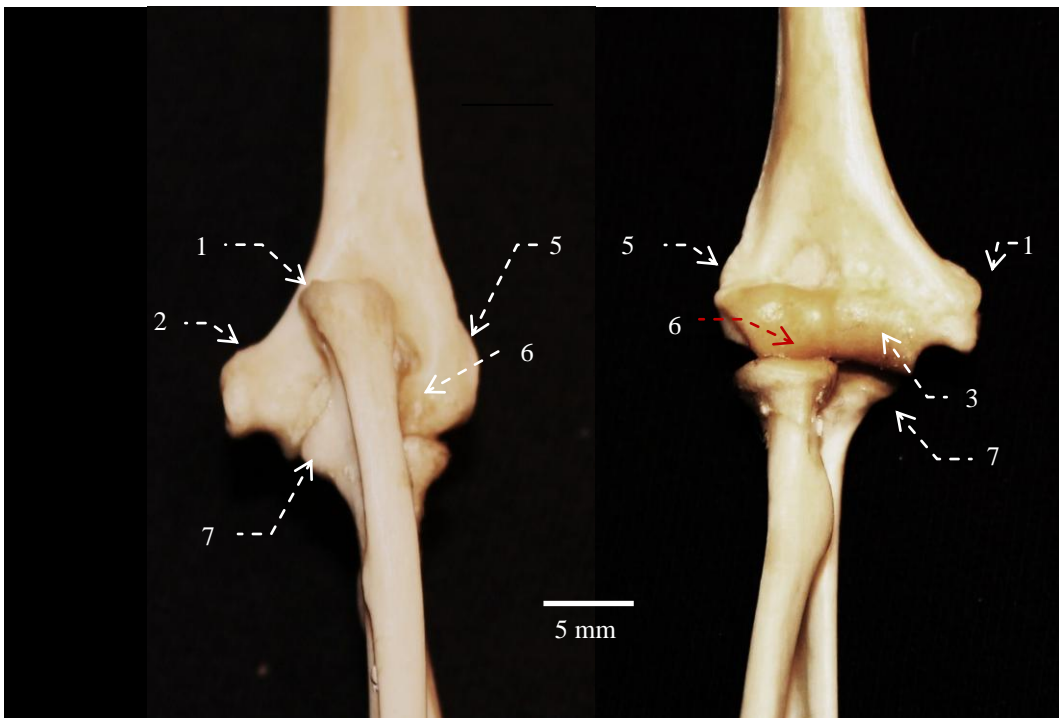


Figure 76 - Radiographie de l'articulation du coude, incidence crânio-caudale. (Cliché ENVT)



Figures 77 et 78 - Photographies de l'articulation du coude, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite). (Originale)

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1 Olécrane           | 5 Épicondyle latéral  |
| 2 Épicondyle médial  | 6 Condyle huméral     |
| 3 Trochlée humérale  | 7 Processus coronoïde |
| 4 Fosse olécranienne |                       |

## **2.4 - Radius et ulna**

Ce sont les deux os de l'avant bras, os longs, pairs et asymétriques. Ils s'articulent proximale avec l'humérus au niveau du coude, et distalement avec les os du carpe pour former le poignet. Ils s'articulent également entre eux, distalement et proximale permettant les mouvements de pronation et de supination.

### a) Incidence médio-latérale

#### Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table, fléchi pour dégager l'olécrane. 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.

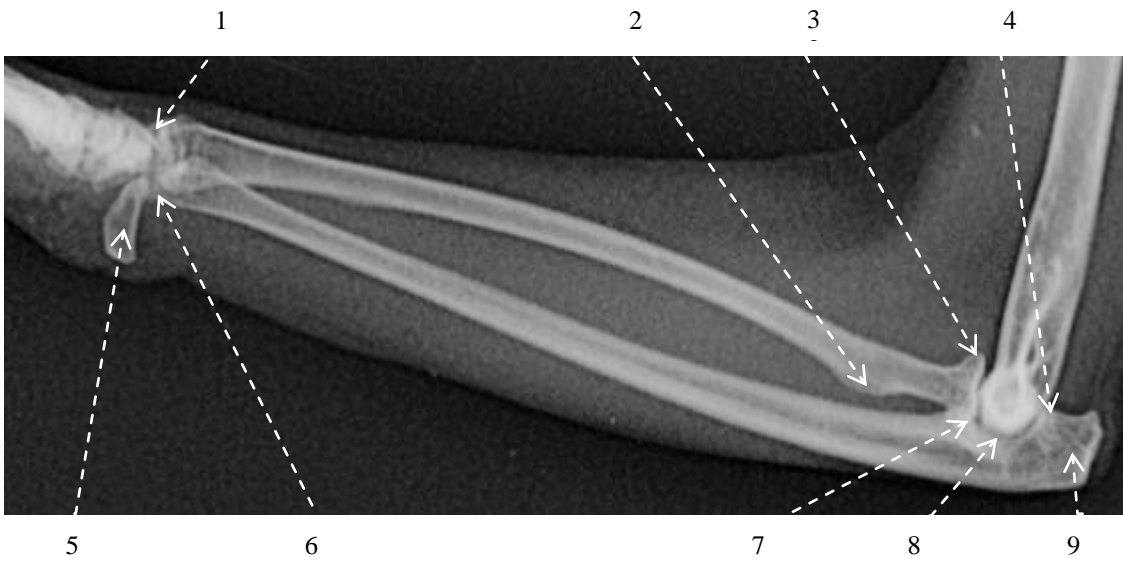
#### Anatomie radiographique

Le radius est l'os crânial de l'avant-bras, son corps est courbé crânialement. 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 répondant au capitulum huméral, et permettant ainsi les mouvements de flexion et d'extension du coude. La seconde forme une circonférence articulaire cylindrique sous la cupule, permettant un mouvement de rotation axial. Sous le col du radius se trouve la tubérosité radiale reçoit le tendon du muscle biceps brachial. L'extrémité distale du radius est large et de section quadrilatérale. Elle présente une petite facette articulaire sur sa surface médiale, l'incisure ulnaire, qui reçoit la tête de l'ulna. La surface articulaire distale est large et légèrement concave, le radius s'y articule avec l'os scaphoïde et l'os semi-lunaire du carpe. Elle est prolongée médialement par le processus styloïde du radius, plus long que celui de l'ulna.

L'ulna est l'os caudal de l'avant-bras, son corps est courbé caudalement et son diamètre diminue en allant vers son extrémité distale. Il est situé caudalement et latéralement au radius, et il s'articule proximale avec l'humérus et le radius. L'extrémité proximale est de taille importante et porte l'olécrâne, qui bloque l'extension du coude à 180°. 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. La partie latérale de l'incisure trochléaire est abaissée et représente l'articulation proximale avec le 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 médio-latéralement par le processus styloïde de l'ulna, où s'insèrent les structures ligamentaires.



**Figure 79 - Radiographie de l'avant-bras, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)**

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 Processus styloïde du radius  | 6 Processus styloïde de l'ulna  |
| 2 Tubérosité radiale            | 7 Processus coronoïde de l'ulna |
| 3 Processus coronoïde du radius | 8 Incisure de l'ulna            |
| 4 Processus coronoïde de l'ulna | 9 Olécrane                      |
| 5 Os pisiforme du carpe         |                                 |

## b) Incidence crânio-caudale

### Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus ventral, le membre à radiographier contre la table en extension, légèrement écarté du corps pour éviter toute superposition.

### Critères de qualité

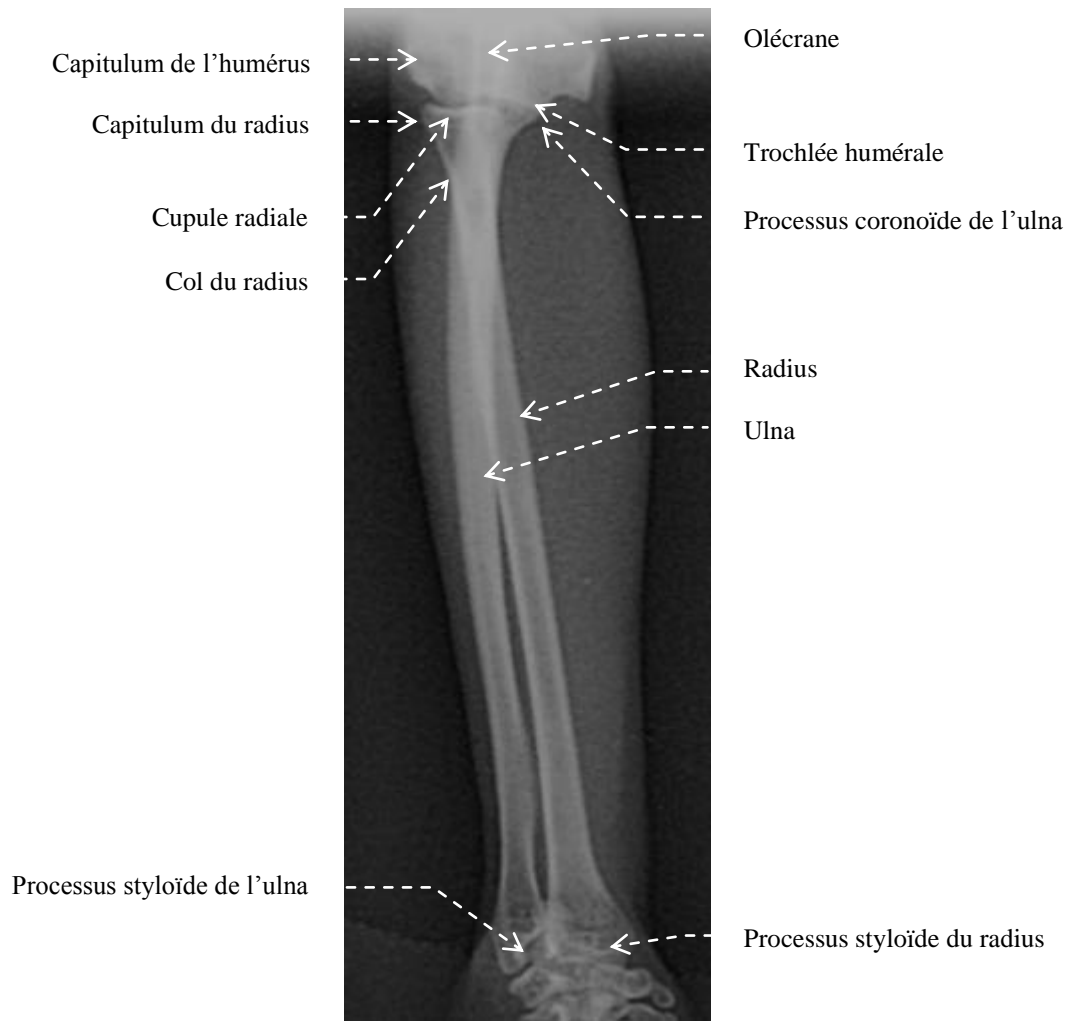
Le radius et l'ulna sont séparés distalement.

Les articulations du coude et du carpe sont visibles.

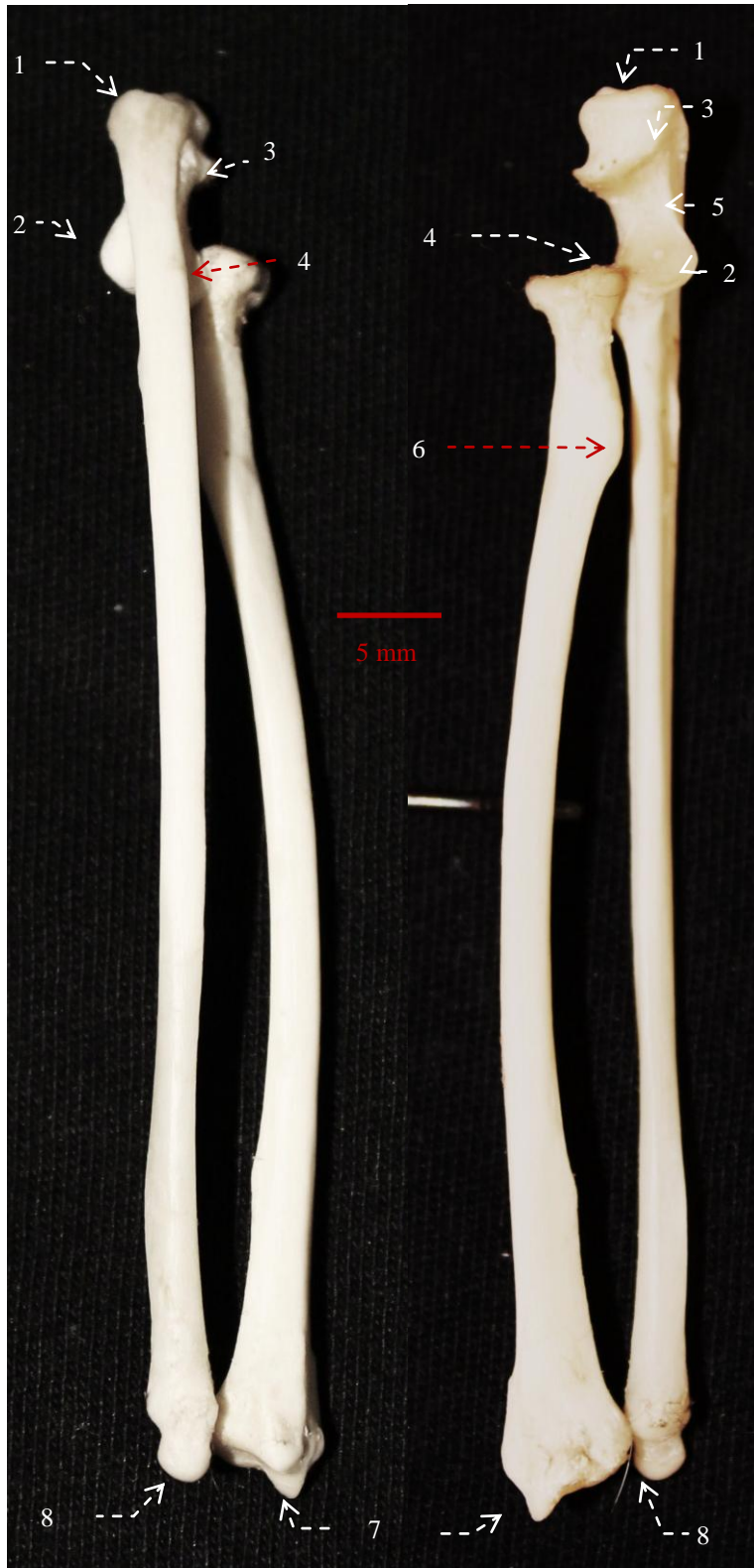
L'olécrâne est superposé à la trochlée humérale.

### Anatomie radiographique

Sur cette projection, le radius et l'ulna sont superposés proximalelement. On distingue l'olécrâne qui se superpose à l'épiphyse de l'humérus proximalelement. 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 80 - Radiographie de l'avant-bras, incidence crânio-caudale. (Cliché ENVT)**



Figures 81 et 82 - Photographies de l'avant-bras, aspects caudal (à gauche) et crânial (à droite). (Originales)

1 Olécrane  
 2 Processus coronoïde  
 3 Processus anconé

4 Articulation radio-ulnaire  
 5 Incisure trochléaire  
 6 Tubérosité radiale

7 Processus styloïde du radius  
 8 Processus styloïde de l'ulna

## **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.

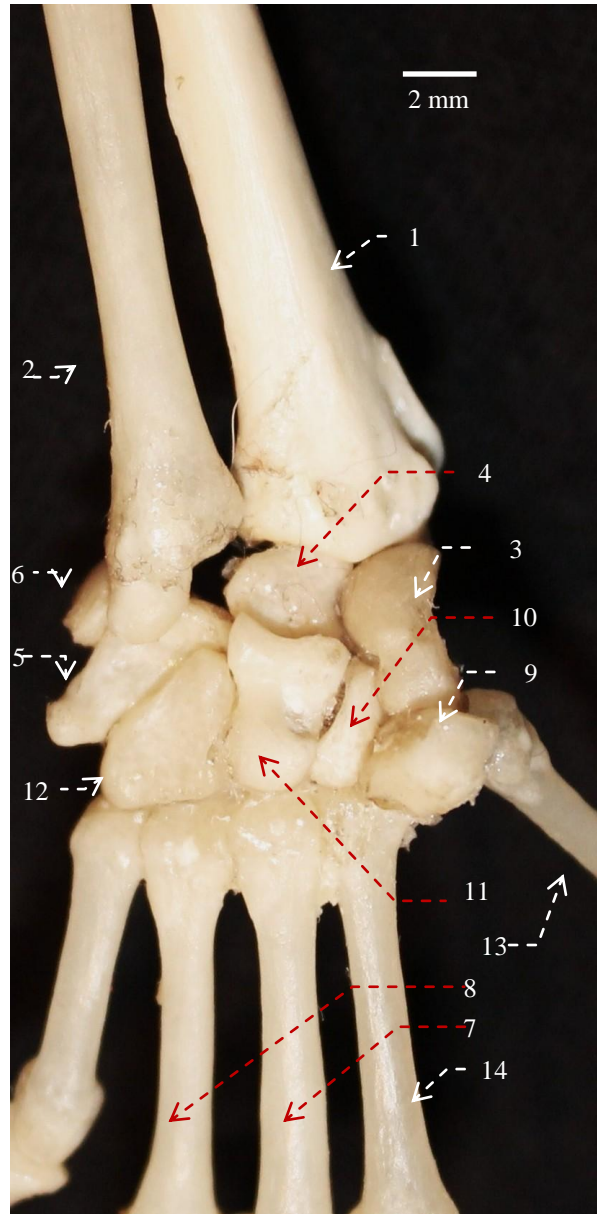
Entre les rangées proximale et distale se situe l'os central du carpe. Il s'articule avec l'os scaphoïde, l'os trapèze et l'os trapézoïde. Il a aussi une petite surface articulaire pour l'os semi-lunaire.

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 83 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence dorso-palmaire.  
(Cliché ENVT)**





**Figure 84 – Photographie du carpe, vue dorsale. (Originale)**

- |                 |                     |                     |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 Radius        | 7 Os métacarpal III | 13 Os métacarpal I  |
| 2 Ulna          | 8 Os métacarpal IV  | 14 Os métacarpal II |
| 3 Scaphoïde     | 9 Os trapèze        | 15 Os metacarpal V  |
| 4 Os lunatum    | 10 Os trapezoïde    |                     |
| 5 Os triquetrum | 11 Os capitatum     |                     |
| 6 Os pisiforme  | 12 Os hamatum       |                     |

## 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.

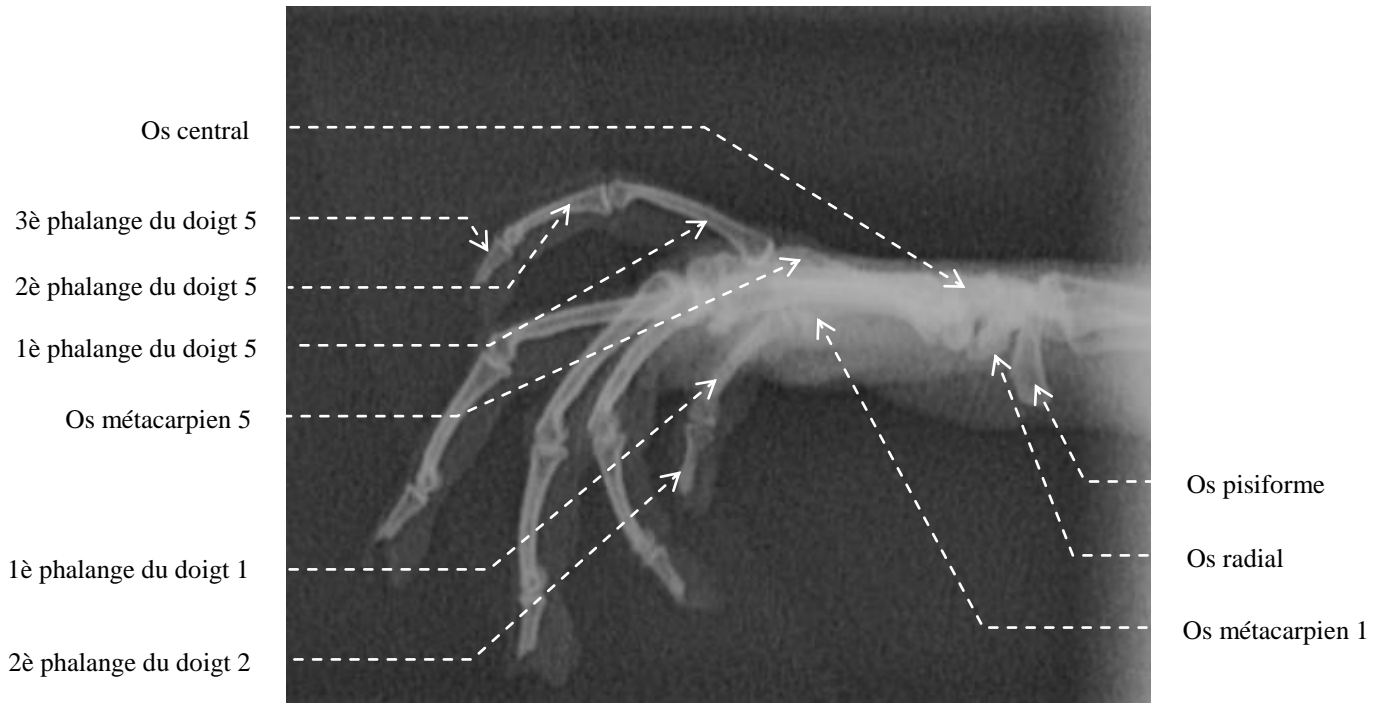


Figure 85 - Radiographie de l'articulation du carpe et des doigts, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)

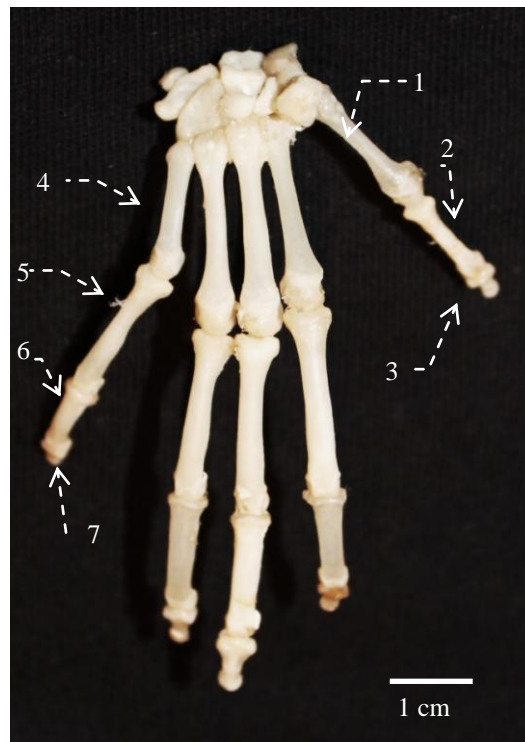


Figure 86 - Photographie de l'articulation du carpe et des doigts, aspect dorsal. (Originale)

1 Os metacarpal I  
2 1è phalange doigt I  
3 2è phalange doigt I

4 Os metacarpal V  
5 1è phalange doigt V  
6 2è phalange doigt V  
7 3è phalange doigt V

### **3 - Membre pelvien**

#### **3.1 - Bassin et hanche**

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 crâniens, 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. L'os coxal s'articule latéralement, au niveau de son acetabulum avec la tête fémorale pour former l'articulation de la hanche ou articulation coxo-fémorale.

##### a) Incidence latérale

##### Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, sans rotation du corps, les membres postérieurs ramenés à 90°, un des fémurs pouvant éventuellement être déplacé crânialement à l'autre.

##### Critères de qualité

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

Les os coxaux sont superposés.

##### Anatomie radiographique

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 87 - Radiographie du bassin, incidence latérale. (Cliché ENVT)

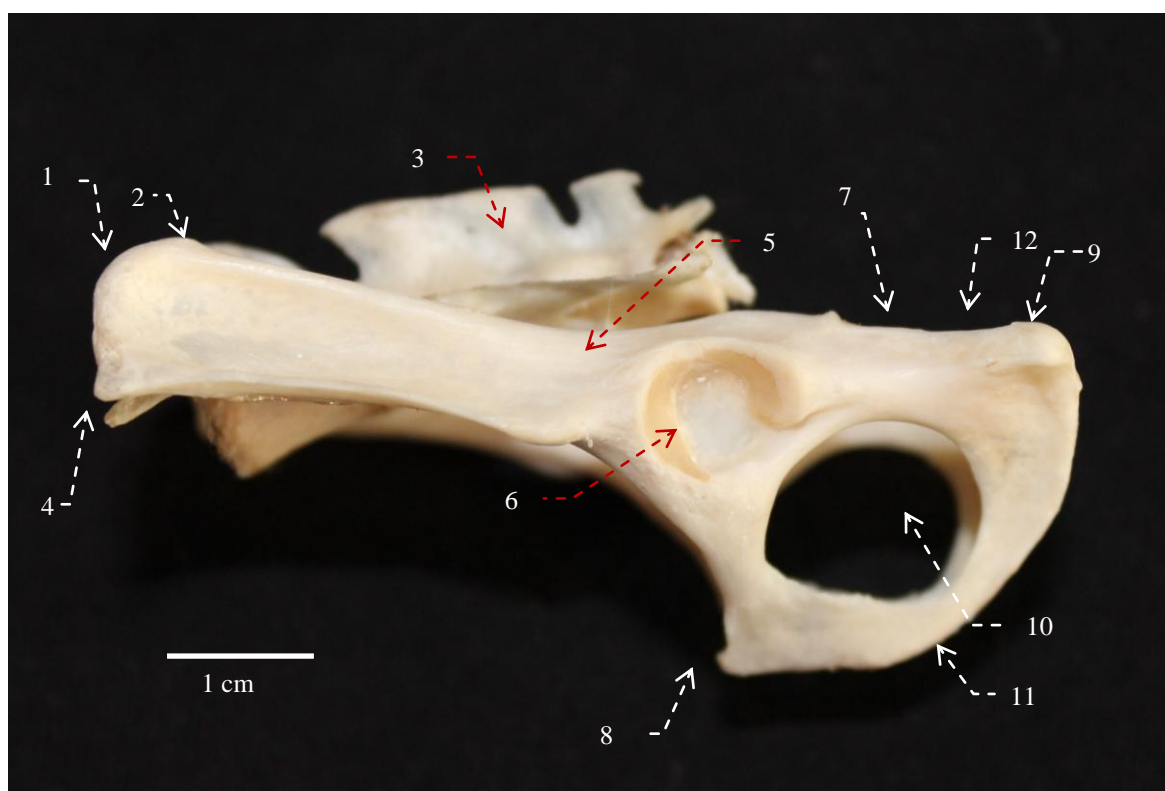
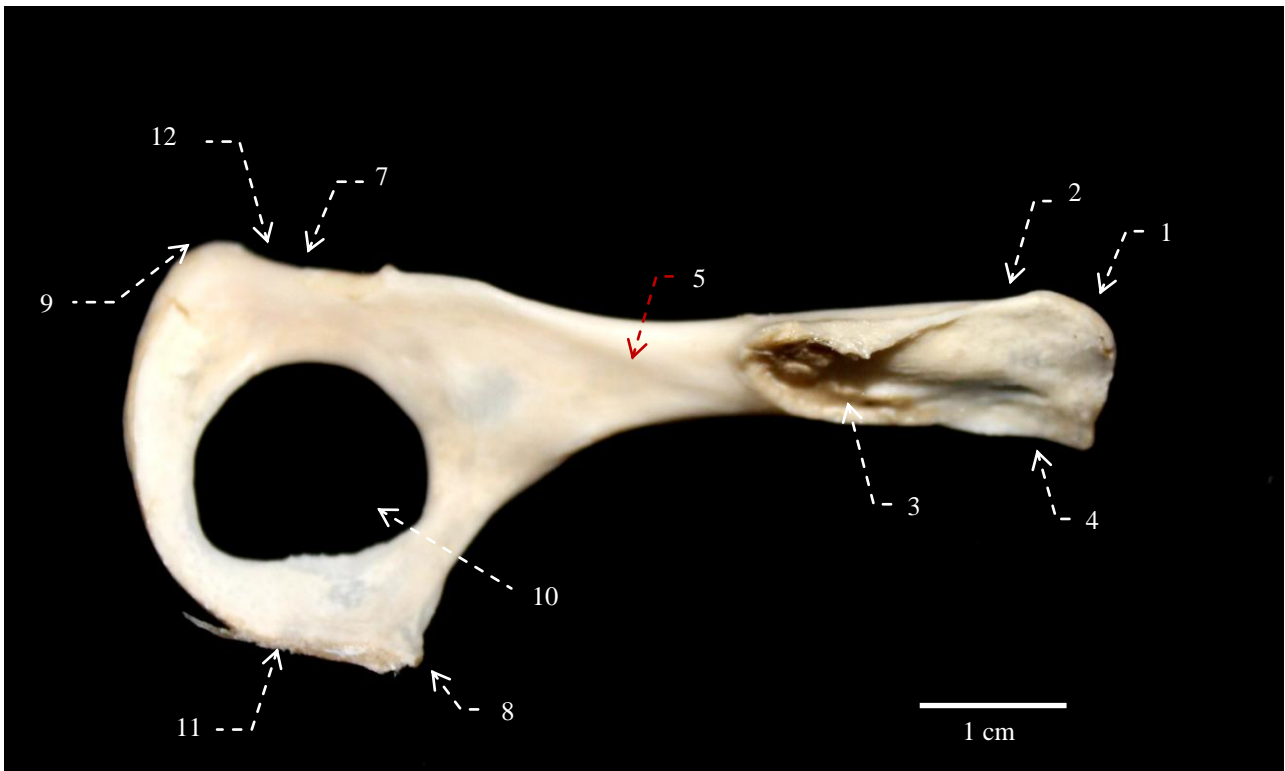


Figure 88 - Photographie du bassin, aspect latéral. (Originale)

1 Aile de l'ilium  
 2 Épine iliaque dorsale crâniale  
 3 Sacrum  
 4 Épine iliaque ventrale crâniale

5 Corps de l'ilium  
 6 Fosse acétabulaire  
 7 Ischium  
 8 Tubérosité pubienne

9 Tubérosité ischiatique  
 10 Trous obturés  
 11 Pubis  
 12 Petite échancrure ischiatique



**Figure 89 - Photographie de l'os coxal gauche, aspect médial. (Originale)**

- |                                   |                          |                                  |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1 Aile de l'ilium                 | 5 Corps de l'ilium       | 10 Trous obturés                 |
| 2 Épine iliaque dorsale crâniale  | 7 Ischium                | 11 Pubis                         |
| 3 Articulation sacro-iliaque      | 8 Tubérosité pubienne    | 12 Petite échancrure ischiatique |
| 4 Épine iliaque ventrale crâniale | 9 Tubérosité ischiatique |                                  |

b) Incidence ventro-dorsale :

Position de l'animal

L'animal est en décubitus dorsal, la queue tirée dans l'axe de la colonne vertébrale. Les membres pelviens sont placés en extension de façon à ce que les fémurs soient parallèles.

Critères de qualité

Le bassin est symétrique.

Les fémurs sont parallèles.

Le bassin est visible en totalité, l'articulation coxo-fémorale est visible.

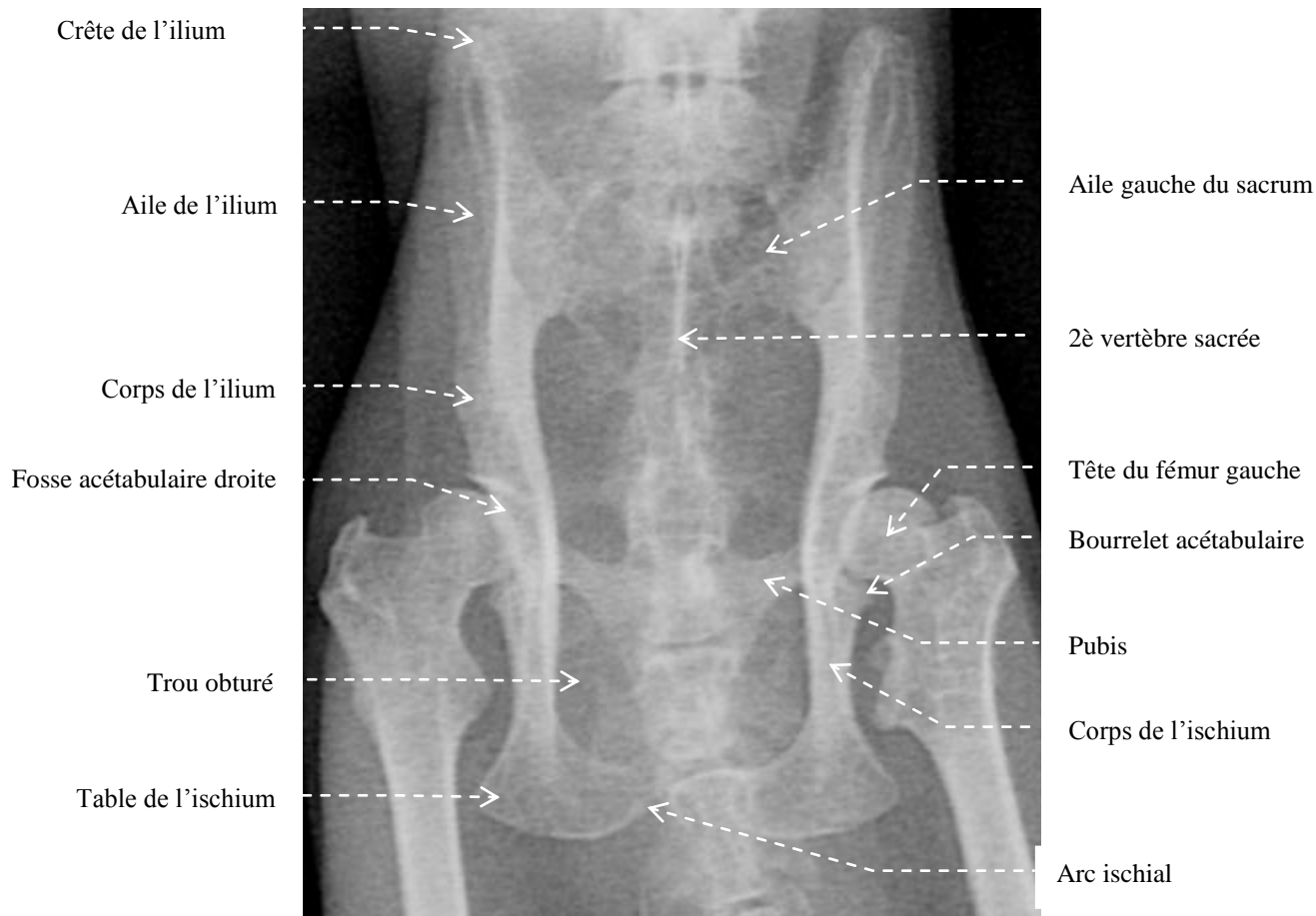
Anatomie radiographique du bassin

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

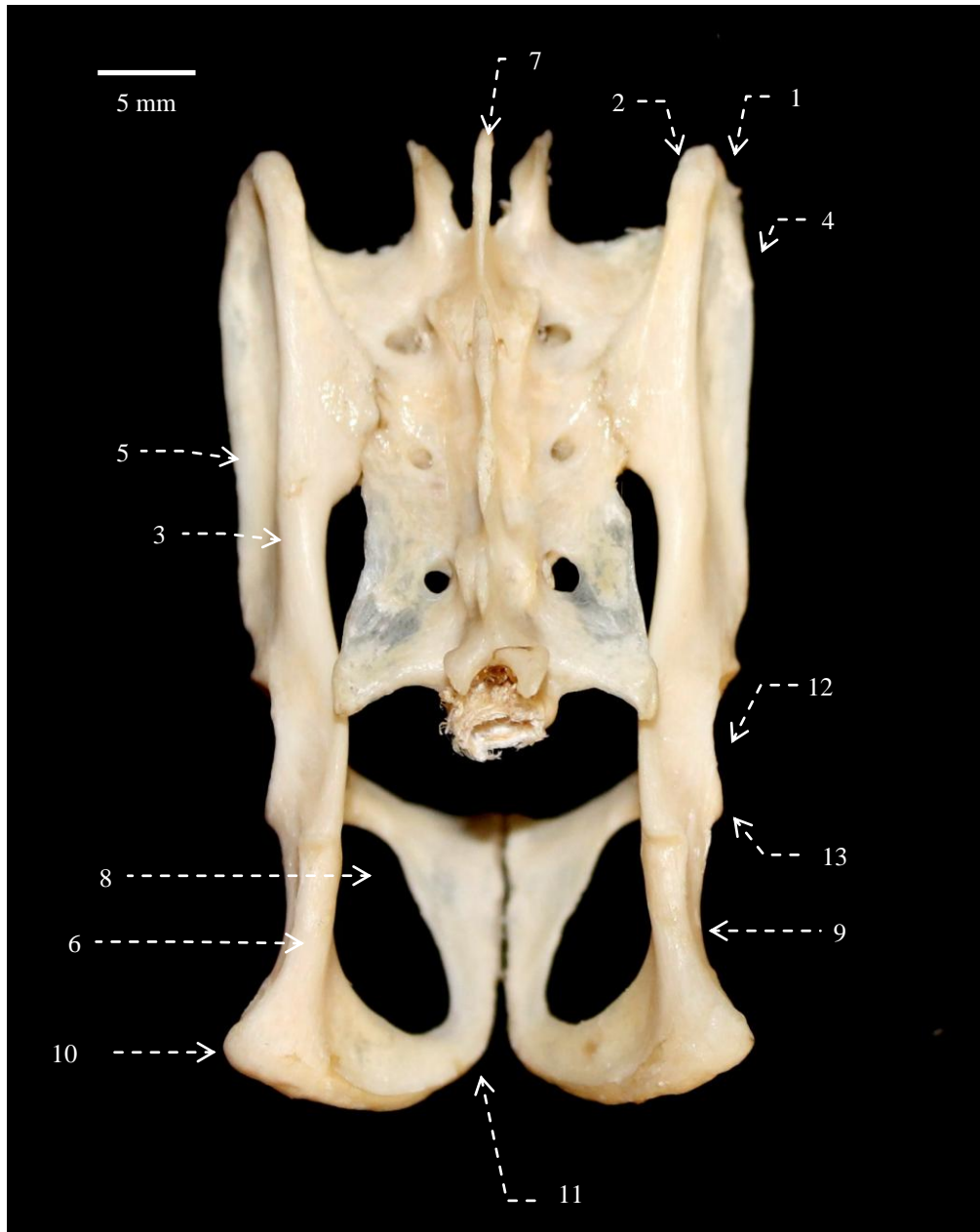
L'ilium apparaît fin dans cette incidence du fait de son étroitesse et de son allongement crânio-caudal. Ses ailes sont visibles bien que linéaires dans ce plan étant donné leur orientation dorso-ventrale.

L'ischium a des tables ischiatiques très développées, son corps est très fin sous cette incidence, ce qui permet de bien distinguer les trous obturés.





**Figure 90 - Radiographie du bassin, incidence ventro-dorsale, hanches en extension.  
(Cliché ENVT)**



**Figure 91 - Photographie du bassin, aspect dorsal. (Originale)**

- |                                   |                                 |                           |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1 Aile de l'ilium                 | 5 Corps de l'ilium              | 10 Tubérosité ischiatique |
| 2 Épine iliaque dorsale crâniale  | 6 Corps de l'ischium            | 11 Arc ischial            |
| 3 Épine iliaque dorsale caudale   | 7 Processus épineux de S1       | 12 Fosse acétabulaire     |
| 4 Épine iliaque ventrale crâniale | 8 Trou obturé                   | 13 Bourrelet acétabulaire |
|                                   | 9 Petite échancrure ischiatique |                           |

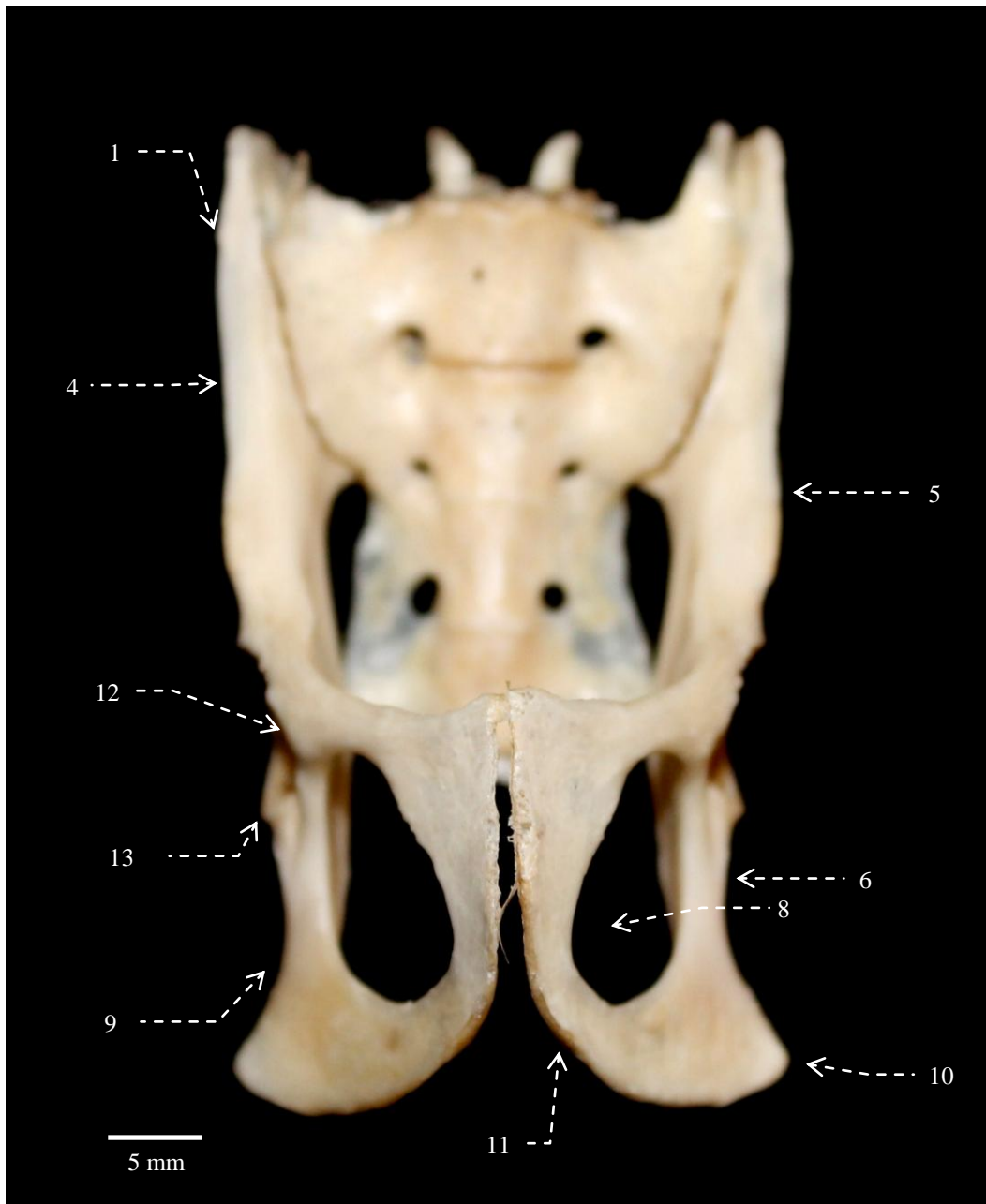


Figure 92 - Photographie du bassin, aspect ventral. (Originale)

1 Aile de l'ilium  
 2 Épine iliaque dorsale crâniale  
 3 Épine iliaque dorsale caudale  
 4 Épine iliaque ventrale crâniale

5 Corps de l'ilium  
 6 Corps de l'ischium  
 7 Processus épineux de S1  
 8 Trou obturé  
 9 Petite échancrure ischiatique

10 Tubérosité ischiatique  
 11 Arc ischial  
 12 Fosse acétabulaire  
 13 Bourrelet acétabulaire

### 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. Pour bien voir toutes les structures anatomiques, il est conseillé de réaliser 3 variantes de cette incidence en variant à chaque fois l'orientation du fémur : hanche en extension, en abduction et en flexion.

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

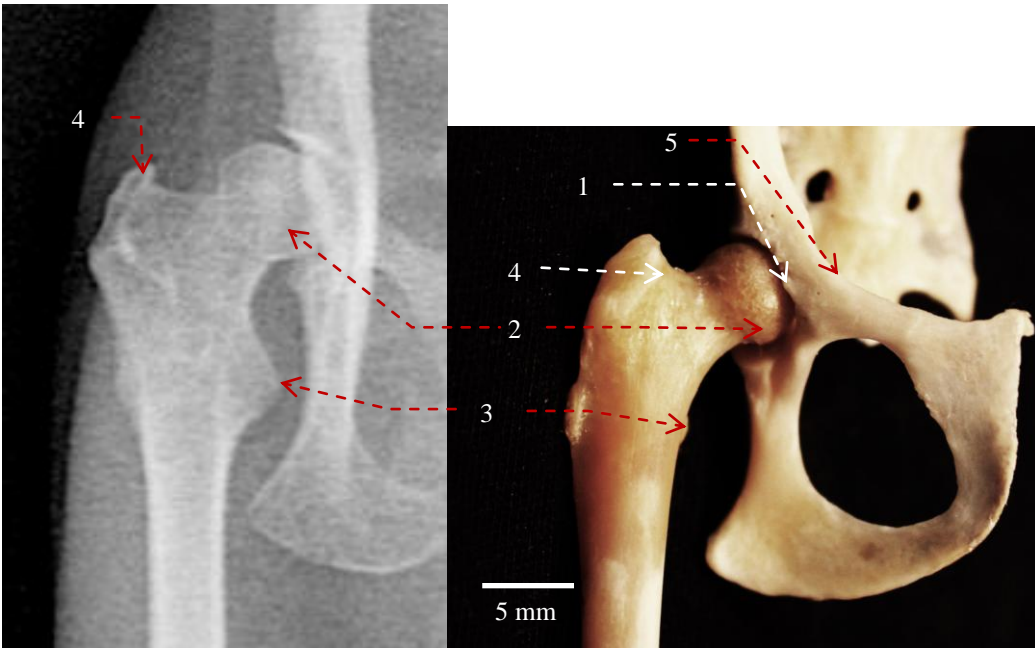
La tête du fémur est hémisphérique et elle est de contour lisse et régulier. L'étendue de la surface articulaire est plus importante dorsalement que caudalement. Dorsalement, au centre de la surface articulaire se trouve un trou profond, la *fovea capitis*. Le col fémoral est épais et plutôt long.

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

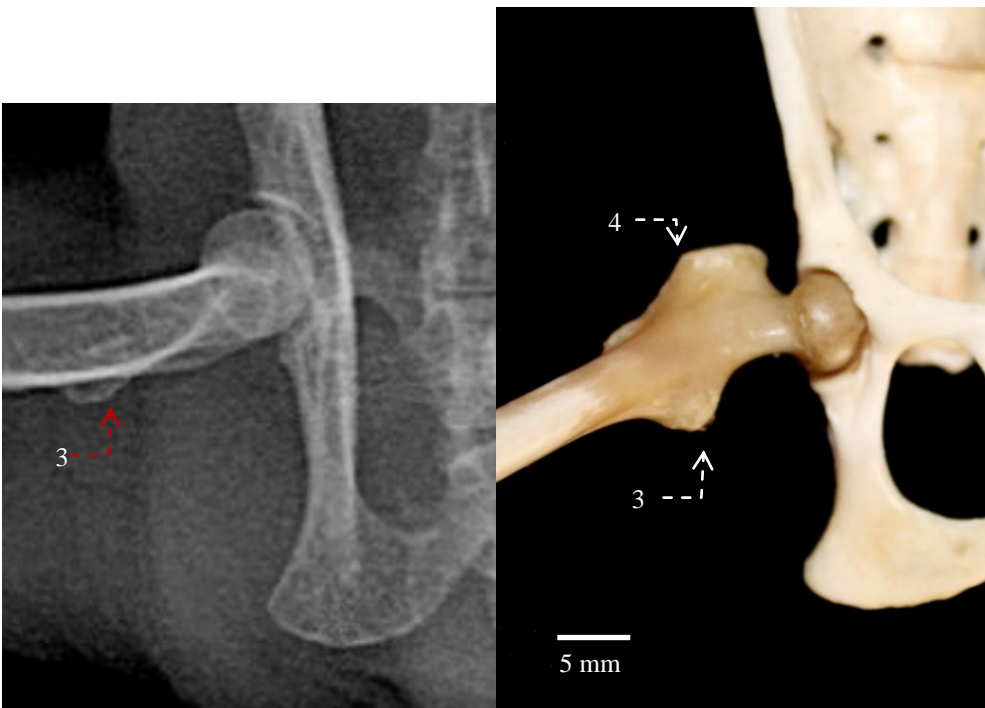
Le grand trochanter apparaît comme le prolongement crânial de la partie latérale du corps fémoral. Il se termine en une tubérosité, légèrement plus dorsale que la tête fémorale. La surface médiale est profondément concave et forme la fosse trochantérique avec le col fémoral.

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.

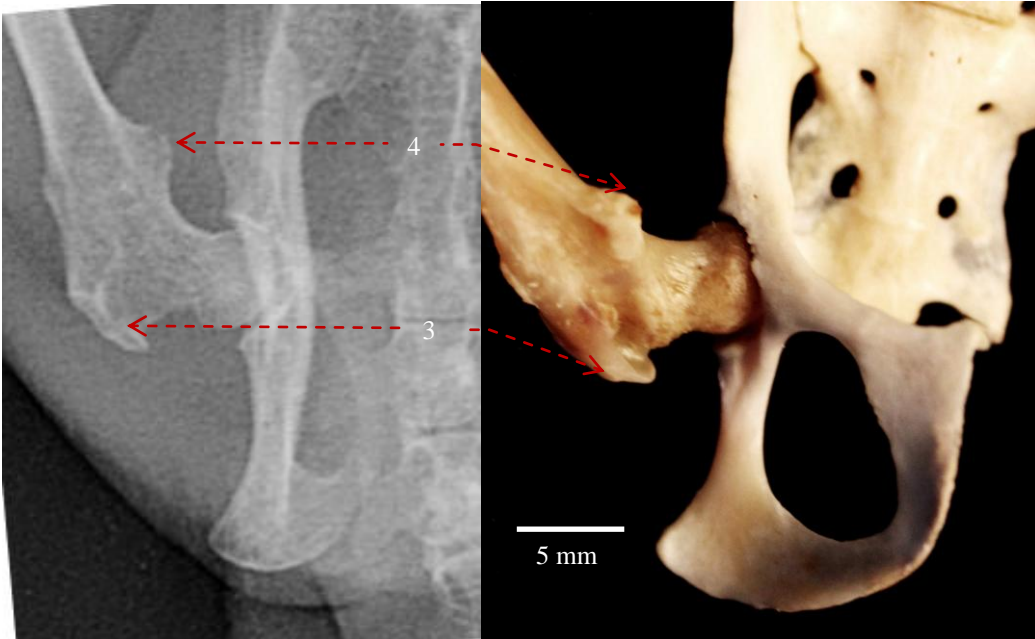


Figures 93 et 94 – Radiographie (à gauche) et photographie (à droite) de l'articulation de la hanche en extension. (Cliché ENVT) (Originale)



Figures 95 et 96 - Radiographie (à gauche) et photographie (à droite) de l'articulation de la hanche en abduction. (Cliché ENVT) (Originale)

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1 Fosse acétabulaire | 3 Petit trochanter |
| 2 Tête fémorale      | 4 Grand trochanter |
|                      | 5 Pubis            |



**Figures 97 et 98 - Radiographie (à gauche) et photographie (à droite) de l'articulation de la hanche en flexion. (Cliché ENVT) (Originale)**

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1 Fosse acétabulaire | 3 Petit trochanter |
| 2 Tête fémorale      | 4 Grand trochanter |
|                      | 5 Pubis            |

## **3.2 – Fémur**

Le fémur est l'os de la cuisse, os long, impair et asymétrique. Il s'articule avec le bassin proximement (articulation de la hanche), et avec le tibia et la rotule distalement (articulation du 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 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.

Le petit trochanter est visible sur le bord caudal du fémur.

#### Anatomie radiographique

Le fémur 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 quasi rectiligne. On distingue très bien la radio-opacité importante des deux corticales de l'os.

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 qui est caché par la tête et le col fémoral, et le petit trochanter, lui bien visible, et situé sur la face caudale du corps fémoral.

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 et s'articulent avec le plateau tibial. 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 et elle s'articule avec la face caudale de la patelle.

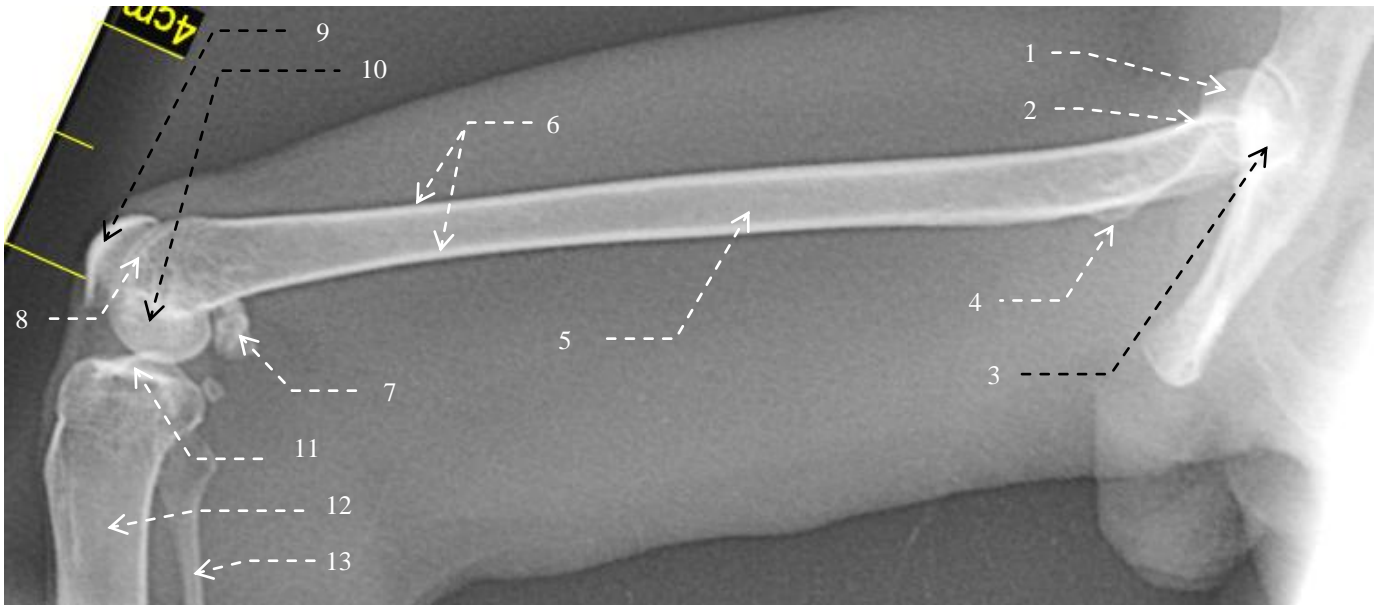


Figure 99 - Radiographie du fémur, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)



Figures 100 et 101 - Photographies du fémur, aspects médial (à gauche) et latéral (à droite). (Originales)

- 1 Tête fémorale
- 2 Col du fémur
- 3 Fosse acétabulaire
- 4 Petit trochanter
- 5 Corps du fémur

- 6 Corticales fémorales
- 7 Os sésamoïde du m. gastrocnémien
- 8 Trochlée fémorale
- 9 Patelle

- 10 Condyles fémoraux
- 11 Plateau tibial
- 12 Corps du tibia
- 13 Corps de la fibula
- 14 Grand trochanter

- 15 Lèvre médiale de la trochlée fémorale
- 16 Condyle médial
- 17 Condyle latéral
- 18 Lèvre latérale de la trochlée fémorale



## b) Incidence crânio-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. Une légère rotation interne est réalisée de manière à placer la rotule le plus centralement possible au condyles fémoraux.

### Critères de qualité

Les articulations de la hanche et du genou sont visibles.

La patelle est superposée au centre des deux condyles fémoraux.

Les tubercules intercondylaires sont de part et d'autre de l'axe de la fosse intercondylaire.

La tête de la fibula est cachée par le tibia.

### Anatomie radiographique

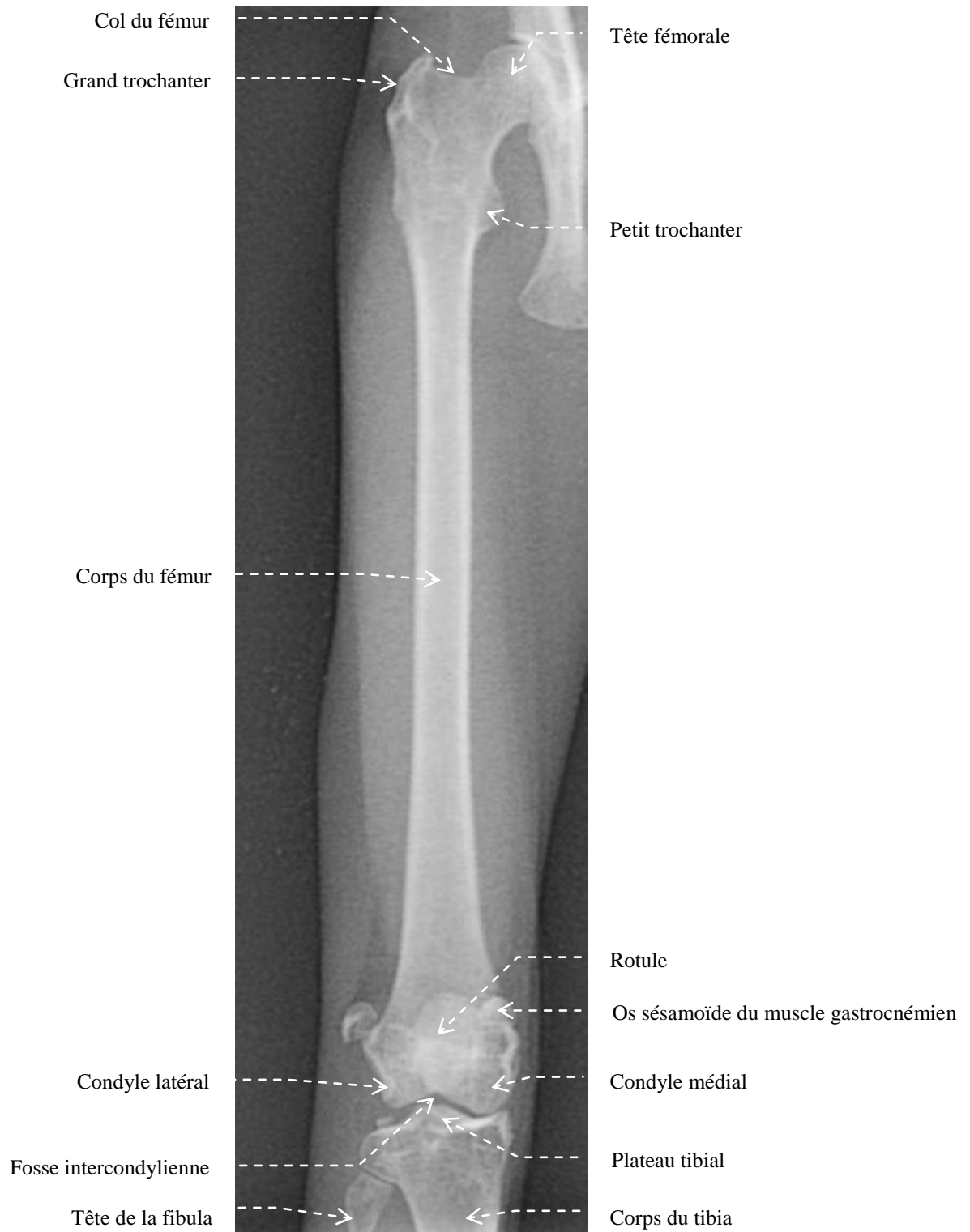
Sur cette incidence, on observe en partie proximale la tête fémorale portée médialement par le col fémoral, épais et long. La tête fémorale fait plus d'un hémisphère et elle est de contour lisse et régulier. L'étendue de la surface articulaire est plus importante dorsalement que caudalement. Dorsalement 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. Le condyle fémoral latéral est légèrement plus étroit que le médial. L'éminence intercondylaire, entre les deux condyles du tibia, répond à la fosse intercondylaire du fémur.



**Figure 102 - Radiographie du fémur, incidence crânio-caudale. (Cliché ENVT)**



**Figures 103 et 104 - Photographies du fémur, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite). (Originales)**

- 1 Tête fémorale
- 2 Col du fémur
- 3 Grand trochanter
- 4 Petit trochanter
- 5 Fosse trochantérienne

- 6 Corps du fémur
- 7 Épicondyle latéral
- 8 Épicondyle médial
- 9 Condyle latéral

- 10 Condyle médial
- 11 Trochlée fémorale
- 12 Fosse intercondylaire

### **3.3 – Genou**

C'est l'articulation formée par la partie distale du fémur, qui s'articule d'une part avec la partie proximale du tibia, et d'autre part avec la patelle.

#### **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 intercondyloire, qui est faite des tubercules intercondyliens 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.

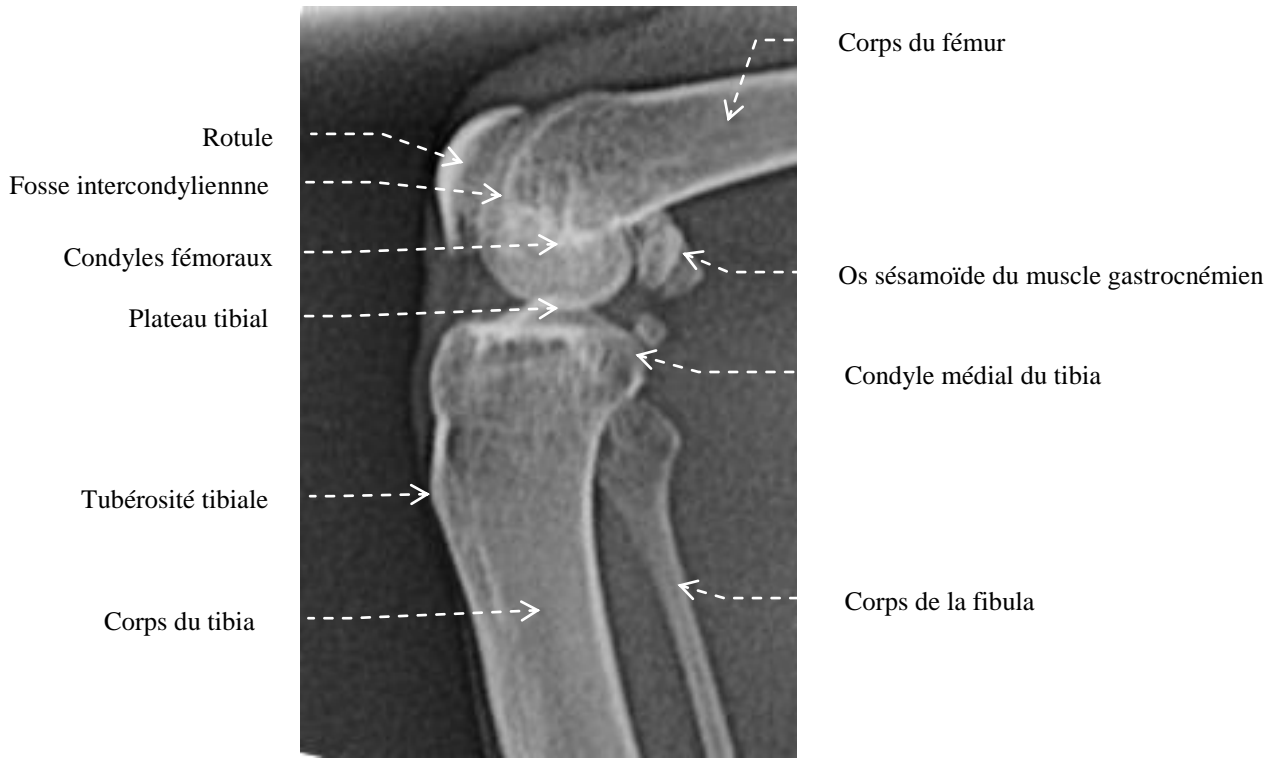


Figure 105 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)

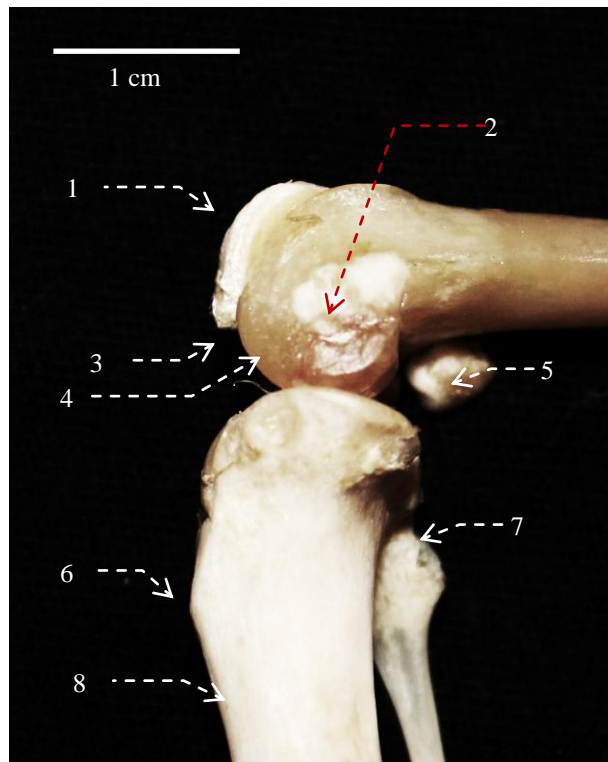


Figure 106 - Photographie de l'articulation du genou, aspect médial. (Originale)

1 Patelle  
2 Épicondyle médial  
3 Trochlée fémorale

4 Condyle médial  
5 Os séamoïde du m.  
gastrocnémien

6 Tubérosité tibiale  
7 Tête de la fibula  
8 Corps du tibia

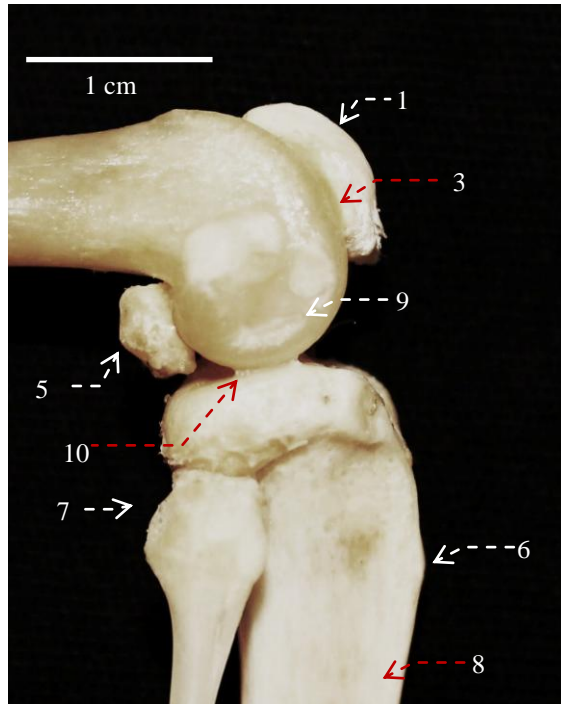
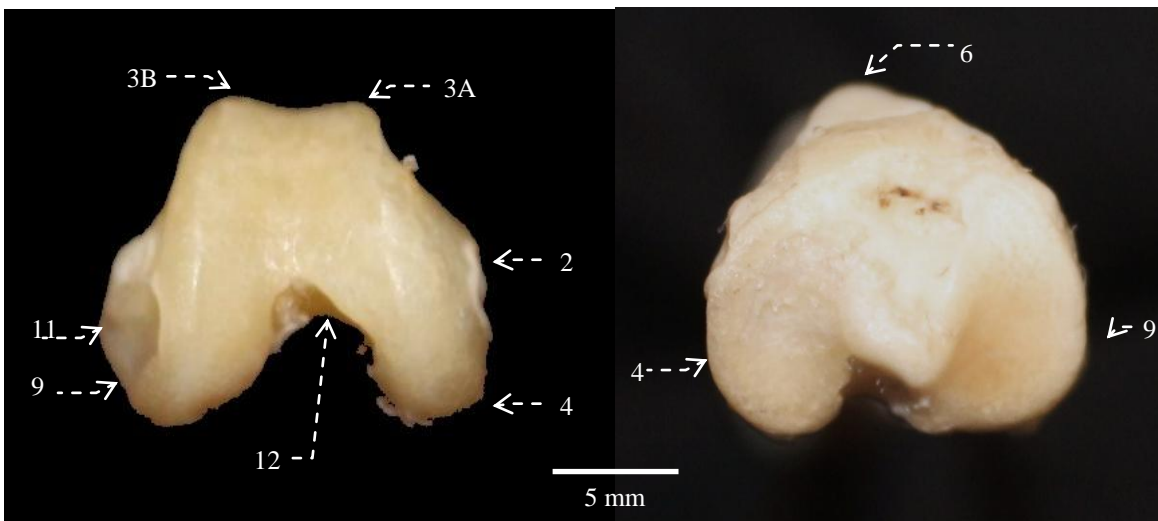


Figure 107 - Photographie de l'articulation du genou, aspect latéral. (Originale)



Figures 108 et 109 - 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). (Originales)

1 Patelle  
 2 Épicondyle médial  
 3 Trochlée fémorale  
 A lèvre médiale  
 B lèvre latérale

4 Condyle médial  
 5 Os sésamoïde du m.  
 gastrocnémien  
 6 Tubérosité tibiale

7 Tête de la fibula  
 8 Corps du tibia  
 9 Condyle latéral  
 10 Plateau tibial  
 11 Épicondyle latéral  
 12 Fosse intercondyloire

## 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. Une légère rotation interne est réalisée de façon à placer la rotule au centre des condyles fémoraux.

### Critères de qualité

La patelle est superposée au centre des deux condyles fémoraux.

Les tubercules intercondylaires sont de part et d'autre de l'axe de la fosse intercondylaire.

La tête de la fibula est cachée par le tibia.

### 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, le condyle fémoral latéral étant plus étroit que le médial. On distingue une dépression sur le bord latéral du condyle latéral, correspondant à l'insertion du tendon du muscle poplité. L'éminence intercondylaire, entre les deux condyles, répond à la fosse intercondylaire du fémur. L'espace articulaire fémoro-tibial est visible.

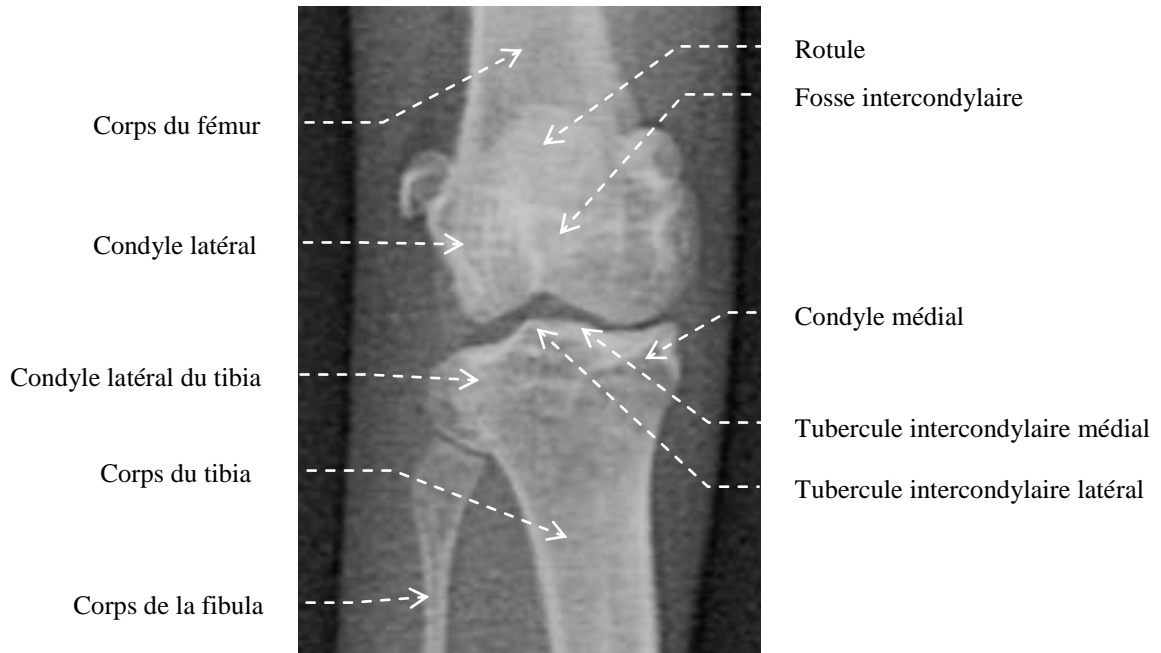
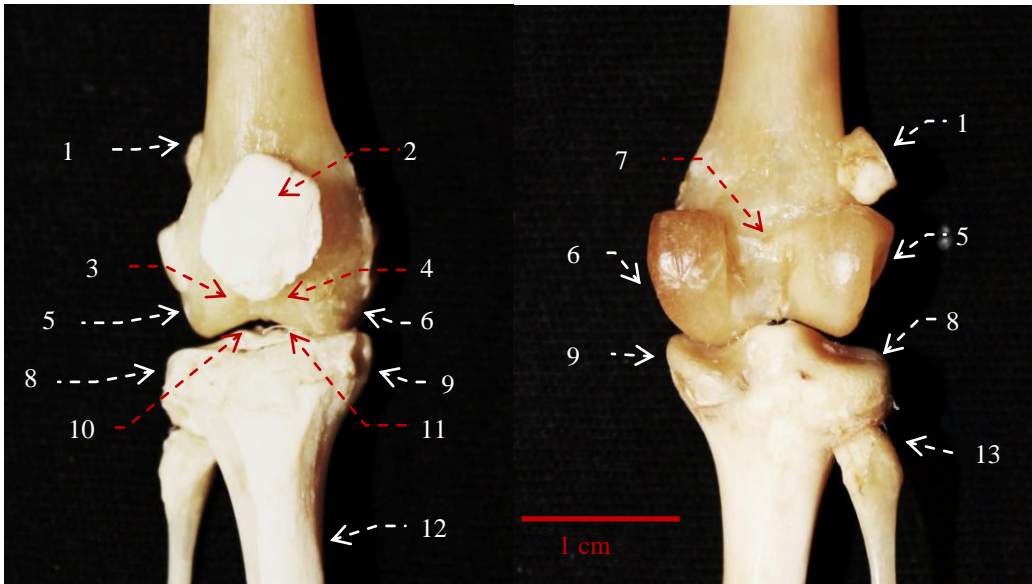


Figure 110 - Radiographie de l'articulation du genou, incidence crânio-caudale. (Cliché ENVT)



Figures 111 et 112 - Photographies de l'articulation du genou, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite). (Originales)

- |                                    |                                      |  |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|
|                                    | <b>FÉMUR</b>                         |  |
| 1 Os sésamoïde du m. gastrocnémien | 3 Trochlée fémorale (lèvre latérale) |  |
| 2 Patelle                          | 4 Trochlée fémorale (lèvre médiale)  |  |
|                                    | 5 Condyle latéral                    |  |
|                                    | 6 Condyle médial                     |  |
|                                    | 7 Fosse intercondyalaire             |  |

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
|  | <b>TIBIA</b>                          |
|  | 8 Condyle latéral                     |
|  | 9 Condyle médial                      |
|  | 10 Tubercule intercondyalaire latéral |
|  | 11 Tubercule intercondyalaire médial  |
|  | 12 Corps du tibia                     |



### **3.4 - Tibia et fibula**

Ce sont les deux os de la jambe, ce sont des os longs, pairs et asymétriques.

#### 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.

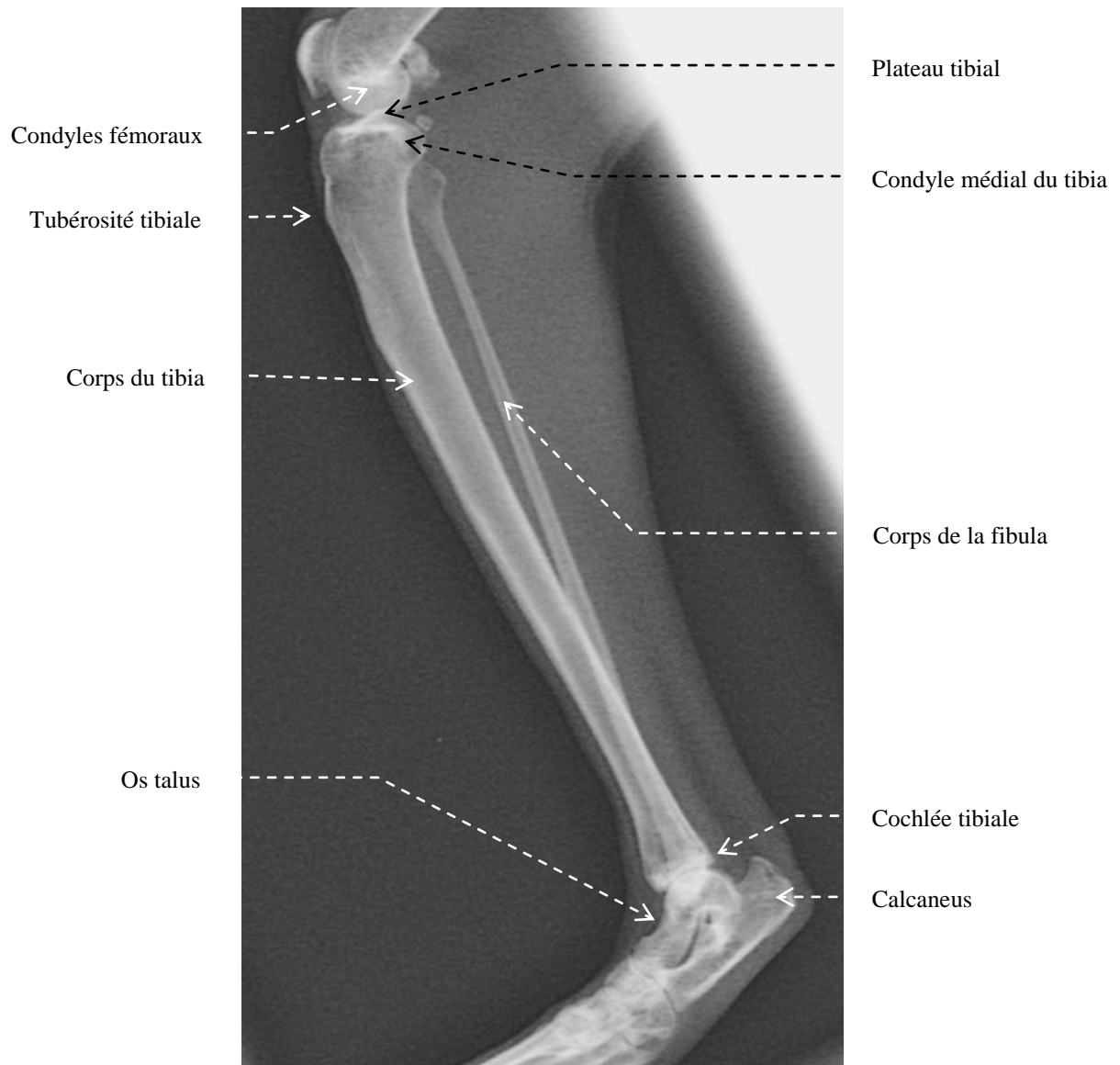
Les condyles fémoraux sont superposés, les condyles tibiaux sont superposés. Le calcaneus doit être de profil.

##### Anatomie radiographique

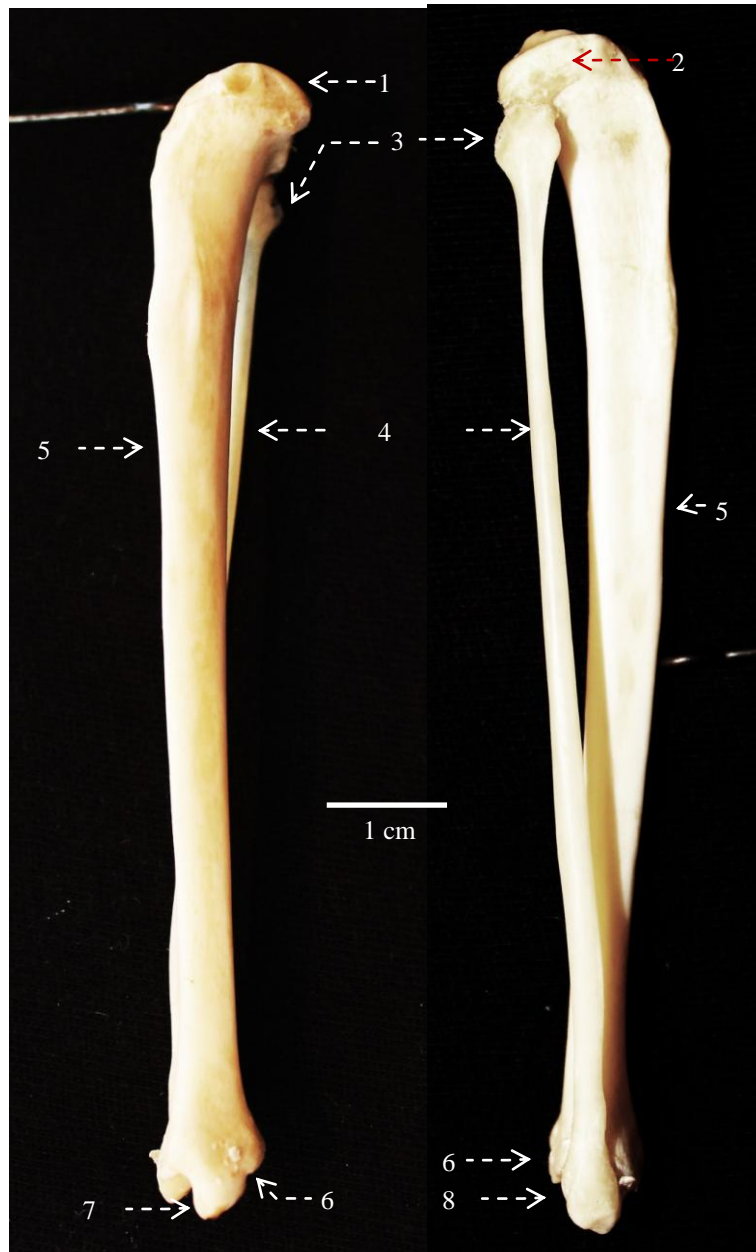
Le tibia est articulé avec le fémur au niveau de son extrémité proximale, avec la fibula latéralement, et avec le talus au niveau de son extrémité distale.

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. L'espace tibio-fémoral est bien visible par la présence des ménisques latéraux et médiaux qui assurent un rôle d'amortissement entre le fémur et le tibia pour contrer les forces importantes entrant en jeu au niveau de cette articulation. Entre les deux surfaces articulaires se trouve une élévation, l'éminence intercondyloire, qui est faite des tubercules intercondyloires 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 proximement, 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 113 - Radiographie de la jambe, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)**



Figures 114 et 115 - Photographie de la jambe, aspects médial (à gauche) et latéral (à droite). (Originale)

1 Condyle médial  
 2 Condyle latéral  
 3 Tête de la fibula

4 Corps de la fibula  
 5 Corps du tibia  
 6 Cochlée tibiale

7 Malléole médiale  
 8 Malléole latérale

## b) Incidence crânio-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. Les deux tubercules intercondyliques se placent de part et d'autre de la fosse intercondyliques.

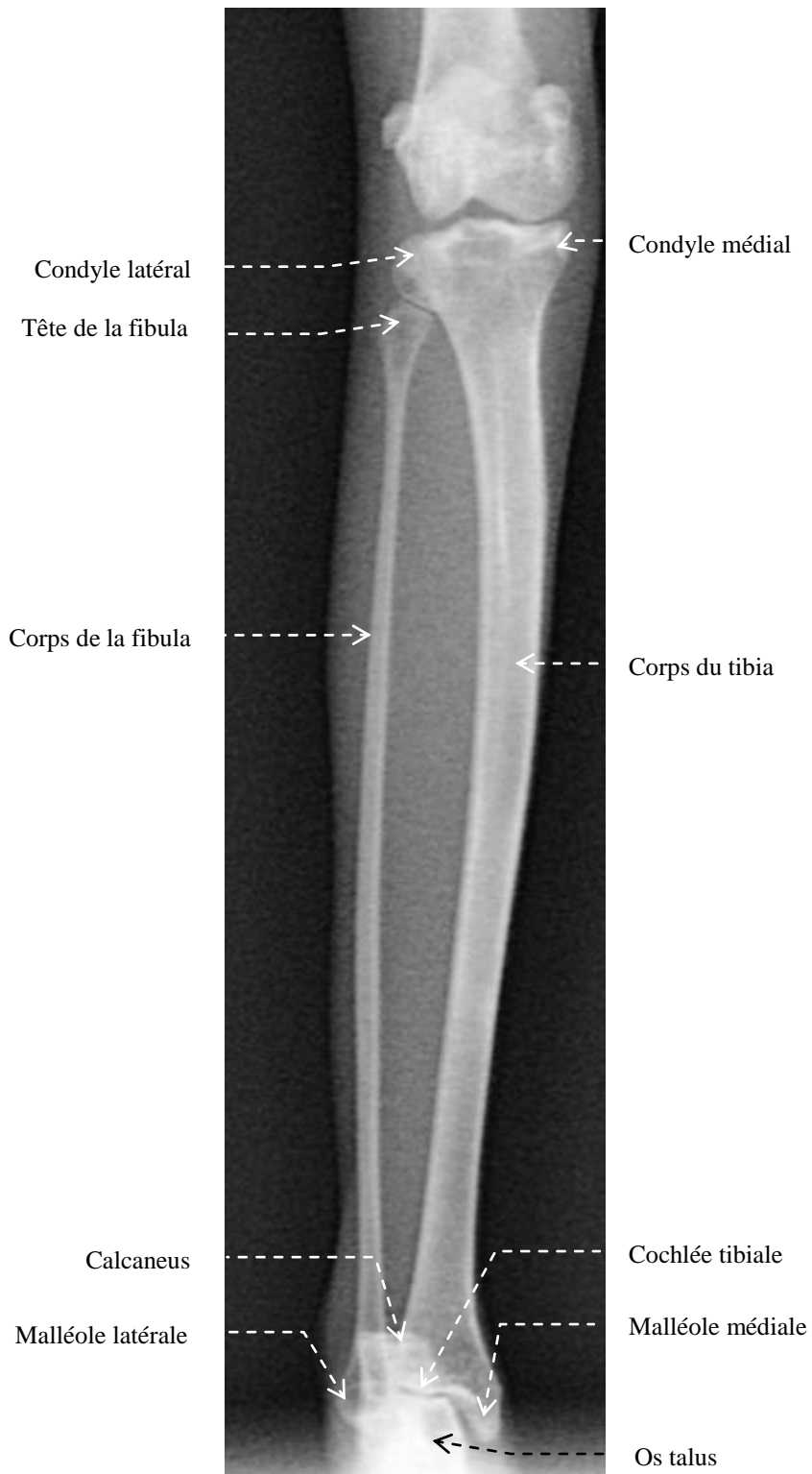
Les deux malléoles sont visibles de part et d'autre du talus.

### Anatomie radiographique

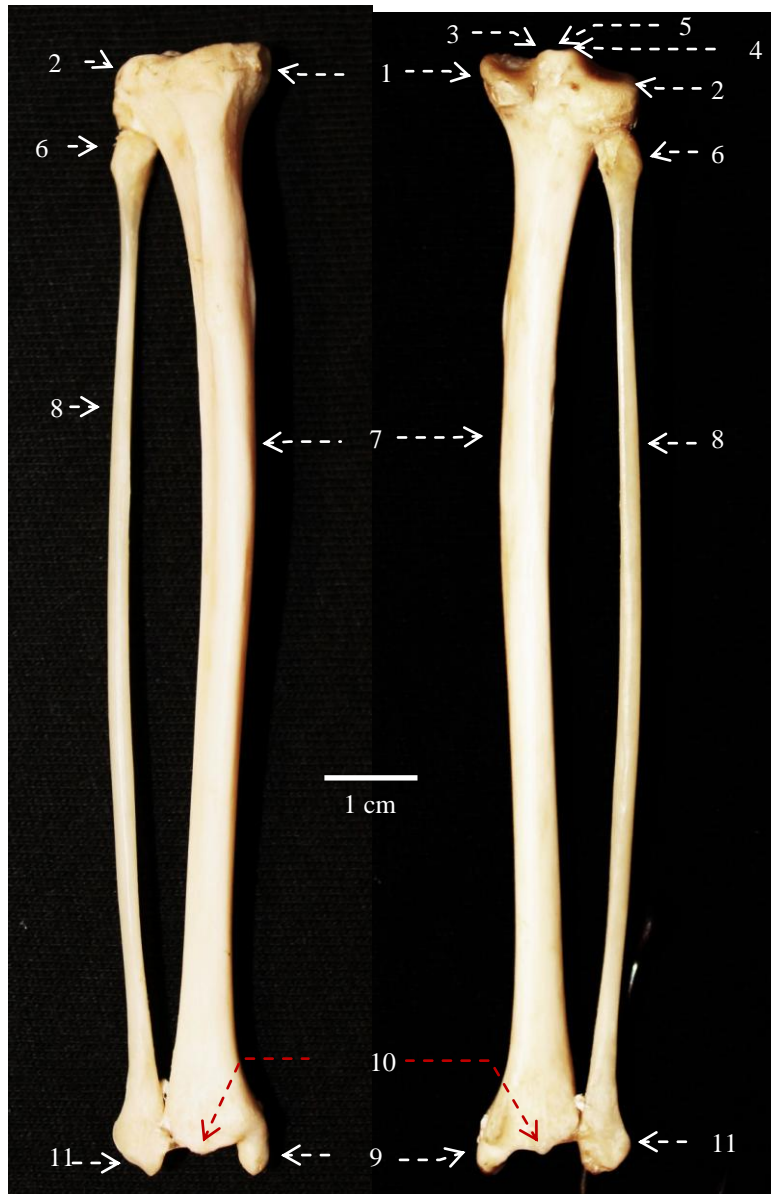
La forme du tibia varie sur sa longueur. Sa section est triangulaire à son extrémité proximale, puis circulaire ensuite. Sa forme est incurvée médialement.

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.

Le corps de la fibula est grêle et il longe caudo-latéralement le tibia. Son extrémité distale représente la malléole latérale. Sa surface médiale est articulaire et forme une diarthrose avec le talus. La fibula s'articule également avec le calcaneus.



**Figure 116 - Radiographie de la jambe, incidence crânio-caudale. (Cliché ENVT)**



Figures 117 et 118 - Photographies de la jambe, aspects crânial (à gauche) et caudal (à droite). (Originales)

- |                                     |                                 |                      |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| 1 Condyle médial                    | 5 Aire intercondyloire centrale | 9 Malléole médiale   |
| 2 Condyle latéral                   | 6 Tête de la fibula             | 10 Cochlée tibiale   |
| 3 Tubercule intercondyloire médial  | 7 Corps du tibia                | 11 Malléole latérale |
| 4 Tubercule intercondyloire latéral | 8 Corps de la fibula            |                      |

### **3.5 - Tarse et pied**

Le tarse est l'articulation de la cheville, mettant en relation les os de la jambe avec les métatarsiens. Les métatarsiens s'articulent avec les os du tarse proximale et avec les phalanges distalement. Ils sont peu mobiles entre eux sauf le doigt I, opposable et permettant ainsi la préhension.

#### a) Incidence dorso-plantaire

##### Position de l'animal

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

##### 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.

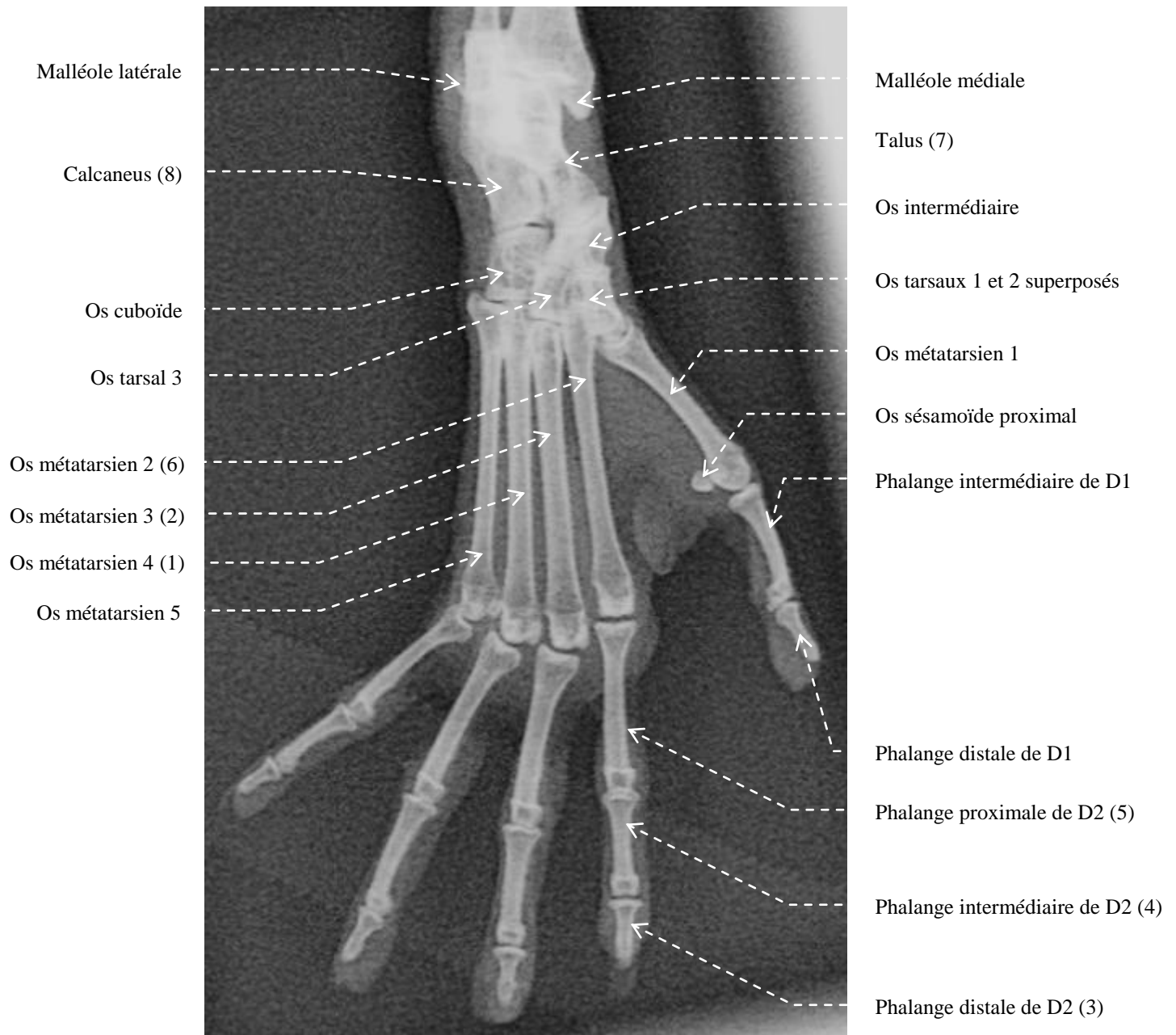
Le tarse est composé de sept os disposés sur deux rangées entre lesquelles existe une pièce intercalaire. Le talus et le calcaneus composent la rangée proximale. Les os tarsaux I, II, III (ou os cunéiformes) et l'os tarsal IV composent la rangée distale. Ils sont numérotés de I à IV du côté tibial au 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 calcaneus. Elle est convexe. La partie distale est articulée avec l'os naviculaire.
- Le calcaneus est l'os du tarse le plus important en taille. Il s'articule proximale avec la fibula. Sur sa surface dorsale se trouve la surface articulaire pour le talus. La surface distale du calcaneus 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 calcaneus proximement 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.
- 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.

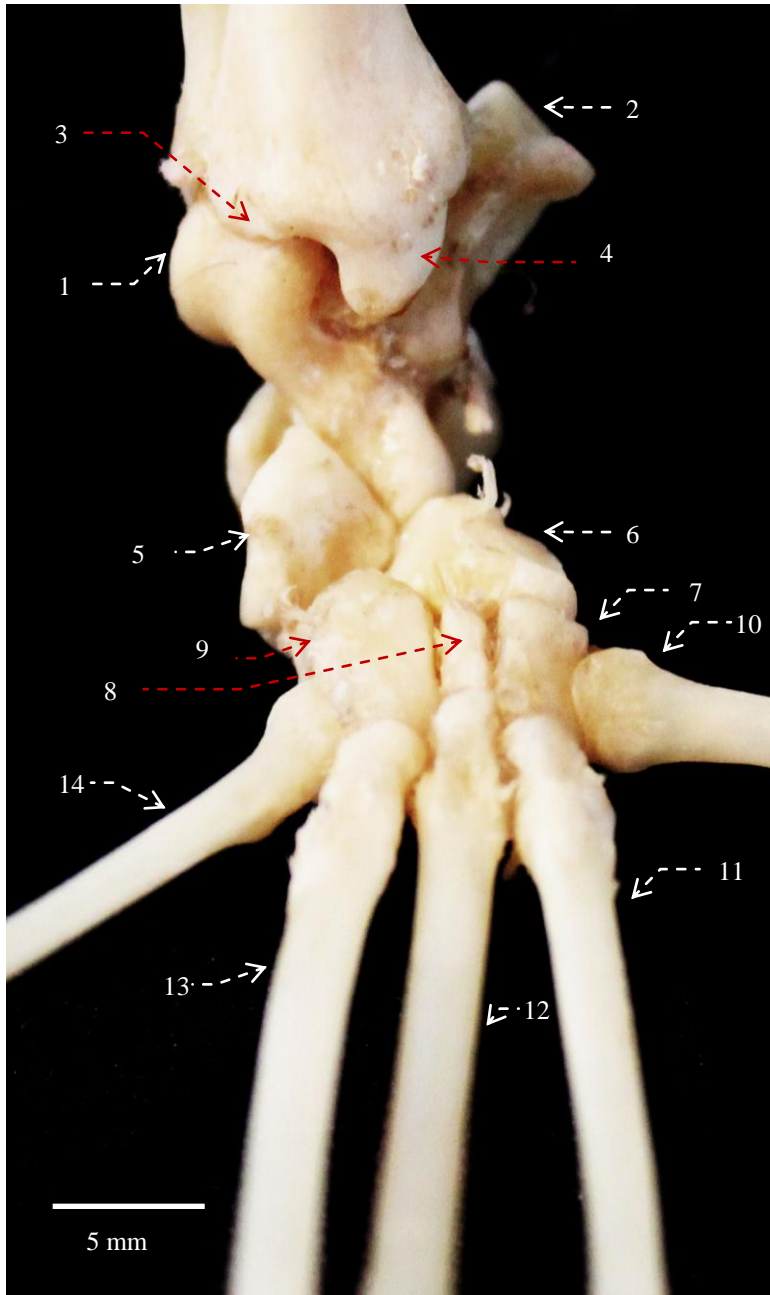
On observe une similarité de construction entre le squelette de la main et celui du pied. Cependant, les os métatarsiens et les phalanges du pied sont plus longs et plus étroits que les os métacarpiens et les phalanges de la main.





**Figure 119 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence dorso-plantaire.**

(Cliché ENVT)



Figures 120 - Photographies de l'articulation du tarse. (Originale)

1 Talus  
 2 Calcaneus  
 3 Cochlée tibiale  
 4 Malléole médiale  
 5 Os Cuboïde

6 Os intermédiaire  
 7 Os tarsal I  
 8 Os tarsal II  
 9 Os tarsal III  
 10 Os métatarsien I

11 Os métatarsien II  
 12 Os métatarsien III  
 13 Os métatarsien IV  
 14 Os métatarsien V

## b) Incidence médio-latérale

### Position de l'animal

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table, le pied est maintenu en contact avec la table sur toute sa longueur, les doigts écartés le plus possible pour éviter les superpositions. Le tarse est légèrement fléchi de manière à dégager le calcaneus.

### Critères de qualité

Les lèvres trochléaires du talus sont superposées.

Les métacarpiens sont superposés à leur base.

### Anatomie radiographique

Sur cette projection le talus et le calcaneus sont bien visibles, ainsi que leur articulation sur la face palmaire du talus. 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, sauf au niveau de leur extrémité distale grâce à l'écartement des doigts mis en place, ce qui permet d'identifier convenablement les phalanges de chaque doigt.

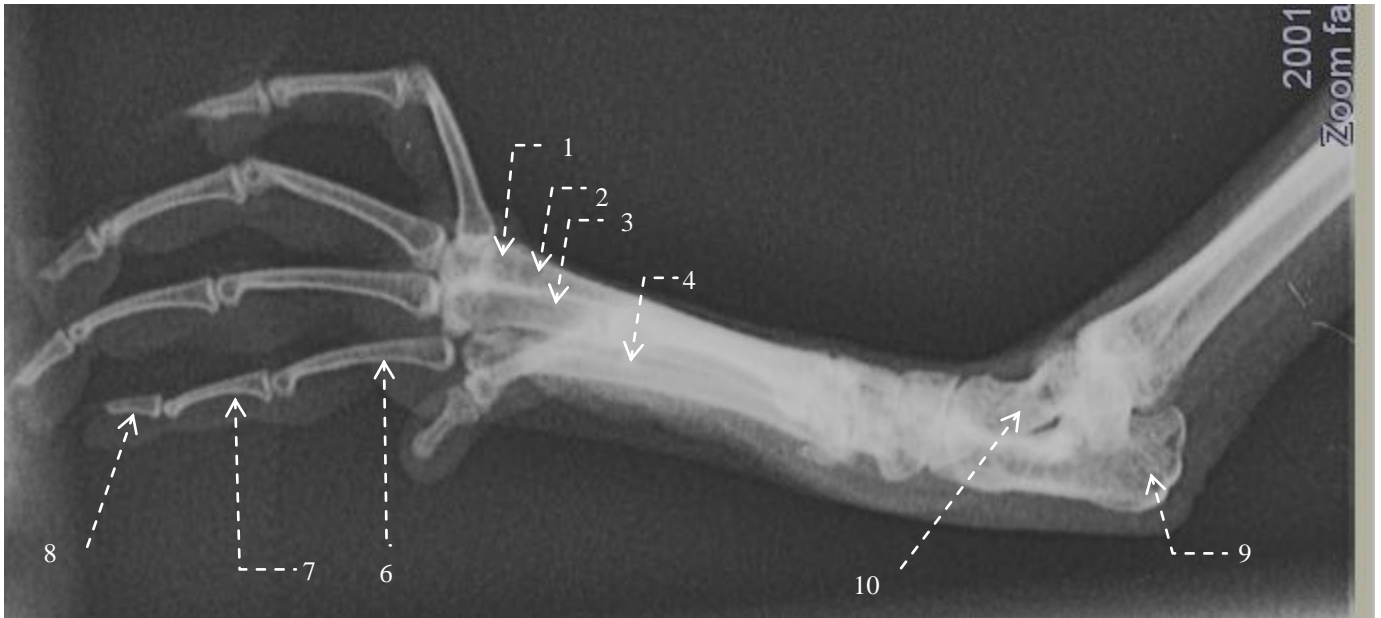


Figure 121 - Radiographie de l'articulation du tarse et des doigts, incidence médio-latérale. (Cliché ENVT)

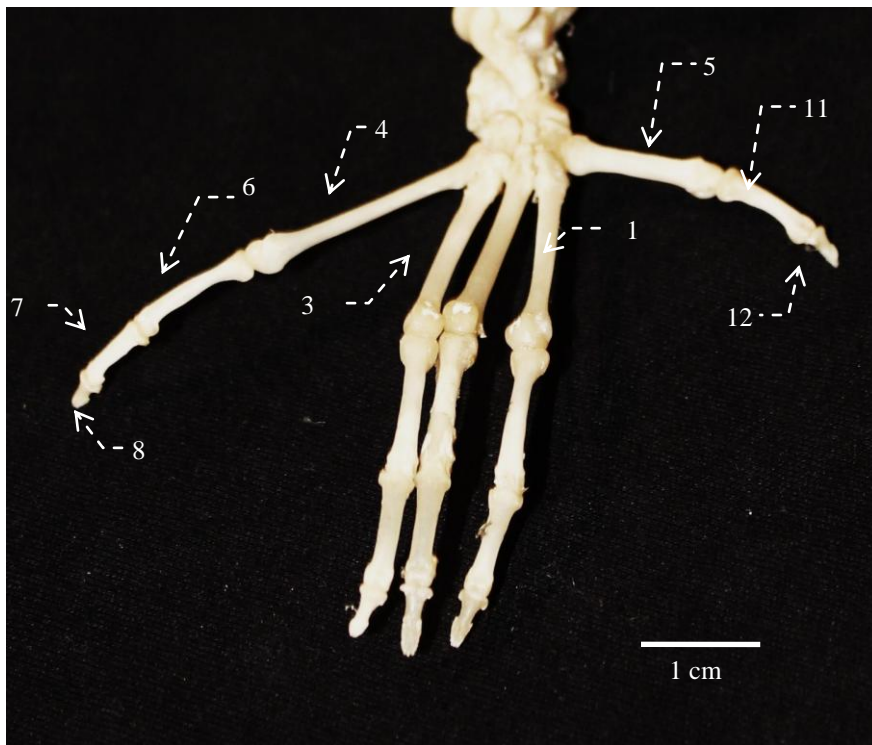


Figure 123 - Photographie de l'articulation du tarse et des doigts. (Originale)

1 Os métatarsien II  
 2 Os métatarsien III  
 3 Os métatarsien IV  
 4 Os métatarsien V

5 Os métatarsien I  
 6 Phalange I doigt V  
 7 Phalange II doigt V  
 8 Phalange III doigt V

9 Calcaneus  
 10 Talus  
 11 Phalange I doigt I  
 12 Phalange II doigt I

## 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 singe de nuit.

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 tomодensitométrie 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 l'unique spécimen utilisé, cet ouvrage saura garder un caractère représentatif et pourra trouver sa place dans la contribution à l'étude du singe de nuit.

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.

## BIBLIOGRAPHIE :

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

BARONE, R. 1986, Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome 1 : Ostéologie. 2<sup>e</sup> édition. Paris, Vigot.

BARONE, R. 1989, Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome 2 : Arthrologie et myologie. 3<sup>e</sup> édition. Paris, Vigot.

FLEMING, D., DIXSON, F. 1981, Parental behaviour and infant development in Owl monkeys (*Aotus trivirgatus griseimembra*), Journal of Zoology, Volume 194, Issue 1.

CLUTTON BROCK, T.H., PAUL, H. 1977, Primate ecology and social organization, Journal of Zoology, Volume 183, Issue 1.

HUNTER, J., MARTIN, RD., DIXSON, F., RUDDER B. 1977, Gestation and Inter-Birth Intervals in the Owl Monkey (*Aotus trivirgatus griseimembra*), *Folia Primatol* 1979;31:165–175.

ELLIOT, MW., SEHGAL, PK., CHALIFOUX, LV. 1976, Management and breeding of *Aotus trivirgatus*, Laboratory animal science.

HERSHKOVITZ, P. 1977, Living new world monkeys (Platyrrhinis): with an introduction to Primates. Volume 1 Chicago, Tue University of Chicago Press.

HILL, W.C.O 1953, Primates, comparative anatomy and taxonomy, volume 4. New York, Interscience Publishers.

DOUGLAS, S.W., HERRTAGE, M.E., WILLIAMSON, H.D. 1987, Principles of veterinary Radiography. 4<sup>e</sup> edition. Londres, Baillière Tindall.

THRALL, D.E. 2007, Textbook of Veterinary diagnostic radiology. 5<sup>e</sup> edition. Saint-Louis, Saunders Elsevier.

WAMBERG, K. 1966, Atlas radiologica. Copenhague, Medical book company.

COULSON, A., LEWIS, N. 2010. Atlas d'anatomie radiographique du chien et du chat, éditions medcom.

Site web ESKELETONS, The University of Texas, Department of Anthropology.  
<http://www.eskeletons.org/>

Site web The IUCN Red List of Thratened Species, The International Union for Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org/>

**AGRÈMENT SCIENTIFIQUE**

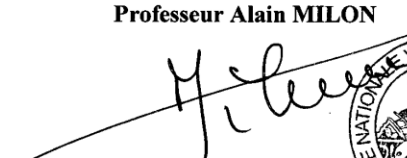

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussigné, **Jacques DUCOS de LAHITTE**, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Camille DURBEC** intitulée « *Atlas radiographique et ostéologique du singe de nuit (Aotus trivirgatus)*. » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

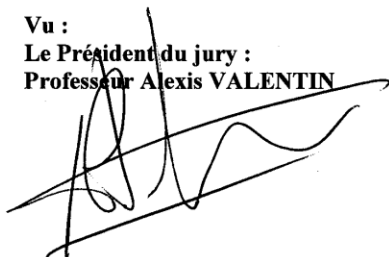
Fait à Toulouse, le 18 octobre 2012  
Professeur **Jacques DUCOS de LAHITTE**  
Enseignant chercheur  
de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse



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

Vu :  
Le Président du jury :  
Professeur **Alexis VALENTIN**



Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université  
Paul Sabatier.  
Professeur **Bertrand MONTHUBERT**


Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

Toulouse, 2012

NOM : DURBEC

PRÉNOM : Camille

TITRE : ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTÉOLOGIQUE DU SINGE DE NUIT (*Aotus trivirgatus*)

RÉSUMÉ :

*Aotus trivirgatus*, également connu sous le nom de singe de nuit, est un primate d'Amérique du Sud, utilisé comme modèle d'étude par l'homme en matière de recherche scientifique, notamment en virologie et en ophtalmologie.

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 : Singe de nuit, *Aotus trivirgatus*, Imagerie médicale, Atlas, Radiographie, Anatomie.

---

ENGLISH TITLE : RADIOGRAPHIC AND OSTEOLOGICAL ATLAS OF THE NIGHT MONKEY (*Aotus trivirgatus*)

ABSTRACT :

*Aotus trivirgatus*, also known under the name of night monkey, is a primate from South America, used as a model for study by humans in scientific research, in virology and ophtalmology.

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 : Night Monkey, *Aotus trivirgatus*, Medical Imaging, Atlas, Radiography, Anatomy.